

RANCANG BANGUN SISTEM ANALISIS PERILAKU SISWA PADA LMS UNTUK OTOMATISASI PERANGKAT PEMBELAJARAN

Ahmad Yuan Arby, Henni Endah Wahanani*, Hendra Maulana

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa timur

Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

henniendah.if@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi pendidikan mendorong pemanfaatan Learning Management System (LMS) sebagai media pembelajaran digital yang mampu merekam berbagai aktivitas siswa selama proses belajar berlangsung. Namun, penyusunan perangkat pembelajaran di sekolah masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar serta belum mempertimbangkan karakteristik belajar masing-masing siswa. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem analisis perilaku siswa berbasis LMS guna mendukung otomatisasi perangkat pembelajaran yang lebih adaptif. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Waterfall yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel sebagai backend, Vue.js sebagai frontend, MySQL sebagai basis data, serta Python untuk mengolah data aktivitas siswa yang mencakup frekuensi login, durasi akses materi, aktivitas diskusi, pengumpulan tugas, dan hasil evaluasi pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengelola dan menganalisis data perilaku belajar siswa untuk menghasilkan rekomendasi perangkat pembelajaran secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian black box, seluruh fitur sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat membantu guru dalam menyusun perangkat pembelajaran secara lebih efisien, adaptif, dan berbasis data perilaku belajar siswa.

Kata kunci : LMS, Analisis Perilaku Siswa, Waterfall, Adaptive Learning, Sistem Pembelajaran.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi telah mendorong perubahan besar dalam dunia pendidikan, khususnya pada penerapan pembelajaran berbasis digital melalui Learning Management System (LMS). LMS memungkinkan tahap pembelajaran dilakukan secara daring dan mampu merekam berbagai aktivitas siswa selama proses belajar berlangsung. Aktivitas tersebut meliputi frekuensi login, durasi akses materi, aktivitas diskusi, pengumpulan tugas, serta hasil evaluasi pembelajaran. Data aktivitas siswa tersebut dapat dimanfaatkan untuk memahami pola perilaku belajar siswa secara lebih objektif dan berbasis data [1].

Di sisi lain, guru masih menghadapi permasalahan dalam penyusunan perangkat pembelajaran yang dilakukan secara manual. Tahapan tersebut membutuhkan rentang waktu yang cukup lama karena guru harus menyesuaikan materi, metode pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran secara mandiri. Selain itu, sistem pembelajaran yang diterapkan masih bersifat seragam dan belum memperhatikan karakteristik belajar masing-masing siswa. Padahal, setiap siswa memiliki pola dan preferensi belajar yang berbeda sehingga membutuhkan pendekatan pembelajaran yang lebih personal agar pembelajaran menjadi lebih efektif [2].

Pemanfaatan data aktivitas siswa pada LMS dapat menjadi solusi dalam mendukung pembelajaran yang lebih adaptif. Dengan melakukan analisis terhadap perilaku siswa, sistem dapat membantu guru dalam memahami karakteristik belajar siswa dan

menghasilkan rekomendasi perangkat pembelajaran yang lebih sesuai. Selain itu, otomatisasi perangkat pembelajaran juga dapat membantu mengurangi beban administratif guru sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efisien [3].

Adaptive learning merupakan pendekatan pembelajaran yang menyesuaikan materi dan metode pembelajaran berdasarkan kebutuhan siswa. Pendekatan ini memanfaatkan data aktivitas siswa untuk menghasilkan pengalaman belajar yang lebih personal dan efektif [4]. Dalam implementasinya, sistem adaptive learning dapat diintegrasikan dengan teknologi Artificial Intelligence (AI) untuk membantu proses otomatisasi penyusunan perangkat pembelajaran seperti modul, materi ajar, dan evaluasi pembelajaran [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem analisis perilaku siswa berbasis LMS yang dapat mendukung otomatisasi perangkat pembelajaran serta menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang lebih sesuai dengan karakteristik siswa. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian dilakukan melalui pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall yang memiliki tahapan pengembangan sistematis dan terstruktur [6]. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel sebagai backend, Vue.js sebagai frontend, MySQL sebagai basis data, serta Python untuk mengolah data aktivitas siswa dan melakukan analisis perilaku belajar.

Dengan adanya sistem ini diharapkan proses pembelajaran menjadi lebih efektif, efisien, dan mampu mendukung personalisasi pembelajaran berbasis data aktivitas siswa. Selain itu, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat membantu guru dalam menyusun perangkat pembelajaran secara otomatis berdasarkan hasil analisis perilaku belajar siswa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka merupakan landasan teori yang digunakan dalam penelitian untuk mendukung proses analisis, perancangan, dan pembangunan sistem. Pada penelitian ini, tinjauan pustaka membahas beberapa konsep dan teori yang berkaitan dengan Learning Management System (LMS), analisis perilaku siswa, adaptive learning, metode Waterfall, serta teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem seperti Laravel, Vue.js, MySQL, dan Python.

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai pengelompokan siswa berdasarkan kemampuan akademik telah dilakukan menggunakan metode hierarchical clustering. Proses yang diterapkan meliputi normalisasi data, clustering menggunakan metode single linkage, serta analisis dendrogram untuk melihat hubungan antar kelompok data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tersebut mampu menghasilkan pengelompokan siswa yang akurat dan mudah diinterpretasikan. Namun, penelitian tersebut belum mengaitkan hasil pengelompokan dengan perilaku belajar siswa maupun penerapan pembelajaran adaptif [13].

Penelitian lain mengenai pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan buatan menunjukkan bahwa penerapan sistem adaptif mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa secara signifikan. Sistem yang dikembangkan dapat menyesuaikan materi pembelajaran berdasarkan kebutuhan dan kemampuan masing-masing siswa. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum memanfaatkan teknologi Generative AI maupun otomatisasi dalam penyusunan perangkat pembelajaran sehingga masih terdapat peluang untuk pengembangan lebih lanjut [14].

Selain itu, penelitian terkait analisis learning analytics pada Learning Management System (LMS) menunjukkan bahwa data aktivitas siswa seperti frekuensi login, akses materi, partisipasi diskusi, dan penyelesaian tugas dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola belajar siswa. Hasil penelitian tersebut membantu pendidik dalam memantau perkembangan siswa dan mengambil keputusan pembelajaran yang lebih tepat. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada analisis dan visualisasi data tanpa menghasilkan rekomendasi otomatis perangkat pembelajaran yang bersifat adaptif [15].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa masih terdapat celah

penelitian dalam mengintegrasikan analisis perilaku siswa berbasis LMS dengan pendekatan adaptive learning serta pemanfaatan Generative AI untuk mendukung otomatisasi penyusunan perangkat pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini dikembangkan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui pembangunan sistem analisis perilaku siswa yang mampu menghasilkan rekomendasi perangkat pembelajaran secara otomatis berdasarkan data aktivitas siswa.

2.2. Learning Management System (LMS)

Learning Management System (LMS) merupakan sistem pembelajaran berbasis teknologi informasi yang digunakan untuk mengelola proses pembelajaran secara daring. LMS memungkinkan proses distribusi materi, pengumpulan tugas, forum diskusi, serta evaluasi pembelajaran dilakukan secara terintegrasi melalui media digital [2].

2.3. Analisis Perilaku Siswa

Analisis perilaku siswa merupakan proses pengolahan data aktivitas pembelajaran untuk memahami pola dan karakteristik belajar siswa. Analisis ini dilakukan dengan memanfaatkan data aktivitas yang tersimpan pada LMS seperti intensitas akses materi, aktivitas pengerjaan tugas, partisipasi diskusi, dan hasil pembelajaran [7].

2.4. Adaptive Learning

learning merupakan metode pembelajaran yang menyesuaikan materi, metode, dan strategi pembelajaran berdasarkan kemampuan dan kebutuhan siswa. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih personal sehingga siswa dapat memahami materi pembelajaran secara lebih optimal [8].

2.5. Metode Waterfall

Metode Waterfall adalah metode pengembangan software yang dilakukan secara bertahap dan sistematis. Model Waterfall ini terdiri dari bagian tahapan yaitu requirement analysis, system design, implementation, testing, dan maintenance [6].

Metode ini banyak digunakan dalam pengembangan sistem informasi karena memiliki alur pengembangan yang jelas dan mudah dipahami. Setiap tahapan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya sehingga proses pengembangan menjadi lebih terstruktur [9].

2.6. Laravel

Laravel merupakan framework berbasis PHP yang menggunakan konsep Model View Controller (MVC). Laravel menyediakan berbagai fitur seperti routing, middleware, migration, authentication, dan ORM (Object Relational Mapping) yang mempermudah proses pengembangan aplikasi web [10].

Dalam penelitian ini Laravel digunakan sebagai backend framework untuk mengelola logika aplikasi, pengolahan data, autentikasi pengguna, serta integrasi dengan database.

2.7. Vue.js

Vue.js merupakan framework JavaScript progresif yang digunakan untuk membangun antarmuka pengguna (user interface) yang interaktif dan dinamis. Vue.js memiliki performa yang ringan serta mudah diintegrasikan dengan framework backend seperti Laravel [11]. Pada penelitian ini Vue.js digunakan untuk membangun tampilan frontend sistem seperti dashboard, data aktivitas siswa, dan hasil analisis perilaku siswa secara real-time.

2.8. MySQL

MySQL merupakan Relational Database Management System (RDBMS) yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data secara terstruktur menggunakan bahasa SQL (Structured Query Language). MySQL banyak digunakan dalam pengembangan aplikasi web karena memiliki performa yang stabil dan mendukung pengolahan data dalam jumlah besar [12].

Dalam penelitian ini MySQL digunakan sebagai media penyimpanan data siswa, data aktivitas LMS, serta data perangkat pembelajaran.

2.9. Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sering digunakan pada bidang data mining, machine learning, dan analisis data. Python memiliki beberapa pustaka seperti Pandas, NumPy, dan Scikit-learn yang mendukung proses pengolahan data secara efektif [12].

Pada penelitian ini Python digunakan untuk melakukan preprocessing data aktivitas siswa dan membantu proses analisis perilaku siswa berdasarkan data yang diperoleh dari LMS.

3. METODE PENELITIAN

Pada tahapan ini penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan perangkat lunak Waterfall. Metode Waterfall dipilih karena memiliki tahapan pengembangan yang sistematis, terstruktur, dan mudah diterapkan dalam pembangunan sistem berbasis web. Model pengembangan ini dilakukan secara bertahap mulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian sistem sehingga proses pengembangan dapat berjalan lebih terarah sesuai kebutuhan pengguna.

Pada penelitian ini, metode Waterfall digunakan untuk membangun sistem analisis perilaku siswa pada Learning Management System (LMS) untuk otomatisasi perangkat pembelajaran. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel sebagai backend framework, Vue.js sebagai frontend

framework, MySQL sebagai basis data, serta Python untuk pengolahan data aktivitas siswa.

Tahapan metode Waterfall yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

a. Requirement Analysis

Tahap requirement analysis ini dilakukan guna mengidentifikasi kebutuhan sistem berdasarkan problem yang terjadi pada proses pembelajaran digital. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan pengguna, data aktivitas siswa pada LMS, serta fitur-fitur yang dibutuhkan dalam sistem seperti pengelolaan data LMS, analisis perilaku siswa, dan generate perangkat pembelajaran otomatis.

b. System Design

Tahap system design dilakukan untuk merancang struktur dan arsitektur sistem yang akan dibangun. Perancangan meliputi flowchart sistem, use case diagram, activity diagram, sequence diagram dan desain antarmuka pengguna.

c. Implementation

Tahap implementation merupakan proses pembangunan sistem berdasarkan hasil desain yang telah dibuat. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel sebagai backend, Vue.js sebagai frontend, MySQL sebagai database, dan Python untuk proses pengolahan data aktivitas siswa.

d. Testing

Tahap testing dilakukan guna menjelaskan sistem berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Blackbox Testing dengan menguji setiap fitur seperti login, upload data LMS, analisis perilaku siswa, dan generate perangkat pembelajaran.

e. Maintenance

Tahap maintenance dilaksanakan setelah sistem selesai dibangun dan diterapkan. Pada tahap ini dilakukan perbaikan bug, peningkatan performa sistem, dan pengembangan fitur tambahan apabila diperlukan untuk mendukung kinerja sistem secara optimal.

Teknik pengumpulan data ialah tahap yang dilakukan untuk memperoleh informasi dan data yang dibutuhkan dalam proses penelitian serta pengembangan sistem. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan untuk mendukung proses analisis kebutuhan sistem dan pembangunan sistem analisis perilaku siswa pada Learning Management System (LMS). Adapun cara pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini meliputi dari observasi, studi pustaka, dan dokumentasi.

a. Observasi

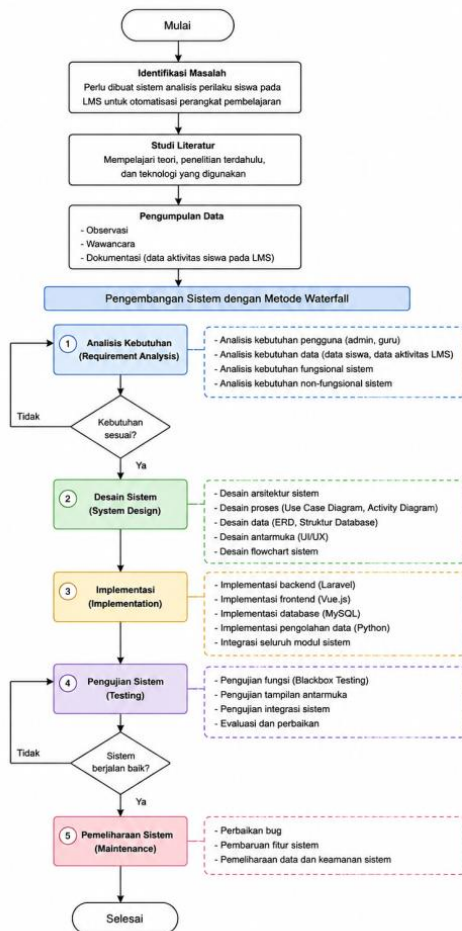
Observasi dilakukan dengan mengamati proses pembelajaran berbasis LMS serta aktivitas pengguna dalam menggunakan sistem pembelajaran digital.

b. Studi Pustaka

Studi pustaka dilaksanakan dengan mempelajari jurnal, buku, artikel ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan LMS, adaptive learning, analisis perilaku siswa, dan metode Waterfall.

c. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data aktivitas siswa pada LMS berupa data login, akses materi, aktivitas forum diskusi, pengumpulan tugas, dan hasil evaluasi pembelajaran.



Gambar 1. Flowchart Alur Metodologi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap yang dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam pembangunan sistem. Tahap ini guna memastikan sistem yang dikembangkan mampu berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan fungsi yang diharapkan. Analisis kebutuhan sistem pada penelitian ini terdiri dari kebutuhan fungsional dan kebutuhan nonfungsional yang difungsikan sebagai dasar pada proses perancangan dan implementasi sistem:

- Sistem mampu melakukan login pengguna.
- Sistem mampu mengelola data siswa.

c. Sistem mampu mengelola aktivitas LMS.

d. Sistem dapat melakukan analisis perilaku siswa.

e. Sistem dapat menghasilkan perangkat pembelajaran secara otomatis.

f. Sistem dapat menampilkan laporan hasil analisis.

Kebutuhan non fungsional sistem meliputi:

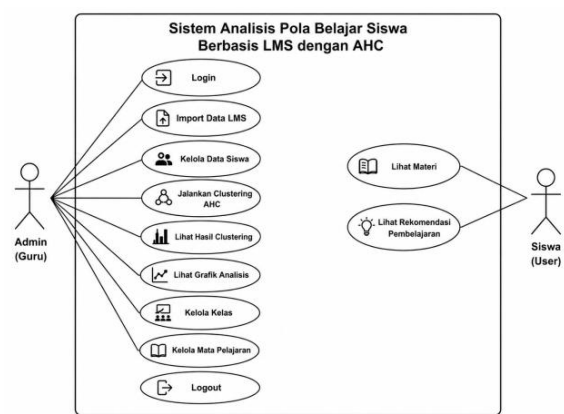
a. Sistem berbasis web dan dapat diakses melalui browser.

b. Sistem menggunakan database MySQL.

c. Sistem memiliki tampilan antarmuka yang responsif.

d. Sistem memiliki keamanan autentikasi pengguna.

4.2. Use Cases Diagram

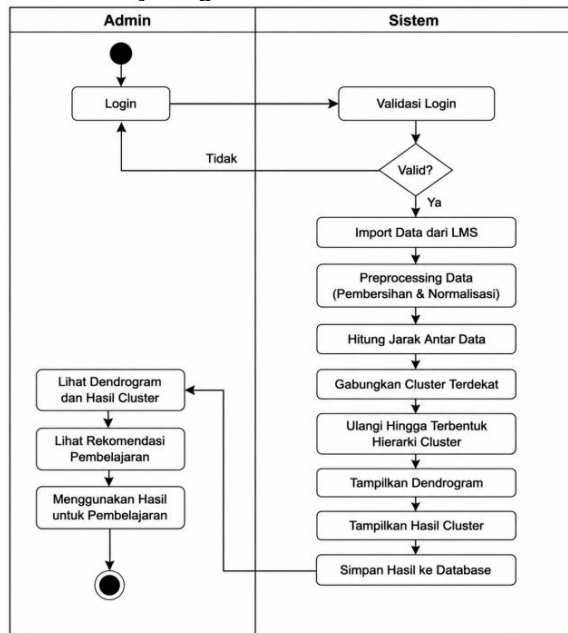


Gambar 2. Use Cases Diagram

Gambar tersebut merupakan diagram use case dari sistem analisis pola belajar siswa berbasis Learning Management System (LMS). Diagram ini menggambarkan interaksi antara dua faktor utama, yaitu Admin sebagai (Guru) dan Siswa sebagai (User), dengan sistem yang diterapkan. Admin (Guru) memiliki peran utama dalam mengelola sistem, yang meliputi aktivitas login, impor data LMS, pengelolaan data siswa, menjalankan proses clustering, melihat hasil clustering, menampilkan grafik analisis, mengelola kelas, mengelola mata pelajaran, hingga logout. Proses clustering pada sistem digunakan untuk menganalisis pola belajar siswa berdasarkan data aktivitas yang tersedia.

Sementara itu, Siswa (User) berinteraksi dengan sistem dalam lingkup yang lebih terbatas, yaitu melihat materi pembelajaran serta menerima rekomendasi pembelajaran yang telah disesuaikan berdasarkan hasil analisis sistem. Diagram ini menunjukkan bahwa sistem dirancang untuk mendukung analisis data pembelajaran oleh guru sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih personal bagi siswa.

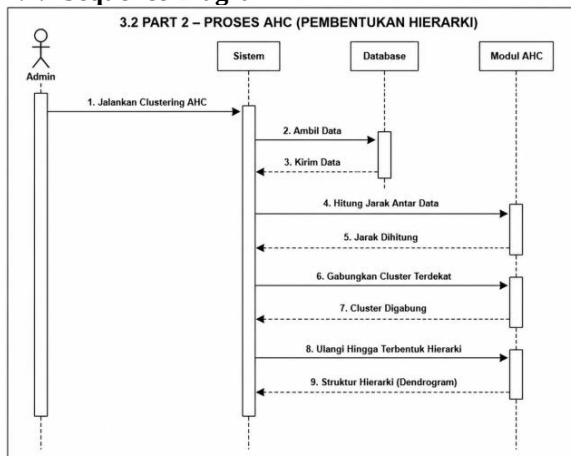
4.3. Activity Diagram



Gambar 3. Diagram Activity

Flowchart ini menggambarkan alur pada system yang dimulai dari proses login dan validasi admin, kemudian dilanjutkan dengan import data dari LMS. Data yang masuk diproses melalui tahap preprocessing, meliputi pembersihan dan normalisasi. Selanjutnya, sistem melakukan perhitungan jarak dan proses clustering menggunakan metode AHC hingga terbentuk struktur hierarki. Hasil clustering ditampilkan dalam bentuk dendrogram dan disimpan ke database, kemudian digunakan untuk menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh admin.

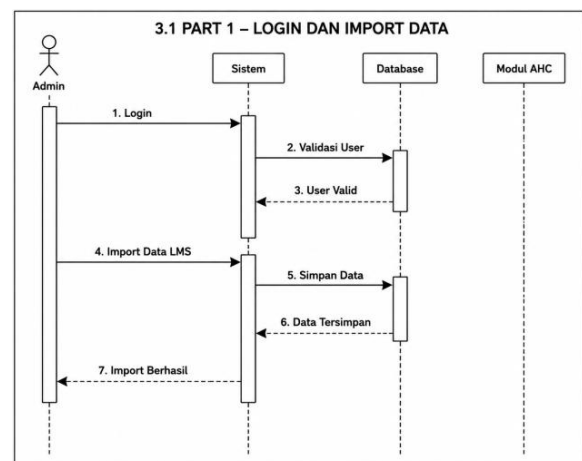
4.4. Sequence Diagram



Gambar 4. Sequence Diagram Proses AHC

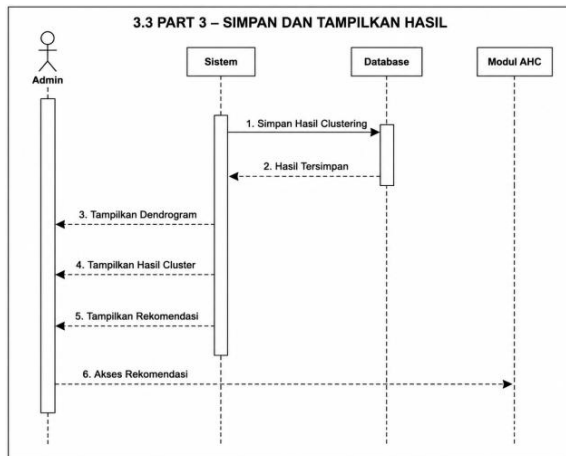
Diagram ini menjelaskan proses inti dalam metode Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC) untuk membentuk hierarki cluster. Proses dimulai dari Admin yang menjalankan proses clustering AHC (langkah 1). Kemudian, Sistem

mengambil data dari Database (langkah 2) dan mengirimkan data tersebut ke Modul AHC untuk diproses (langkah 3). Di dalam modul AHC, sistem menghitung jarak antar data sebagai dasar pengelompokan (langkah 4) hingga jarak antar data berhasil diperoleh (langkah 5). Selanjutnya, cluster yang memiliki jarak paling dekat akan digabungkan (langkah 6) dan menghasilkan cluster baru (langkah 7). Proses ini dilakukan secara berulang hingga seluruh data membentuk struktur hierarki (langkah 8). Hasil akhirnya berupa struktur hierarki atau dendrogram yang menggambarkan hubungan antar cluster (langkah 9).



Gambar 5. Sequence Diagram Login Import

Diagram ini menjelaskan proses awal sebelum melakukan clustering, yaitu login dan pengimporan data. Proses dimulai dari Admin yang melaksanakan login pada sistem (langkah 1). Selanjutnya, Sistem melakukan validasi data pengguna ke Database (langkah 2). Jika data yang diinput benar, maka sistem langsung menerima konfirmasi bahwa pengguna valid (langkah 3). Setelah berhasil login, admin melakukan proses import data LMS ke dalam sistem (langkah 4). Data yang diunggah kemudian disimpan oleh sistem ke dalam database (langkah 5), dan sistem memastikan bahwa data telah berhasil tersimpan (langkah 6). Terakhir, sistem memberikan notifikasi kepada admin bahwa proses import data telah berhasil dilakukan (langkah 7).



Gambar 6. Diagram Simpan Dan Tampilkan Hasil

Diagram ini menjelaskan tahap akhir setelah proses clustering selesai dilakukan. Proses dimulai dari Sistem yang menyimpan hasil clustering ke dalam database (langkah 1). Setelah itu, database memberikan konfirmasi bahwa hasil telah berhasil disimpan (langkah 2). Selanjutnya, sistem menampilkan hasil kepada Admin, dimulai dari visualisasi dendrogram (langkah 3) untuk melihat struktur hierarki cluster. Kemudian ditampilkan juga hasil cluster yang telah terbentuk (langkah 4). Selain itu, sistem memberikan rekomendasi pembelajaran berdasarkan hasil clustering (langkah 5). Terakhir, admin dapat mengakses dan menggunakan rekomendasi tersebut sebagai acuan dalam kegiatan pembelajaran (langkah 6).

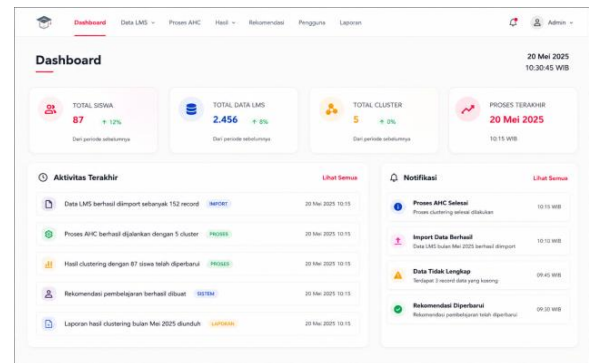
4.5. Tampilan Layar

© 2025 Sistem Klasifikasi Gaya Belajar

Gambar 7. Halamn Login

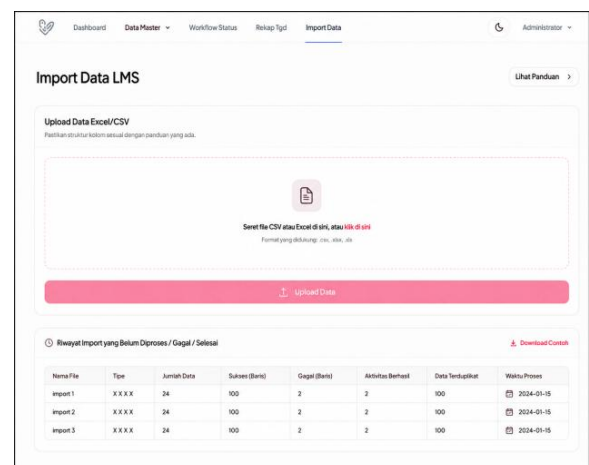
Halaman login digunakan sebagai proses autentikasi pengguna sebelum masuk ke dalam sistem. Pengguna diminta memasukkan email dan password yang telah terdaftar untuk mengakses sistem analisis perilaku siswa. Setelah data login divalidasi oleh sistem, pengguna dapat masuk ke halaman dashboard untuk mengelola data LMS,

melakukan analisis perilaku siswa, dan menghasilkan perangkat pembelajaran otomatis.



Gambar 8. Halaman Dashboard

Menunjukkan implementasi dashboard sistem yang telah dikembangkan berdasarkan rancangan mockup pada tahap perancangan sebelumnya. Dashboard ini berfungsi sebagai antarmuka utama yang memudahkan pengguna, khususnya guru, dalam mengakses informasi serta mengelola proses pembelajaran berbasis data. Pada tampilan tersebut, sistem menyajikan ringkasan data siswa secara terstruktur, seperti jumlah siswa, hasil pengelompokan gaya belajar, serta informasi pendukung lainnya yang relevan untuk pengambilan keputusan dalam pembelajaran.



Gambar 9. Import Data

Menampilkan halaman antarmuka yang digunakan untuk melakukan proses *import* data dari Learning Management System (LMS) ke dalam aplikasi. Halaman ini berfungsi sebagai tahap awal integrasi data, di mana pengguna dapat memasukkan dataset yang akan digunakan dalam proses analisis dan pengelompokan siswa. Pada tampilan tersebut, pengguna disediakan fitur unggah berkas dalam format CSV atau Excel, yang dilengkapi dengan area *drag and drop* untuk mempermudah dan mempercepat proses input data tanpa perlu langkah yang kompleks.

ANALYTICS
Student Classification

Search students... Semua Kelas Semua Group Belajar 1-10 dari 17 mahasiswa

MAHASISWA	KELAS	LJMS	JUMLAH KIR	TUGAS	FORUM	KIR (%)	AKTIVITAS (%)	HASIL BELAJAR
5 Siswa A	X 1 A-1	10	120	10	5	90%	95	Pass
5 Siswa B	X 1 A-1	10	110	7	3	100%	40	Pass
5 Siswa C	X 1 A-1	10	120	8	4	100%	85	Pass
A Ahmad Yati	X 1 A-1	10	200	10	6	80%	75	Pass
B Rara Santosa	X 1 A-1	10	110	5	3	90%	95	Langsung Baik
A Ahmad Yati Ady	X 1 A-1	10	110	6	4	90%	85	Langsung Baik
B Rudi Santosa	X 1 A-1	10	120	9	5	80%	75	Langsung Baik
Siti Aisyah	X 1 A-1	10	100	8	3	90%	90	Langsung Baik
Dandi Pudi	X 1 A-1	10	100	7	4	80%	80	Langsung Baik
Fajar Rizky	X 1 A-1	10	130	6	3	70%	65	Langsung Baik

Gambar 10. Halaman Analisis/Klasifikasi Siswa

Menunjukkan tampilan halaman klasifikasi siswa yang menerapkan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC)* untuk mengelompokkan siswa berdasarkan gaya belajar. Halaman ini menampilkan hasil pengolahan data aktivitas belajar siswa yang telah melalui tahapan *preprocessing*, perhitungan jarak, serta proses clustering. Data yang digunakan dalam proses klasifikasi meliputi berbagai indikator perilaku belajar, seperti frekuensi akses materi, partisipasi dalam forum, serta hasil evaluasi pembelajaran.

MODUL AJAR ADAPTIF AI

Search module... Semua Kelas Semua Tipe Semua Status Guru/Pengajar Target 1-8 dari 43 modul

Target 1	Target 2	Target 3
Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...	Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...	Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...
Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...	Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...	Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...
Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...	Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...	Identifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differ... Modul ini membahas cara mengidentifikasi masalah pembelajaran peserta dengan pendekatan differensi...

Gambar 11. Halaman Modul Ajar Adaptif AI

Menunjukkan tampilan halaman modul ajar adaptif berbasis AI yang menyajikan beberapa pilihan materi pembelajaran sesuai dengan hasil klasifikasi gaya belajar siswa menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC)*. Pada halaman ini, sistem menampilkan modul-modul yang telah dihasilkan secara otomatis dengan mempertimbangkan karakteristik masing-masing kelompok siswa, seperti gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik. Setiap modul dirancang dengan pendekatan dan media yang berbeda, sehingga dapat menyesuaikan kebutuhan serta preferensi belajar siswa secara lebih spesifik.

AI Generasi Modul

Masukkan topik atau deskripsi materi ajaran yang ingin dihasilkan secara adaptif.

Deskripsi Materi / Topik

Contoh: Pemrograman Dasar Berbasis Laravel. Jelaskan konsep MVC, Routing, dan Controller dengan bahasa yang mudah dipahami...

Tipe: Tekan Ctrl+Enter untuk generate lebih cepat.

Target Kelas: Semua (Global) Mata Pelajaran: Pilih Mapel (Optional) Pilih Provider AI: Google Gemini (Flash Lite)

Info: Gemini akan menyusun 3 draf modul berbeda yang disesuaikan secara khusus dengan karakteristik belajar Visual (grafik/poin), Auditori (narasi/diskus), dan Kinestetik (praktik/aktivitas).

Batal Tulis Modul Sekarang

Gambar 12. Halaman AI general Modul

Halaman AI General Modul digunakan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran secara otomatis menggunakan teknologi *Artificial Intelligence (AI)*. Pada halaman ini, pengguna dapat memasukkan deskripsi materi atau topik pembelajaran yang ingin dibuat menjadi modul ajar. Selain itu, pengguna juga dapat menentukan target kelas, mata pelajaran, dan provider AI yang digunakan.

Setelah data diinputkan, sistem akan memproses permintaan dan menghasilkan modul belajar dengan menyesuaikan karakteristik gaya belajar pada siswa seperti visual, auditori, dan kinestetik. Hasil modul yang dihasilkan kemudian dapat digunakan sebagai perangkat pembelajaran oleh guru.

MODUL AJAR ADAPTIF: TEKS EKSPOSISI (Gaya Belajar: KINESTETIK)

Mata Pelajaran: Bahasa Indonesia Kelas/Semester: X / Genap Alokasi Waktu: 2 JP (2 x 45 menit)

Deskripsi Singkat
Modul ajar adaptif ini dirancang untuk membantu peserta didik memahami dan mengembangkan teks eksposisi dengan pendekatan gaya belajar kinestetik melalui aktivitas praktik, simulasi, diskusi, dan proyek sederhana yang melibatkan gerakan fisik.

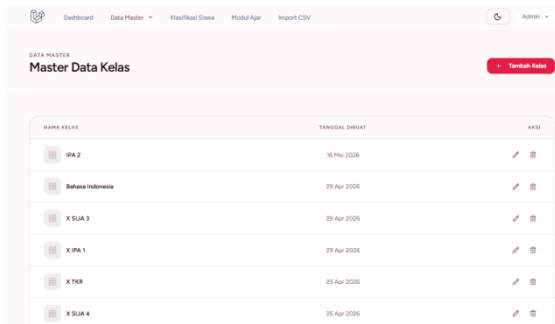
KOMPETENSI INTI (Kurikulum Merdeka: Standar Konten dan Capaian)

Komponen	Deskripsi Kompetensi / Capaian Pembelajaran	Fase / Kelas
Capaian Pembelajaran	Peserta didik mampu menguraikan struktur, kebahasaan, dan isi teks eksposisi serta memproduksi teks eksposisi secara lisan maupun tulis dengan memperhatikan struktur, kebahasaan, dan isi yang relevan.	Fase E (Kelas X)
Tujuan Umum	Peserta didik dapat memahami, menganalisis, dan membuat teks eksposisi dengan tepat serta menyajikannya secara sistematis dan meyakinkan.	Fase E (Kelas X)

Gambar 13. Halaman Hasil Modul

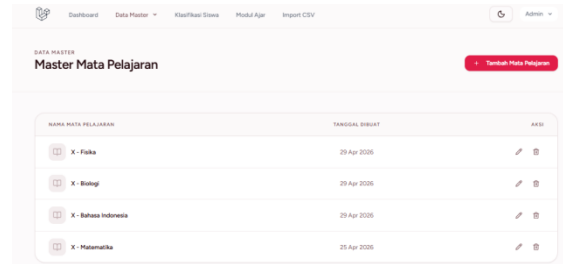
Halaman hasil modul digunakan untuk menampilkan perangkat pembelajaran yang telah dihasilkan secara otomatis oleh sistem berdasarkan analisis perilaku dan gaya belajar siswa. Modul yang ditampilkan berisi materi pembelajaran yang telah disesuaikan dengan karakteristik gaya belajar tertentu, seperti visual, auditori, atau kinestetik. Pada halaman ini, pengguna dapat melihat informasi modul, isi materi pembelajaran, serta melakukan proses cetak atau ekspor dokumen. Halaman ini

membantu guru dalam memperoleh perangkat pembelajaran yang lebih adaptif dan sesuai dengan kebutuhan siswa.



Gambar 14. Halaman Data Kelas

Menunjukkan tampilan halaman Master Data Kelas yang digunakan untuk mengelola data kelas dalam sistem. Halaman ini berfungsi sebagai pusat pengaturan informasi kelas yang menjadi bagian penting dalam struktur pengelolaan pembelajaran. Pada tampilan tersebut disajikan informasi utama, seperti nama kelas dan tanggal dibuat, yang membantu pengguna dalam mengidentifikasi serta mengelompokkan data kelas secara sistematis.



Gambar 15. Data Mata Pelajaran

Menunjukkan tampilan halaman Master Mata Pelajaran yang digunakan untuk mengelola data mata pelajaran dalam sistem. Halaman ini berfungsi sebagai pusat pengaturan informasi terkait mata pelajaran yang akan digunakan dalam proses pembelajaran. Pada tampilan tersebut disajikan data utama, seperti nama mata pelajaran dan tanggal dibuat, yang memudahkan pengguna dalam mengidentifikasi serta mengelola daftar mata pelajaran secara terstruktur.

4.6. Blackbox

Setelah proses implementasi sistem selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah testing sistem guna memastikan seluruh fitur yang telah dikembangkan mampu berjalan sesuai kebutuhan dan tujuan penelitian. Hal ini dilakukan menggunakan metode BlackBox Testing, yaitu metode pengujian yang berfokus pada fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur bahan program di dalamnya.

Tabel 1. Tabel Blackbox

No	Fitur Di Uji	Tahap Pengujian	Input	Output	Hasil
1	Login	User memasukkan username & password	Username & password benar	Sistem masuk ke dashboard	Valid
2	Login	User memasukkan data dengan salah	Username/password salah	menampilkan pesan gagal	Valid
3	Dashboard	Menampilkan halaman utama		Data ringkasan tampil	Valid
4	Upload Data MLS	Upload file dataset	File CSV/Excel	Data berhasil di upload & tampil	Valid
5	Upload Data MLS	Upload file tidak valid	File selection CSV/Excel	Sistem menolak file	Valid
6	Preprocessing	Process cleaning data	Data mentah	Data bersih (tanpa null/duplikat)	Valid
7	Preprocessing	Normalisasi data	Data mentah	Data dalam skala yang sama	Valid
8	Clustering AHC	Proses clustering	Data hail preprocessing	Data terbagi ke dalam cluster	Valid
9	Clustering AHC	Perhitungan jarak	Data siswa	Jarak Euclidean berhasil dihitung	Valid
10	Evaluasi	Hitung silhouette score	Hasil cluster	Nilai evaluasi muncul	Valid
11	Labeling	Penentuan gaya belajar	Data cluster	Muncul label (visual, auditori, kinestetik)	Valid
12	Generate Prompt AI	Membuat prompt otomatis	Data cluster	Prompt sesuai konteks pembelajaran	Valid
13	Integrasi AI	Kirim ke API AI	Prompt	Sistem menerima respon AI	Valid
14	Response AI	Menampilkan hasil AI	Data dari API	Konten modul ajar tampil	Valid
15	Preview Output	Tampilkan hasil	File module	Modul tampil di sistem	Valid
16	Logout	Keluar dari sistem	Klik logout	Kembali ke halaman login	Valid

Tabel 1 tersebut menunjukkan hasil testing fungsional sistem yang menggunakan metode *Black Box*. Pengujian ini bertujuan agar memastikan bahwa

seluruh fitur dalam sistem dapat berjalan sesuai dengan fungsi dan kebutuhan yang telah dirancang. Setiap pengujian dilakukan berdasarkan skenario

tertentu dengan memberikan input yang berbeda, baik input yang valid ataupun yang tidak valid, kemudian diamati apakah output yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

Pengujian ini mencakup berbagai fitur utama dalam sistem, mulai dari tahap login, pengelolaan dashboard, *upload* data LMS, *preprocessing* data, hingga proses clustering ini menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC)*. Selain itu, dilakukan pula pengujian pada tahap evaluasi menggunakan *Silhouette Score*, proses pelabelan gaya belajar, pembuatan *prompt* otomatis, integrasi dengan API Artificial Intelligence (AI), hingga penampilan hasil modul ajar adaptif. Tidak hanya itu, fitur pendukung seperti *preview output* dan *logout* juga turut diuji untuk memastikan keseluruhan sistem berjalan secara optimal. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, seluruh fitur sistem menunjukkan hasil yang sesuai dengan output yang diharapkan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah mampu berfungsi dengan baik dalam memproses data, melakukan analisis clustering, serta menghasilkan modul ajar adaptif secara otomatis. Dengan demikian, sistem dinyatakan layak untuk digunakan sebagai alat bantu dalam mendukung pembelajaran adaptif berbasis data.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pada penelitian yang sudah dilaksanakan, sistem analisis perilaku siswa pada Learning Management System (LMS) untuk otomatisasi perangkat pembelajaran berhasil dirancang dan dibangun menggunakan metode Waterfall. Sistem mampu mengelola data aktivitas siswa, melakukan *preprocessing* data, serta melakukan analisis perilaku belajar siswa menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC)*. Hasil analisis tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran secara otomatis melalui integrasi Artificial Intelligence (AI) sehingga dapat membantu guru dalam menyusun modul pembelajaran yang lebih adaptif sesuai karakteristik gaya belajar siswa. Selain itu, penerapan metode Waterfall membantu proses pengembangan sistem berjalan secara terstruktur mulai dari tahap analisis kebutuhan hingga pengujian sistem. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan metode analisis yang lebih kompleks, integrasi langsung dengan platform LMS secara real-time, serta pengembangan fitur AI agar perangkat pembelajaran yang dihasilkan menjadi lebih variatif dan interaktif. Selain itu, penelitian berikutnya dapat melakukan pengujian terhadap efektivitas sistem dalam meningkatkan kualitas pada cara belajar dan hasil belajar dari siswa.

DAFTAR PUSTAKA

[1] AA. Yauma, I. Fitri, and S. Ningsih, "Learning Management System (LMS) pada E-Learning

Menggunakan Metode Agile dan Waterfall berbasis Website," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 5, no. 3, pp. 323–328, 2021.

- [2] TT. Hardian, S. Lestanti, and S. Kirom, "Perancangan Learning Management System (LMS) di MTs Sunan Kalijogo Ngadri," *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 9, no. 3, pp. 315–324, 2023.
- [3] Yulisman, "Rancang Bangun Sistem E-Learning Berbasis Web di SMAN 1 Singingi," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 128–137, 2019
- [4] Rani, J. Lubis, and A. Setiawan, "Adaptive Learning dalam Desain Instruksional: Pendekatan Strategis Meningkatkan Keterlibatan Mahasiswa di E-Learning Perguruan Tinggi," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, no. 2, 2025.
- [5] J. Andry and M. Stefanus, "Pengembangan Aplikasi E-learning Berbasis Web Menggunakan Model Waterfall Pada SMK Strada 2 Jakarta," *Jurnal FASILKOM*, vol. 10, no. 1, 2020.
- [6] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020.
- [7] K. Septyanto, M. A. Hamid, and D. Aribowo, "Pengembangan E-Learning Berbasis Website menggunakan Metode Waterfall," *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [8] S. Sallu, Y. Harsono, and O. Fajarianto, "Implementation of Waterfall Method in Model Development to Improve Learning Quality of Computer Network Courses," *Jurnal Teknologi Pendidikan*, vol. 25, no. 3, 2023.
- [9] F. Rusliyadi and L. S. Dewi, "Sistem Informasi pada Pembelajaran Online Berbasis Web di SMK Negeri 1 Depok," *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains (JINTEKS)*, vol. 4, no. 2, pp. 197–204, 2022.
- [10] A. S. Kirsan, N. N. Arisa, and A. H. D. Putra, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen pada Badan Amal Menggunakan Metode Waterfall," *Antivirus: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 16, no. 1, pp. 1–12, 2022.
- [11] M. D. Agisfio, "Pengembangan Sistem E-Learning Berbasis Web pada SMA XYZ," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 14, no. 1, 2026
- [12] A. Wulansari dan T. Kristiana, "Sistem Informasi Survey Online Berbasis Website Pada PT. Citi Asia International Menggunakan Waterfall," *Simpatik: Jurnal Sistem Informasi dan Informatika*, vol. 2, no. 2, pp. 86–97, 2022.
- [13] Hidayat and Fauzi, "Data Mining Penentuan Jurusan Siswa Menggunakan Metode Agglomerative Hierarchical Clustering (AHC)," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 2022.

- [14] B. I. Sappaile, N. Nuridayanti, L. Judijanto, and R. Rukimin, "Analisis Pengaruh Pembelajaran Adaptif Berbasis Kecerdasan Buatan terhadap Pencapaian Akademik Siswa Sekolah Menengah Atas di Era Digital," *Jurnal Pendidikan West Science*, vol. 2, no. 1, pp. 25–31, 2024.
- [15] T. Purwoningsih, W. Inayanto, dan M. Yunus, "Exploring Learning Analytics in E-Learning: A Comprehensive Analysis of Student Characteristics and Behavior," *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, vol. 24, no. 2, pp. 50–74, 2023.