

Arsitektur Backend dan Database pada Platform Pembelajaran Interaktif Mathporia

1st Hafidz Shidiq
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
hafidzshidiq@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Roswan Latuconsina
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
roswan@telkomuniversity.ac.id

3rd Astri Novianty
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
astrinov@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kemajuan teknologi informasi telah mendorong transformasi dalam dunia pendidikan, menuntut penerapan sistem pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan kontekstual. Salah satu bentuk inovasi yang dikembangkan adalah *Mathporia*, sebuah platform pembelajaran interaktif berbasis web yang dirancang untuk meningkatkan minat dan kreativitas siswa dalam memahami materi, khususnya pada mata pelajaran Matematika. Platform ini mengadopsi pendekatan *EduKreativa*, yang mengintegrasikan elemen-elemen pembelajaran seperti video interaktif, forum diskusi, kuis dinamis, serta pelacakan progres belajar berbasis gamifikasi.

Penelitian ini difokuskan pada perancangan dan implementasi arsitektur backend serta basis data yang menjadi fondasi utama dari sistem *Mathporia*. Backend dikembangkan menggunakan framework Laravel yang mendukung arsitektur Model-View-Controller (MVC) serta mendukung berbagai fitur seperti routing fleksibel, sistem autentikasi, dan integrasi dengan ORM Eloquent. Di sisi lain, MySQL digunakan sebagai sistem manajemen basis data, dengan dukungan MySQL Workbench sebagai alat bantu visualisasi dan pengelolaan skema relasional. Basis data dirancang untuk menangani berbagai entitas seperti pengguna, materi, forum, kuis, serta progres belajar siswa secara real-time.

Melalui pendekatan ini, sistem yang dibangun tidak hanya menjawab kebutuhan teknis dan fungsional platform pembelajaran interaktif, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, kolaboratif, dan relevan dengan kebutuhan pendidikan modern di lingkungan SMP Negeri 21 Kota Bekasi.

Kata kunci: Backend, Basis Data, Pembelajaran Interaktif, EduKreativa, Laravel, MySQL, Mathporia.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi telah menghadirkan berbagai inovasi dalam dunia pendidikan, salah satunya melalui pengembangan sistem pembelajaran berbasis digital. Di era Revolusi Industri 4.0, pendidikan tidak hanya dituntut untuk menyampaikan materi secara konvensional, tetapi juga untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif, adaptif, dan mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas.

Sebagai respons terhadap kebutuhan tersebut, pengembangan platform pembelajaran berbasis teknologi menjadi solusi strategis dalam menciptakan ekosistem belajar yang lebih relevan dan berorientasi masa depan. Salah satu inovasi yang dikembangkan adalah *Mathporia*, sebuah

platform pembelajaran interaktif berbasis web yang mengintegrasikan elemen-elemen pembelajaran seperti video interaktif, forum diskusi, kuis, serta pelacakan progres belajar berbasis gamifikasi. Seluruh fungsi ini memerlukan fondasi teknologi yang kuat dan terstruktur, khususnya pada sisi arsitektur backend dan basis data.

Dalam membangun arsitektur backend platform *Mathporia*, digunakan framework Laravel sebagai kerangka kerja utama. Laravel dipilih karena kemampuannya dalam menyusun sistem berbasis arsitektur Model-View-Controller (MVC) yang modular, aman, dan mudah dikembangkan. Laravel juga menyediakan fitur-fitur penting seperti autentikasi multi-peran, manajemen routing, serta integrasi langsung dengan database menggunakan *Eloquent ORM*, yang sangat mendukung efisiensi dan keamanan sistem.

Sementara itu, untuk menyusun arsitektur basis data, digunakan MySQL sebagai sistem manajemen basis data yang diimplementasikan dan divisualisasikan menggunakan *MySQL Workbench*. Tools ini memungkinkan tim pengembang merancang skema basis data melalui antarmuka visual yang intuitif, membentuk relasi antar tabel secara efisien, serta mendukung proses pemeliharaan dan pengujian integritas data. Hal ini menjadi penting mengingat platform *Mathporia* mengelola berbagai entitas seperti akun pengguna, materi pembelajaran, kuis, forum diskusi, dan pelacakan hasil belajar siswa secara real-time.

Oleh karena itu, fokus dari penelitian ini diarahkan pada arsitektur backend dan basis data sebagai elemen inti dalam pengembangan platform *Mathporia*. Dengan pendekatan yang terstruktur, diharapkan sistem yang dihasilkan mampu berjalan secara optimal, terintegrasi dengan baik, serta mendukung peningkatan kualitas pembelajaran di SMP Negeri 21 Kota Bekasi secara nyata dan berkelanjutan.

II. KAJIAN TEORI

A. Framework Laravel

Laravel merupakan salah satu framework aplikasi web berbasis PHP yang bersifat open-source dan menggunakan pendekatan arsitektur Model-View-Controller (MVC). Framework ini dipilih karena menyediakan fitur-fitur lengkap yang mendukung percepatan proses pengembangan sistem, antara lain sistem routing yang fleksibel, *Object-Relational Mapping* (ORM) bernama Eloquent, serta *template engine* Blade yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna secara efisien dan dinamis.

Laravel juga memiliki ekosistem pengembangan yang matang dengan dukungan komunitas yang luas serta

tersedianya berbagai paket tambahan melalui *Composer*. Salah satu keunggulan Laravel terletak pada fitur keamanannya yang cukup komprehensif, meliputi proteksi terhadap serangan *Cross-Site Scripting (XSS)*, *Cross-Site Request Forgery (CSRF)*, dan *SQL Injection*. Fitur keamanan ini sangat penting dalam pengembangan platform pembelajaran seperti *Mathporia*, yang membutuhkan sistem autentikasi dan otorisasi pengguna yang aman dan handal.

B. Database MySQL Workbench

Implementasi sistem pembelajaran interaktif ini menggunakan MySQL sebagai *Database Management System (DBMS)* utama yang berperan dalam mengelola seluruh data yang digunakan dalam platform. MySQL dipilih karena kemampuannya dalam menangani skema relasional secara efisien, skalabilitasnya yang baik untuk kebutuhan sistem pendidikan berskala menengah, serta dukungan komunitas dan dokumentasi yang luas. Sistem basis data ini terintegrasi langsung dengan framework Laravel melalui fitur *Eloquent ORM*, yang memungkinkan pengembang untuk melakukan operasi basis data menggunakan pendekatan berorientasi objek sehingga meningkatkan keterbacaan kode dan efisiensi proses pengembangan.

Basis data yang dibangun dirancang untuk mendukung seluruh kebutuhan fungsional dari platform pembelajaran *Mathporia*, meliputi manajemen akun pengguna (siswa, guru, admin), penyimpanan materi pembelajaran, pengelolaan dan penilaian kuis, serta pelacakan progres belajar siswa secara real-time. Untuk mendukung proses desain dan pemeliharaan skema database, tim pengembang menggunakan MySQL Workbench sebagai alat bantu visualisasi.

MySQL Workbench digunakan dalam berbagai tahapan proses pengembangan sistem basis data, mulai dari perancangan Entity Relationship Diagram (ERD), pembuatan tabel, hingga pembentukan relasi antar entitas. Tools ini menyediakan antarmuka grafis yang intuitif, memudahkan tim pengembang dalam melakukan sinkronisasi antara model konseptual dan struktur fisik database. Selain itu, Workbench juga mendukung eksekusi perintah SQL secara langsung, serta memungkinkan evaluasi performa *query* dan pengujian integritas data yang disimpan di dalam sistem.

III. METODE

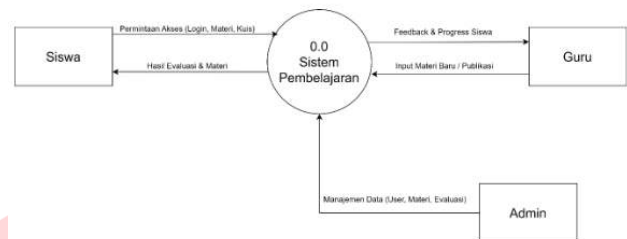
Metodologi yang digunakan dalam pengembangan arsitektur *backend* dan basis data platform *Mathporia* mengadopsi pendekatan rekayasa perangkat lunak yang terstruktur. Proses ini mencakup tiga tahapan utama: perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem.

A. Model Sistem

Pemodelan sistem merupakan tahap krusial dalam siklus hidup pengembangan perangkat lunak untuk memvisualisasikan alur kerja dan interaksi data. Salah satu alat yang digunakan adalah *Data Flow Diagram (DFD)*. Analisis berikut menguraikan pemodelan sistem pembelajaran interaktif menggunakan DFD Level 0, yang juga dikenal sebagai Diagram Konteks. Diagram ini berfungsi untuk mendefinisikan batasan sistem secara keseluruhan, mengidentifikasi entitas eksternal yang berinteraksi dengannya, serta menggambarkan aliran data utama antara entitas tersebut dan sistem. Secara holistik,

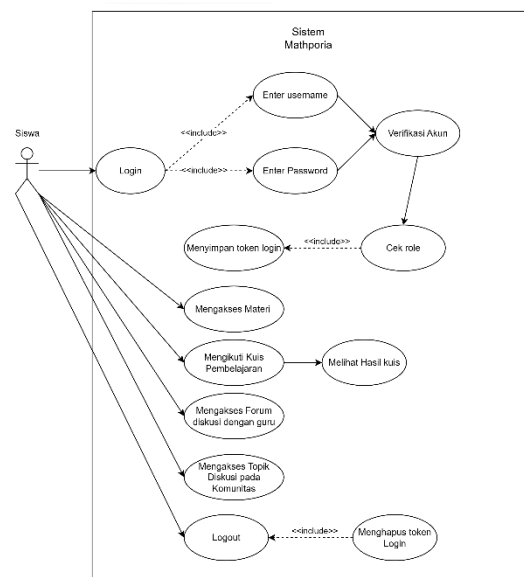
Sistem Pembelajaran ini berfungsi untuk mengotomatisasi dan mengintegrasikan siklus informasi dalam proses belajar-mengajar. Sistem secara sistematis menerima, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan data antara peserta didik dan pengajar, sementara administrator memastikan stabilitas dan integritas data. Dengan demikian, platform ini tidak hanya bertindak sebagai repositori konten, tetapi juga sebagai fasilitator interaksi akademik yang terstruktur dan terukur.

DFD Level 0

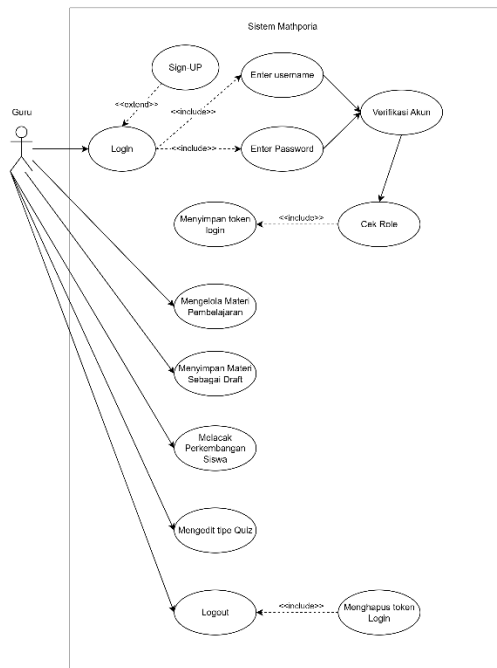


GAMBAR 1
Data Flow Diagram level 0

Selanjutnya, *Use case diagram* (Gambar 2, 3, 4) sistem *Mathporia* memodelkan interaksi tiga peran utama siswa, guru, dan admin dengan berbagai fitur sesuai hak aksesnya, meliputi autentikasi, pengelolaan materi, evaluasi pembelajaran, forum diskusi, manajemen pengguna, serta pemeliharaan data, yang seluruhnya terintegrasi melalui mekanisme backend dan manajemen sesi berbasis token login.



GAMBAR 2
Use Case Diagram Siswa



GAMBAR 3
Usecase Diagram Guru



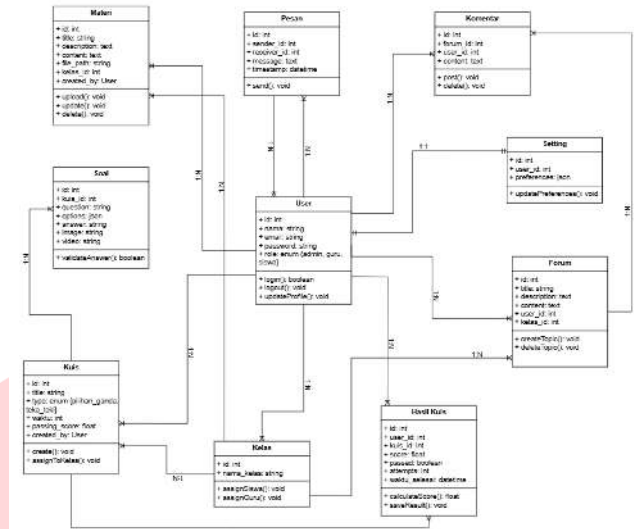
GAMBAR 4
Usecase Diagram Admin

Pemodelan ini menunjukkan bahwa Mathporia menerapkan *multi-role access control* (Siswa, Guru, Admin) yang terintegrasi pada backend. Setiap peran memiliki hak akses dan fungsi yang spesifik, namun seluruhnya menggunakan mekanisme autentikasi dan manajemen sesi yang seragam. Keamanan data dijaga melalui token login yang dihapus setiap kali pengguna keluar dari sistem. Model ini juga mengindikasikan adanya struktur arsitektur modular, di mana setiap fitur dirancang sebagai *use case* terpisah namun saling terhubung, mendukung pengembangan dan pemeliharaan sistem secara efisien.

B. Desain Database

Implementasi dilakukan berdasarkan desain sistem yang telah disusun. Proses ini mencakup pembuatan struktur folder

Laravel, pemrograman logika backend (controller dan model), pembuatan tabel database menggunakan MySQL Workbench, dan pengujian integrasi antara sistem backend dengan database



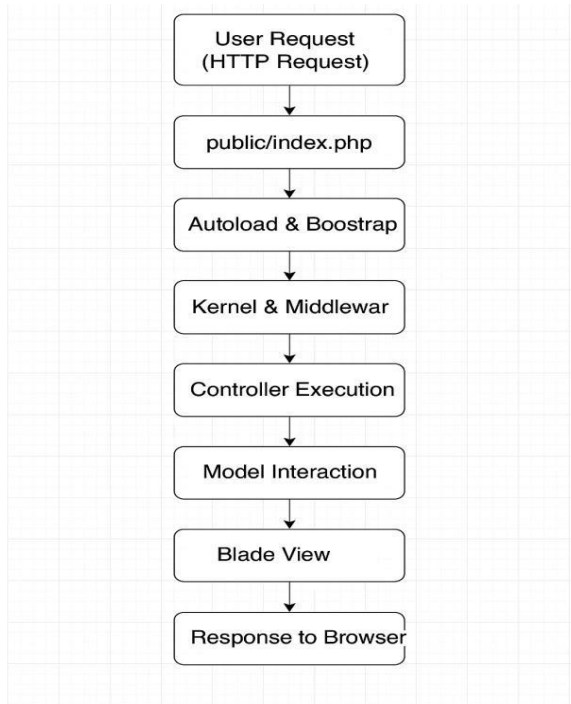
GAMBAR 1
Entity Relationship Diagram

Diagram yang ditampilkan merepresentasikan rancangan sistem pembelajaran interaktif dengan struktur relasi dan fungsionalitas yang terorganisasi secara logis dan konsisten. Terdapat sebelas kelas utama yang saling terhubung, yaitu: User, Kelas, Materi, Kuis, Soal, Hasil Kuis, Forum, Komentar, Pesan, dan Setting. Kelas User menjadi pusat sistem, mengakomodasi berbagai jenis pengguna seperti admin, guru, dan siswa dengan atribut umum seperti nama, email, dan peran (role). Relasi antara User dan entitas lain dirancang dengan tepat; misalnya, User memiliki relasi one-to-many terhadap Materi, Kuis, Forum, dan Komentar, yang mencerminkan peran guru dalam membuat konten serta keterlibatan siswa dalam proses diskusi. Keterkaitan one-to-one antara User dan Setting juga sudah sesuai, karena setiap pengguna hanya memiliki satu konfigurasi pengaturan pribadi.

C. Arsitektur Backend

Arsitektur Framework Laravel yang digunakan pada pengembangan backend *Mathporia* merepresentasikan alur kerja terstruktur yang mengintegrasikan manajemen

permintaan pengguna (*request handling*), logika bisnis, interaksi basis data, dan penyajian antarmuka secara efisien.



GAMBAR 5
Arsitektur Backend Model-View-Controller

Proses diawali ketika pengguna mengirimkan permintaan melalui *web browser* dalam bentuk HTTP Request, yang seluruhnya diarahkan menuju file *index.php* pada direktori *public*. File ini berfungsi sebagai *front controller* yang memulai proses *bootstrap* aplikasi, termasuk memuat seluruh dependensi melalui *Composer Autoload* dan menginisialisasi konfigurasi inti sistem.

Selanjutnya, *request* diteruskan ke HTTP Kernel, yang menjalankan serangkaian *middleware* seperti autentikasi pengguna, validasi token, serta proteksi terhadap serangan *Cross-Site Request Forgery* (CSRF). Setelah lolos tahap ini, *routing* Laravel akan memetakan permintaan tersebut ke *controller* yang relevan. Di dalam *controller*, logika bisnis dijalankan, termasuk pemrosesan autentikasi multi-peran (siswa, guru, admin), manajemen materi, evaluasi kuis, maupun pengelolaan forum diskusi.

Controller kemudian berinteraksi dengan Model menggunakan *Eloquent ORM* untuk mengakses dan memanipulasi data yang tersimpan pada basis data MySQL. Perancangan basis data ini sebelumnya dilakukan menggunakan MySQL Workbench, yang menghasilkan skema relasional meliputi entitas users, materi, kuis, forum, dan progress. Data yang telah diolah selanjutnya dikirimkan ke *view* berbasis Blade Template Engine, yang memungkinkan pembuatan antarmuka dinamis sesuai peran dan kebutuhan pengguna.

Tahap akhir dari arsitektur ini adalah pengiriman HTTP Response kembali ke *web browser*, menampilkan konten pembelajaran interaktif, hasil evaluasi, atau informasi lain sesuai permintaan awal pengguna. Dalam konteks Mathporia, penerapan arsitektur Laravel ini tidak hanya menjamin keteraturan alur kerja backend, tetapi juga memastikan keamanan, modularitas, dan skalabilitas sistem, sehingga platform mampu berjalan secara optimal dalam mendukung

proses pembelajaran interaktif di SMP Negeri 21 Kota Bekasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Database dan Fungsionalitas Back-End

Struktur basis data yang dirancang dalam Entity Relationship Diagram (ERD) berhasil diimplementasikan menggunakan MySQL Workbench, di mana seluruh tabel dan relasinya berfungsi sesuai rancangan. Seluruh entitas seperti *User*, *Materi*, *Kuis*, *Soal*, *Forum*, *Komentar*, *Hasil Kuis*, dan *Progress* telah berjalan sebagaimana mestinya untuk mendukung proses pembelajaran interaktif.

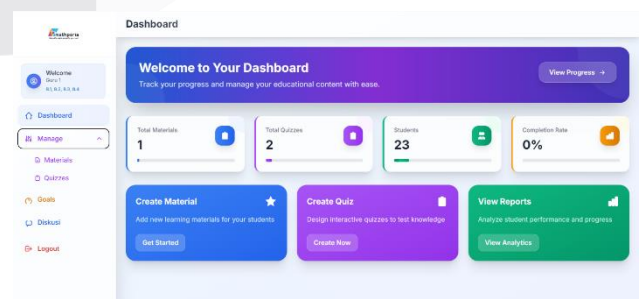
Dari sisi *back-end*, seluruh fungsionalitas yang didefinisikan dalam *Use Case Diagram* untuk peran Siswa, Guru, dan Admin telah berhasil diimplementasikan dan diuji. Implementasi ini merealisasikan proses autentikasi *multi-role* yang membatasi akses pengguna sesuai hak akses masing-masing.

- Siswa dapat mengakses materi, mengikuti kuis, melihat progres, dan berinteraksi melalui forum diskusi.
- Guru dapat menambahkan dan mengedit materi, membuat serta mengelola kuis, dan memantau hasil belajar siswa.
- Admin memiliki hak penuh untuk mengelola pengguna, memelihara data, dan mengawasi aktivitas sistem.

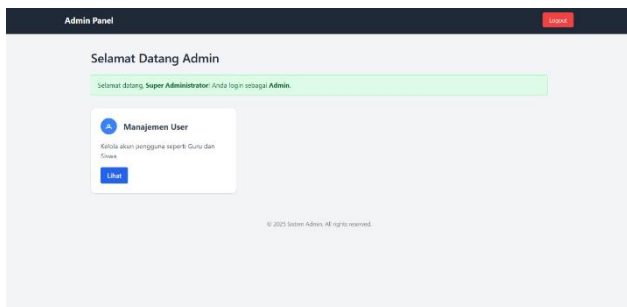
Seluruh alur data yang dimodelkan dalam Data Flow Diagram (DFD) terwujud dalam implementasi, termasuk aliran data progres siswa dari kuis ke basis data, pengunggahan materi dari guru, dan manajemen data pengguna oleh admin.



GAMBAR 6
Halaman Dashboard Siswa



GAMBAR 7
Halaman Dashboard Guru



GAMBAR 8
Halaman *Dashboard admin*

B. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas pada sistem Mathporia dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap fitur utama berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah didefinisikan pada tahap perancangan. Proses pengujian dilaksanakan melalui dua pendekatan, yaitu:

- Pengujian otomatis menggunakan *Katalon Studio* versi 10, sebuah alat berbasis *Graphical User Interface* (GUI) yang dibangun di atas Selenium dan Appium.
- Pengujian manual oleh tim pengembang dengan skenario nyata menggunakan kredensial autentik sesuai peran pengguna (admin, guru, siswa).

Pada pendekatan otomatis, *Katalon Studio* digunakan untuk merekam (*recording*) langkah-langkah interaksi pengguna dengan antarmuka sistem. Meskipun sebagian besar *test case* dapat dijalankan dan menghasilkan keluaran sesuai ekspektasi, ditemukan kendala teknis berupa kegagalan alat perekam dalam mengenali (*detect*) beberapa objek antarmuka pengguna (*UI objects*), khususnya pada elemen-elemen yang dirender secara dinamis atau melalui mekanisme *event-based rendering*.

Kendala ini bukan disebabkan oleh ketidakstabilan *selector* atau atribut HTML, melainkan keterbatasan *recorder* dalam mengidentifikasi elemen yang memerlukan waktu *loading* sebelum dapat diinteraksikan. Tanpa penyesuaian *wait time* atau penambahan *explicit delay*, objek tersebut tidak terekam, sehingga menghasilkan *test step* yang tidak lengkap. Dampak dari fenomena ini meliputi:

- Penurunan efisiensi pengujian, karena langkah uji yang gagal direkam harus dikonfigurasi ulang secara manual.
- Gangguan terhadap reliabilitas pengujian, khususnya pada *regression test suite* yang membutuhkan konsistensi antarmuka.
- Peningkatan waktu pengembangan *test case*, terutama pada komponen UI yang tidak responsif terhadap perekaman otomatis.

Permasalahan tersebut diatasi dengan strategi alternatif seperti penggunaan *Object Spy* untuk identifikasi manual objek, penambahan *explicit delay* pada langkah uji, serta penyesuaian desain antarmuka pada elemen tertentu untuk meningkatkan *testability* sistem. Pendekatan ini memastikan bahwa, meskipun terdapat keterbatasan pada pengujian otomatis, keseluruhan fungsionalitas sistem Mathporia tetap dapat diverifikasi secara menyeluruh.

Item	Object	Input	Output
1 - Open Browser		""	
2 - Navigate To Url		"https://mathporia.my.id/"	
3 - Click	null		
4 - Click	null		
5 - Select Option By Val	null	"guru"; true	
6 - Set Text	null	"guru1@example.com"	
7 - Set Encrypted Text	null	"85QVv/p9jVTsvMIQhLuQ=="	
8 - Send Keys	null	Keys.chord(Keys.ENTER)	
9 - Click	null		

GAMBAR 9
Hasil Pengujian *Blackbox* Melalui Pendekatan Otomatis

Item	Object	Input	Output
1 - Open Browser		""	
2 - Navigate To Url		"https://mathporia.my.id/"	
3 - Click	button_Login		
4 - Click	path		
5 - Select Option By Val	select_Siswa	Guru "guru"; true	
6 - Set Text	input_email_email	"guru1@example.com"	
7 - Set Encrypted Text	input_Password_password	"85QVv/p9jVTsvMIQhLuQ=="	
8 - Click	button_Masuk		

GAMBAR 10
Hasil Pengujian *Blackbox* Melalui Pendekatan Manual

C. Analisis Performa

Pengujian performa pada sistem Mathporia dilakukan untuk mengukur kemampuan backend dalam menangani beban akses simultan oleh banyak pengguna. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi aspek kecepatan respons (*response time*), keterlambatan awal respons (*latency*), kestabilan koneksi (*connect time*), serta konsistensi data yang dikirim dan diterima.

Metode pengujian menggunakan Apache JMeter dengan skenario simulasi 100 pengguna virtual yang secara bersamaan mengakses sistem. Parameter yang diukur meliputi:

- Response Time: waktu yang dibutuhkan sistem untuk memproses dan mengirim respons penuh.
- Latency: durasi dari saat permintaan dikirim hingga sistem mengirim respons pertama.
- Connect Time: waktu yang diperlukan untuk membangun koneksi ke server.
- Status: persentase keberhasilan eksekusi permintaan.
- Konsistensi Data: kesesuaian ukuran data yang dikirim dan diterima.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respons berada pada rentang 88–3258 ms dengan rata-rata sekitar 1,648 detik. Meskipun sebagian besar permintaan dilayani dengan cepat, terdapat permintaan dengan waktu respons di atas 3 detik yang mengindikasikan potensi *bottleneck* pada beban tinggi.

Nilai *latency* bervariasi antara 65–3266 ms, yang mencerminkan adanya perbedaan signifikan pada waktu tunggu respons awal. Hal ini diduga disebabkan oleh keterbatasan sumber daya server, antrean koneksi, atau proses internal seperti autentikasi dan pemanggilan data dinamis.

Connect time menunjukkan fluktuasi antara 29–3169 ms, dengan sebagian besar koneksi terbentuk di bawah 500 ms. Fluktuasi ini mengindikasikan perlunya optimasi pada konfigurasi *thread pool* atau manajemen koneksi untuk mengurangi antrean pada beban tinggi.

Seluruh 100 permintaan berhasil dijalankan tanpa kesalahan (100% keberhasilan), menandakan kestabilan sistem dalam skenario beban menengah. Dari sisi integritas data, ukuran *response* tercatat konsisten sebesar 68.414 byte.

dan *sent bytes* sebesar 117 byte, tanpa indikasi *data loss* atau *data corruption*.

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Success	Time	Latency	Bytes	Errors	Response Code	Response Message
1	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
2	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
3	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
4	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
5	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
6	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
7	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
8	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
9	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	
10	2025-10-25 10:00:00.000	Thread-1	Test Results of Table	Success	1.648	1.648	117	0	200	

GAMBAR 11

Hasil Pengujian Performa menggunakan Apache Jmeter

Analisis tambahan dilakukan dengan pendekatan regresi linier untuk memprediksi waktu respons berdasarkan jumlah pengguna. Berdasarkan dua titik pengujian (0,0) dan (100, 3233) diperoleh persamaan:

$$y = mx + c$$

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{3233 - 0}{100 - 0} = \frac{3233}{100} = 32,33$$

$$y = 32,33x$$

di mana y adalah waktu respons (ms) dan x adalah jumlah pengguna. Model ini memprediksi bahwa pada beban 100 pengguna, waktu respons mencapai sekitar 3,233 detik, sesuai dengan hasil pengujian aktual.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa arsitektur backend Mathporia yang dibangun dengan Laravel dan basis data MySQL mampu memberikan respons yang relatif cepat, stabil, dan konsisten pada skenario beban menengah. Namun, optimasi lebih lanjut pada manajemen koneksi dan *query execution* disarankan untuk meningkatkan kinerja pada beban yang lebih tinggi.

D. Pembahasan

Pengembangan arsitektur backend dan database pada platform pembelajaran interaktif Mathporia terbukti menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan sistem pembelajaran berbasis teknologi di SMP Negeri 21 Kota Bekasi. Pemilihan framework Laravel dengan arsitektur Model-View-Controller (MVC) memberikan kejelasan struktur pengembangan dan memudahkan pemisahan logika bisnis, pengelolaan data, dan penyajian antarmuka. Pendekatan ini berkontribusi langsung terhadap kemudahan pemeliharaan, peningkatan keamanan, dan skalabilitas sistem.

Di sisi penyimpanan data, penggunaan MySQL yang dirancang dan divisualisasikan melalui MySQL Workbench berhasil mengimplementasikan struktur basis data relasional yang sesuai dengan rancangan Entity Relationship Diagram (ERD). Seluruh entitas dan relasinya termasuk pengguna, materi, kuis, forum diskusi, hasil kuis, dan progres siswa berjalan sesuai kebutuhan fungsional, memastikan integrasi data yang konsisten dan efisien.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa semua alur kerja yang telah didefinisikan pada tahap perancangan baik dalam Data Flow Diagram (DFD) maupun Use Case Diagram

terwujud secara penuh di sistem. Autentikasi multi-role memungkinkan siswa, guru, dan admin mengakses fitur sesuai haknya, mulai dari pengelolaan materi hingga pelacakan progres siswa. Aliran data, mulai dari input pengguna, pemrosesan di backend, penyimpanan di database, hingga keluaran ke antarmuka, berjalan sesuai model yang telah direncanakan.

Pengujian fungsionalitas, baik secara otomatis menggunakan Katalon Studio maupun manual, membuktikan bahwa mayoritas fitur bekerja sesuai spesifikasi. Meskipun terdapat kendala teknis pada perekaman otomatis objek antarmuka dinamis, masalah tersebut tidak mempengaruhi validitas fungsionalitas inti sistem karena dapat diatasi melalui identifikasi manual objek dan penyesuaian desain antarmuka.

Pengujian performa menggunakan Apache JMeter mengonfirmasi bahwa backend dan database mampu menangani beban menengah (100 pengguna virtual) dengan tingkat keberhasilan 100% dan integritas data terjaga. Waktu respons rata-rata berada di kisaran 1,648 detik, dengan beberapa lonjakan waktu respons yang masih dalam batas toleransi namun memerlukan optimasi lanjutan untuk menghadapi skala pengguna yang lebih besar.

Secara keseluruhan, arsitektur backend dan database Mathporia telah terbukti efektif dalam mendukung seluruh alur kerja yang dirancang, memberikan performa yang stabil, serta menyediakan fondasi yang kuat untuk pengembangan fitur dan peningkatan kapasitas sistem di masa mendatang.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, arsitektur backend dan database yang dibangun pada platform pembelajaran interaktif Mathporia terbukti mampu memenuhi seluruh alur kerja yang telah didefinisikan pada tahap perancangan. Penerapan framework Laravel dengan pola arsitektur Model-View-Controller (MVC) memberikan struktur pengembangan yang terorganisasi, modular, dan aman, sedangkan penggunaan MySQL yang dirancang melalui MySQL Workbench menghasilkan skema basis data relasional yang konsisten dan terintegrasi dengan baik terhadap fungsionalitas sistem.

Hasil pengujian fungsionalitas menunjukkan bahwa seluruh fitur utama dapat berjalan sesuai spesifikasi, baik melalui pengujian otomatis maupun manual, meskipun terdapat kendala teknis pada deteksi objek antarmuka dinamis yang berhasil diatasi melalui penyesuaian teknis. Pengujian performa menggunakan Apache JMeter memperlihatkan bahwa sistem mampu menangani beban menengah dengan tingkat keberhasilan 100% dan integritas data terjaga, disertai waktu respons rata-rata yang masih berada dalam batas toleransi.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa arsitektur backend dan database Mathporia efektif dalam mendukung proses pembelajaran interaktif, memiliki performa yang stabil, serta layak dijadikan fondasi untuk pengembangan dan peningkatan kapasitas sistem pada skala penggunaan yang lebih luas di masa mendatang.

REFERENSI

- [1] T. Otwell, *Laravel: Up and Running*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2022.
[2] Oracle, "MySQL Workbench Manual," *MySQL*

- Documentation*, 2024. [Online]. Available: <https://dev.mysql.com/doc/workbench/en/>.
[3] Apache Software Foundation, "Apache JMeter," *Apache JMeter Project*, 2024. [Online]. Available: <https://jmeter.apache.org/>.
[4] Katalon LLC, "Katalon Studio Documentation," *Katalon Docs*, 2024. [Online]. Available: <https://docs.katalon.com/>.
[5] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston, MA: Pearson, 2015.

