



Rancang Bangun Sistem Computer Based Test (CBT) Penerimaan Mahasiswa Baru Berbasis Web Menggunakan Metode Research And Development dengan Model Waterfall

Ardiansyah Cahya Nugroho*, Cucut Hariz Pratomo

Fakultas Sains Teknologi dan Peternakan, Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Karanganyar,
Karanganyar

Jl. Raya Solo-Tawangmangu No.KM. 12, Pandes, Papahan, Kec. Tasikmadu, Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia

Email: ¹*ardiansyahada45@gmail.com, ²chpratomo@umuka.ac.id

Email Penulis Korespondensi: ardiansyahada45@gmail.com

Submitted: 03/07/2026; Accepted: 18/07/2026; Published: 20/07/2026

Abstrak—Pelaksanaan seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) membutuhkan suatu sistem yang efisien, transparan, dan efektif untuk menunjang akurasi keputusan. Sebelumnya, CBT yang dimanfaatkan dalam seleksi PMB masih mengandalkan kerangka kerja CodeIgniter, yang rentan mengalami kendala terkait keluwesan manajemen data, keamanan, serta skalabilitas ketika jumlah pendaftar melonjak. Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, riset ini merancang ulang sistem CBT PMB berbasis web memanfaatkan kerangka kerja Laravel yang lebih terstruktur dengan pola Model-View-Controller (MVC), serta dipadukan dengan basis data relasional MySQL guna menyediakan pengelolaan data yang terstruktur, dan mudah dipelihara. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya berfokus pada digitalisasi proses ujian, peningkatan usability, maupun efisiensi sistem secara mendasar. Inovasi utama dan kontribusi dari penelitian ini adalah ketersediaan fitur live score yang menjamin transparansi rekapitulasi nilai seketika bagi peserta, metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D). Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan berbagai fitur utama seperti manajemen peserta, pengelolaan bank soal, pelaksanaan ujian daring, perhitungan nilai otomatis, hingga fitur live score untuk memantau hasil secara real-time. Berdasarkan pengujian Black Box Testing, validitas fungsional sistem mencapai angka 100%, membuktikan bahwa seluruh skenario pengujian berjalan tanpa kendala. Inovasi utama dari sistem ini adalah ketersediaan fitur live score yang menjamin transparansi perhitungan nilai, serta pemanfaatan arsitektur teknologi terukur untuk memudahkan panitia dalam mengelola data berskala besar.

Kata Kunci: Black Box Testing; Computer Based Test; Laravel; Live Score; MySQL; Research and Development

Abstract—The implementation of the New Student Admission (PMB) selection process requires an efficient, transparent, and effective system to support accurate decision-making. Previously, the Computer-Based Test (CBT) system used for PMB selection relied on the CodeIgniter framework, which was prone to limitations in data management flexibility, security, and scalability as the number of applicants increased. To address these challenges, this study redesigns a web-based PMB CBT system using the Laravel framework, which adopts the Model-View-Controller (MVC) architecture, and integrates a relational database MySQL to provide structured and maintainable data management. Most previous studies have primarily focused on the digitalization of examination processes, usability improvements, or basic system efficiency. The main innovation and contribution of this research is the implementation of a live score feature that ensures transparent and immediate presentation of examination results for participants. This study employs the Research and Development (R&D) method to design, develop, and evaluate the proposed system. The developed system includes several key features, such as participant management, question bank management, online examinations, automatic score calculation, and a live score feature for real-time result monitoring. Based on Black Box Testing, the system achieved a functional validity rate of 100%, indicating that all testing scenarios were successfully executed without errors. The proposed system contributes by enhancing the transparency of score calculation and utilizing a scalable technology architecture to assist the admission committee in managing large-scale applicant data efficiently.

Keywords: Black Box Testing; Computer Based Test; Laravel; Live Score; MySQL; Research and Development

1. PENDAHULUAN

Kemajuan di bidang teknologi informasi membawa pengaruh signifikan bagi transformasi berbagai sektor, tak terkecuali dunia pendidikan. Pemanfaatan teknologi masa kini telah meluas dari sekadar alat bantu belajar menjadi instrumen pendukung krusial untuk kegiatan administrasi, evaluasi, hingga seleksi akademik. Salah satu wujud pemanfaatan tersebut adalah Computer Based Test (CBT), sebuah sistem ujian digital yang memfasilitasi penyajian soal, perekaman jawaban, hingga pengolahan skor akhir. Penggunaan CBT menawarkan berbagai keuntungan seperti efisiensi waktu pengerjaan, reduksi penggunaan kertas, serta percepatan proses koreksi hasil ujian [1]. Implementasi CBT mampu memberikan kemudahan dalam pelaksanaan ujian karena dapat meningkatkan efisiensi waktu, mengurangi penggunaan dokumen fisik, serta mempercepat proses pemeriksaan dan penyajian hasil ujian.

Di tingkat perguruan tinggi, CBT lazim diterapkan pada Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) demi mewujudkan tahapan seleksi yang objektif, transparan, dan efektif. Kehadiran sistem CBT berbasis web merupakan solusi strategis bagi institusi dalam menjaga kualitas layanan akademik, khususnya saat menghadapi lonjakan pendaftar [2]. Sistem CBT berbasis web menjadi salah satu solusi yang dapat membantu perguruan tinggi dalam meningkatkan kualitas layanan akademik, terutama dalam menghadapi jumlah peserta yang semakin meningkat.

Penelitian yang dilakukan oleh Miftahul Jannah, Adli Abdillah Nababan, dan Yulianus Zai mengembangkan sistem PMB berbasis CBT yang sukses memfasilitasi pendaftaran hingga penilaian secara daring. Namun, fokus mereka masih terbatas pada digitalisasi seleksi dan belum menyentuh aspek pemantauan nilai secara langsung maupun optimasi basis data [3].

Di sisi lain, Muhaimin dkk. merancang CBT untuk seleksi siswa baru yang mempercepat perhitungan nilai kelulusan, walau sistem tersebut masih berjalan secara luring (offline) [4]. penelitian sebelumnya oleh Fauzi Nur Iman, Ida Farida. menunjukkan bahwa pengembangan sistem Computer Based Test berbasis Laravel dan Electron.js dengan pendekatan model Waterfall mampu menghasilkan aplikasi yang aman, efisien, dan memiliki kualitas fungsionalitas, keandalan, kemudahan penggunaan [2]. penelitian Widya Ningsih dan Habibah Nurfauziah membandingkan model waterall dan prototype menjelaskan bahwa dalam pengembangan sistem informasi, model Waterfall lebih sesuai digunakan pada perangkat lunak dengan kebutuhan yang dapat diidentifikasi secara lengkap sejak awal[5].

Berangkat dari celah penelitian tersebut, riset ini berupaya menyempurnakan sistem yang ada. Universitas Muhammadiyah Karanganyar sebelumnya memakai CBT berbasis CodeIgniter. Akan tetapi, platform tersebut menemui berbagai limitasi seiring naiknya kebutuhan pengguna, mulai dari manajemen data yang kaku, lambatnya pengembangan fitur baru, hingga ketiadaan umpan balik nilai secara instan bagi peserta ujian.

Untuk memecahkan masalah ini, dikembangkanlah CBT dengan teknologi yang lebih mutakhir. Kerangka kerja Laravel dipilih karena memiliki dukungan Model View Controller (MVC) yang menjamin kerapian kode, routing, hingga middleware untuk keamanan. Selain itu, integrasi dengan MySQL diaplikasikan guna menangani data ujian (seperti soal dan jawaban) yang cocok dengan skema relasional. Inovasi tambahan berupa fitur live score turut dihadirkan agar peserta dapat langsung melihat rincian jawaban benar, salah, dan nilai akhir sesaat setelah ujian berakhir. Pengembangan ini sejalan dengan temuan Muhammad Nabil Hilman dkk. (2025) yang menyoroti masih minimnya adopsi MySQL dan live score pada CBT modern [6].

Dapat disimpulkan bahwa sistem CBT berbasis web telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi pelaksanaan ujian, mempercepat proses penilaian, serta mempermudah pengelolaan data ujian. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada digitalisasi proses ujian, peningkatan usability, maupun efisiensi sistem. Pengembangan fitur live score dan pemanfaatan MySQL sebagai basis data yang terstruktur untuk mendukung pengelolaan data belum banyak dibahas. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem CBT berbasis Laravel dengan dukungan MySQL serta fitur live score sebagai upaya untuk melengkapi kekurangan pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Universitas Muhammadiyah Karanganyar sebelumnya telah menerapkan sistem CBT berbasis web menggunakan framework CodeIgniter untuk mendukung pelaksanaan ujian PMB. Namun, seiring dengan perkembangan kebutuhan pengguna, sistem tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti pengelolaan data yang belum optimal, keterbatasan pengembangan fitur, aspek keamanan sistem, serta belum tersedianya informasi hasil ujian secara langsung kepada peserta. Proses penyampaian hasil yang masih membutuhkan tahapan tambahan dapat menyebabkan keterlambatan informasi dan mengurangi transparansi dalam proses seleksi .

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pengembangan sistem CBT dengan teknologi yang lebih modern dan memiliki struktur pengembangan yang lebih baik. Framework Laravel dipilih karena menerapkan konsep Model View Controller (MVC) yang menyediakan fitur pendukung seperti routing, middleware, autentikasi, validasi, dan Object Relational Mapping (ORM) [7]. Selain itu, penggunaan basis data MySQL mendukung pengelolaan data secara terstruktur melalui skema relasional, sehingga penyimpanan dan pengelolaan data ujian, data soal, jawaban peserta, dan hasil ujian, dapat dilakukan secara terstruktur, dan mudah dipelihara. [6].

Pengembangan sistem ini juga menerapkan fitur live score yang memungkinkan peserta memperoleh informasi hasil ujian secara langsung setelah menyelesaikan seluruh soal. Fitur tersebut dapat menampilkan nilai akhir, jumlah jawaban benar, jumlah jawaban salah, serta status hasil seleksi berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan. Implementasi fitur live score diharapkan mampu meningkatkan transparansi, mempercepat proses evaluasi, serta memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik .

Berdasarkan penelitian oleh Muhammad Nabil Hilman dkk pada tahun 2025, sebagian besar pengembangan CBT masih berfokus pada penyediaan layanan ujian online dan pengelolaan soal, sedangkan pengembangan sistem CBT dengan migrasi teknologi, penggunaan database MySQL, serta penerapan fitur live score masih belum banyak dilakukan [6]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Computer Based Test (CBT) PMB berbasis web menggunakan framework Laravel dan database MySQL pada Universitas Muhammadiyah Karanganyar.

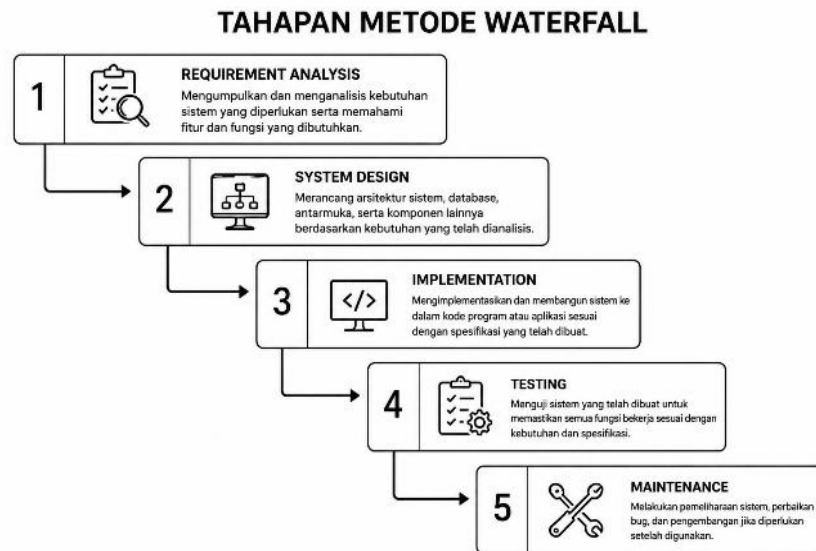
Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pelaksanaan ujian, mempermudah pengelolaan data, meningkatkan keamanan sistem, serta menyediakan hasil ujian secara cepat dan transparan [8]. Melalui integrasi kerangka kerja Laravel dan basis data MySQL, sistem ini memberikan kontribusi nyata dalam mengoptimalkan tata kelola Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) menjadi lebih efisien, transparan, dan terstruktur.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada metode Research and Development (R&D) guna merancang ulang dan menyempurnakan Sistem Computer Based Test (CBT) PMB berbasis web di Universitas Muhammadiyah Karanganyar. Pengembangan dilakukan dengan memigrasikan sistem lama yang berbasis CodeIgniter menuju kerangka kerja Laravel, ditambah sokongan basis data MySQL serta penyematan fitur live score [9].

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah Waterfall. Metode Waterfall dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis, terstruktur, dan mudah diterapkan dalam pengembangan sistem informasi. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan sehingga memudahkan proses dokumentasi dan pengendalian pengembangan sistem [10].



Gambar 1. Tahapan Metode Waterfall

Pada **Gambar 1** prosedur pengembangan sistem dilakukan melalui tahapan-tahapan rekayasa perangkat lunak yang sistematis [11].

- a. Requirement Analysis
Mengumpulkan spesifikasi kebutuhan sistem baru lewat wawancara dengan panitia PMB, observasi pada sistem lama, dan studi literatur.
- b. System Design
Membuat rancangan arsitektur, antarmuka pengguna (user interface), alur kerja (flowchart), serta skema basis data.
- c. Implementation
Menerjemahkan desain ke dalam bentuk baris kode menggunakan PHP (Laravel) dan MySQL.
- d. Testing
Melakukan uji fungsionalitas menyeluruh dengan metode Black Box Testing untuk memastikan tidak ada error saat digunakan.
- e. Maintenance
Fase penyesuaian sistem untuk menjaga performa agar terus optimal dalam jangka panjang.

Sistem yang dibangun dirancang agar menjembatani dua pengguna utama: Admin dan Peserta. Admin memegang kendali atas manajemen peserta, bank soal, penjadwalan, hingga pemantauan live score. Sementara itu, Peserta dapat mengakses halaman ujian, menjawab soal yang tersimpan di basis data secara berkala, dan melihat nilai akhir secara instan berkat sistem koreksi otomatis [12].

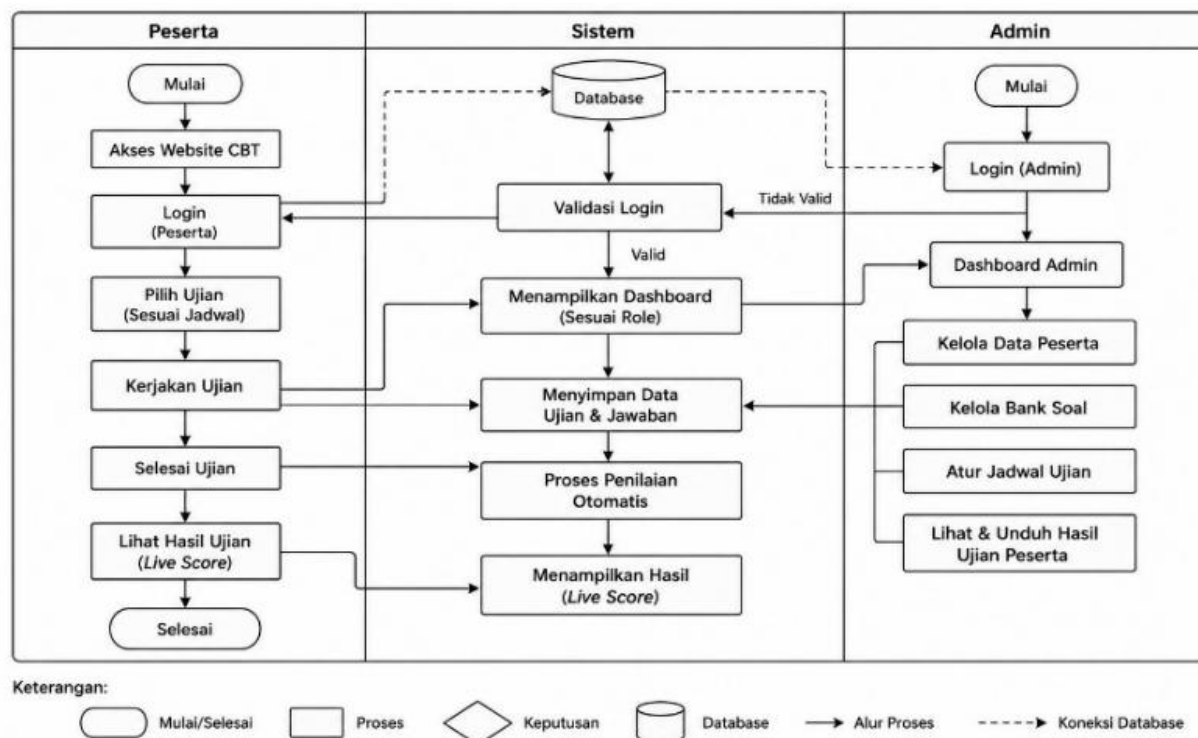
2.2 Tahap Perancangan Sistem

Tahap perancangan diawali dengan menganalisis kelemahan sistem yang sedang berjalan untuk menentukan arsitektur pengembangan yang tepat. Sistem Computer Based Test (CBT) Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) yang digunakan sebelumnya masih memiliki sejumlah keterbatasan. Sistem lama tersebut dibangun menggunakan kerangka kerja CodeIgniter dengan struktur pengelolaan data yang belum terintegrasi secara optimal, basis data yang kaku, serta tidak tersedianya fitur live score yang membuat peserta tidak dapat melihat hasil ujian secara langsung.

Sebagai solusi, penelitian ini mengembangkan sistem baru menggunakan metode Research and Development (R&D). Pengembangan difokuskan pada migrasi ke framework Laravel yang menawarkan arsitektur

lebih aman dan terstruktur, dipadukan dengan basis data MySQL untuk mendukung pengelolaan bank soal secara terstruktur, dan mudah dipelihara. Pembaruan utama pada sistem ini adalah integrasi pengelolaan administrasi dalam satu pintu serta implementasi fitur live score yang memproses penilaian secara otomatis dan real-time, sehingga transparansi dan efisiensi seleksi meningkat drastis [13].

Untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai alur kerja sistem hasil pengembangan, perancangan digambarkan melalui Flowchart yang melibatkan dua aktor utama, yaitu Admin dan Peserta.



Gambar 2. Flowchart Sistem CBT PMB

Berdasarkan Gambar 2, penjelasan alur perancangan sistem, sebagai berikut:

1. Alur Pengguna Admin: Proses diawali dengan admin mengakses website dan melakukan login. Sistem akan melakukan validasi kredensial. Jika tidak valid, admin dikembalikan ke halaman login. Jika valid, admin diarahkan ke Dashboard Admin. Pada halaman ini, admin memiliki wewenang penuh untuk mengelola data peserta, mengelola bank soal ke dalam database, mengatur jadwal ujian, serta melihat dan mengunduh laporan hasil ujian peserta (live score).
2. Alur Pengguna Peserta: Peserta yang telah memiliki akun melakukan login ke dalam sistem CBT. Setelah validasi berhasil, peserta masuk ke dashboard dan memilih ujian sesuai jadwal yang telah ditentukan. Saat peserta mengerjakan ujian, sistem secara berkala menyimpan data ujian dan opsi jawaban ke dalam database. Setelah peserta menyelesaikan ujian, sistem langsung melakukan proses penilaian otomatis. Hasil kalkulasi tersebut kemudian ditampilkan seketika kepada peserta melalui halaman Live Score sebelum sesi ujian dinyatakan selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Desain Sistem

Luaran utama dari riset pengembangan ini adalah aplikasi web Computer Based Test (CBT) yang ditopang oleh teknologi Laravel dan MySQL. Implementasi platform ini difokuskan pada transformasi alur Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) di lingkungan Universitas Muhammadiyah Karanganyar menuju tata kelola yang transparan, berdaya guna, dan presisi. Transisi ke sistem CBT digital memfasilitasi komputerisasi menyeluruh pada alur seleksi, yang mencakup pengaturan akun pendaftar, distribusi butir soal, proses pengerjaan tes daring, sampai dengan rekapitulasi nilai yang berjalan otomatis [14]. Fakta ini memperkuat berbagai literatur terdahulu yang mengindikasikan bahwa digitalisasi ujian tidak hanya memangkas ketergantungan panitia pada pencatatan manual, tetapi juga memberikan efisiensi waktu yang signifikan dalam mengoreksi jawaban dan meningkatkan kredibilitas layanan kampus.

Selain itu, penerapan framework Laravel memberikan keuntungan dalam struktur pengembangan aplikasi karena Laravel menggunakan konsep MVC yang membuat kode lebih terorganisir, mudah dipelihara, dan fleksibel untuk pengembangan fitur baru [15]. Sementara itu, penggunaan MySQL sebagai basis data relasional mendukung

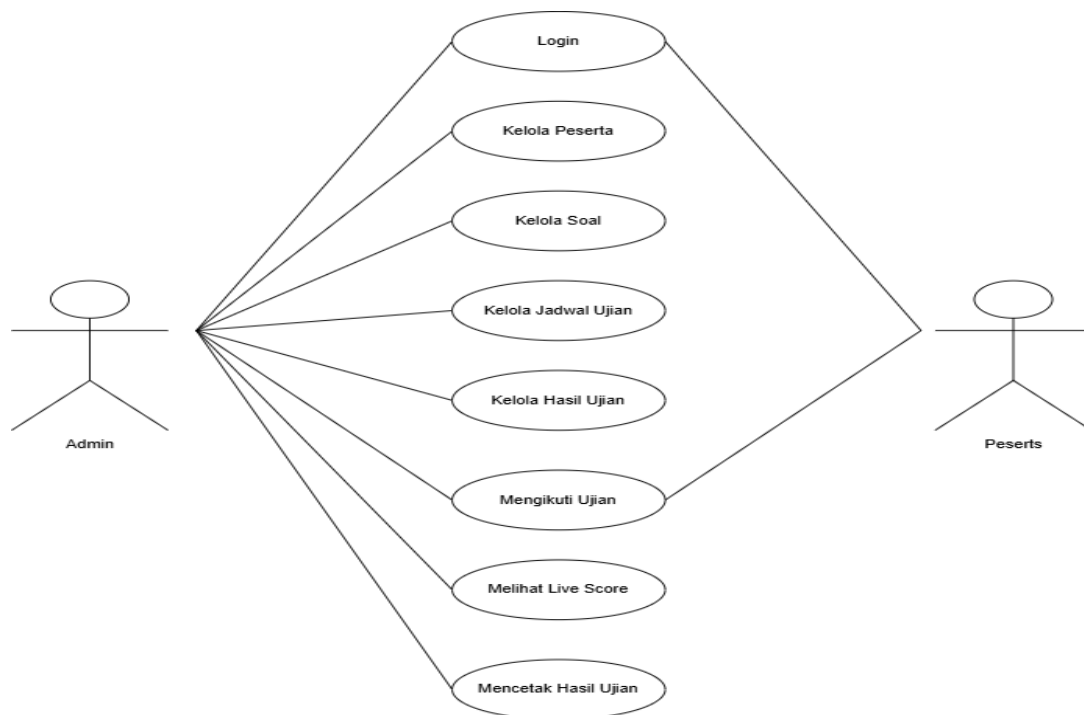
penyimpanan dan pengelolaan data secara terstruktur, terutama untuk data ujian, data soal, jawaban peserta, dan hasil nilai, sehingga integritas data dapat terjaga. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa MySQL memiliki kinerja yang baik dalam mengelola data pada aplikasi yang membutuhkan akses data secara andal. [16].

Pengembangan sistem Computer Based Test (CBT) ini diimplementasikan dengan mengintegrasikan berbagai modul fungsional ke dalam satu kesatuan alur kerja yang terpusat. Interaksi antar-modul dirancang secara sistematis untuk membentuk siklus input, proses, hingga output yang berkesinambungan. Proses bermula dari tahap input pada modul manajemen data, di mana administrator yang telah melewati modul autentikasi memasukkan data peserta, menyusun bank soal, dan menetapkan jadwal ujian. Seluruh data yang diinputkan tersebut kemudian direlasikan ke dalam modul pelaksanaan ujian sebagai basis referensi utama. Pada tahap proses, ketika peserta mengakses sistem dan mengerjakan tes, siklus berjalan secara real-time. Setiap jawaban peserta ditangkap oleh sistem dan langsung diteruskan ke modul penilaian otomatis. Modul ini secara langsung mengkalkulasi pencapaian peserta berdasarkan parameter dan kunci jawaban yang telah ditetapkan di awal. Sebagai output dari serangkaian proses tersebut, sistem menyajikan kalkulasi nilai secara instan melalui fitur live score kepada peserta, sekaligus merekamnya ke dalam basis data. Data akhir ini kemudian diekstrak oleh sistem menjadi dokumen laporan hasil seleksi yang dapat diunduh oleh administrator. Melalui keterhubungan arsitektur antar-modul ini, seluruh siklus Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) dapat dieksekusi secara efisien, transparan, dan saling terintegrasi dalam satu platform.

Tahap perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan kebutuhan pengguna ke dalam bentuk rancangan sistem yang akan dibangun.

3.1.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram pada Gambar 3 digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem CBT PMB. Pada sistem yang dikembangkan terdapat dua aktor utama Admin dan Peserta. Admin memiliki hak akses untuk mengelola seluruh data sistem, sedangkan peserta hanya dapat mengikuti ujian dan melihat hasil ujian.



Gambar 3. Use case sistem cbt

Alur interaksi pada sistem Computer Based Test (CBT) dipetakan melalui use case yang melibatkan dua pengguna utama, yakni admin dan peserta. Tahapan operasional dimulai saat pengguna melakukan autentikasi masuk menggunakan akun terdaftar, di mana sistem akan memvalidasi kredensial tersebut untuk menentukan hak akses halaman. Pada hak akses tingkat admin, fungsionalitas mencakup kendali penuh atas manajemen data pendaftar, penyusunan dokumen bank soal, penjadwalan, serta kompilasi nilai. Selain itu, pihak pengelola dapat memverifikasi berjalannya ujian secara real-time via menu live score dan mengeksport ringkasan performa sebagai material pelaporan. Di sisi lain, aktor peserta berinteraksi dengan memasukkan kode token khusus guna membuka lembar ujian digital, menyelesaikan butir soal dalam tenggat waktu yang tersedia, dan mengonfirmasi penyelesaian tes. Begitu sesi pengerjaan ditutup, platform secara otomatis merekam histori jawaban, menghitung perolehan poin secara instan, dan menyajikan ringkasan hasil pada layar. Integrasi antar-komponen ini membentuk suatu tata kelola ujian digital yang tersinkronisasi, mempercepat pengolahan data, serta memodernisasi administrasi seleksi secara komprehensif.

3.2 Hasil Implementasi Sistem

Tahap implementasi pada **Tabel 1** dilakukan dengan menerjemahkan hasil perancangan ke dalam bentuk aplikasi yang dapat digunakan oleh pengguna.

Tabel 1. Teknologi Pengembangan Sistem

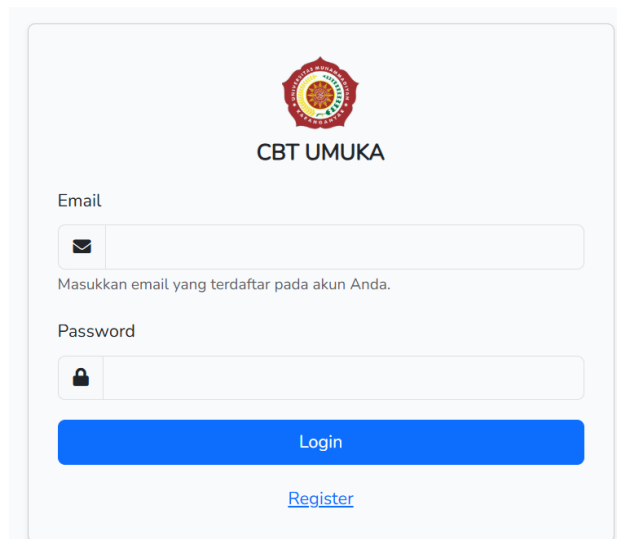
Komponen	Teknologi
Bahasa Pemrograman	PHP
Framework	Laravel
Database	MySQL
Front-End	HTML,CSS,JavaScript,Bootstrap
Web Server	Apache
Browser	Google Chrome, Mozilla Firefox

Laravel digunakan sebagai framework utama karena memiliki struktur pengembangan yang lebih modern dibandingkan framework sebelumnya. Selain itu Laravel menyediakan berbagai fitur yang mendukung keamanan dan kemudahan pengembangan aplikasi berbasis web [17]

MySQL digunakan untuk mendukung pengelolaan data soal, jawaban, dan hasil ujian peserta secara terstruktur melalui skema basis data relasional, sehingga integritas, dan kemudahan pemeliharaan data dapat terjaga [18]. Dalam sistem CBT, data yang dikelola tidak selalu memiliki bentuk yang tetap, misalnya data soal dapat memiliki berbagai jenis pilihan jawaban, pembahasan, tingkat kesulitan, kategori, dan metadata tambahan lainnya. Begitu juga dengan data jawaban peserta dan hasil ujian yang dapat berubah sesuai dengan jumlah soal, durasi ujian, maupun aturan penilaian yang diterapkan. Dengan karakteristik tersebut MySQL memberikan kemudahan dalam menyimpan, membaca, memperbarui, dan mengelola data melalui skema basis data relasional yang terstruktur, sehingga integritas data dapat terjaga [19].

3.2.1 Halaman Login

Halaman login pada Gambar 4 tersebut merupakan halaman awal yang digunakan untuk melakukan proses autentikasi pengguna sebelum masuk ke dalam sistem. Pengguna yang memiliki akun dapat melakukan login menggunakan username dan password yang telah terdaftar.



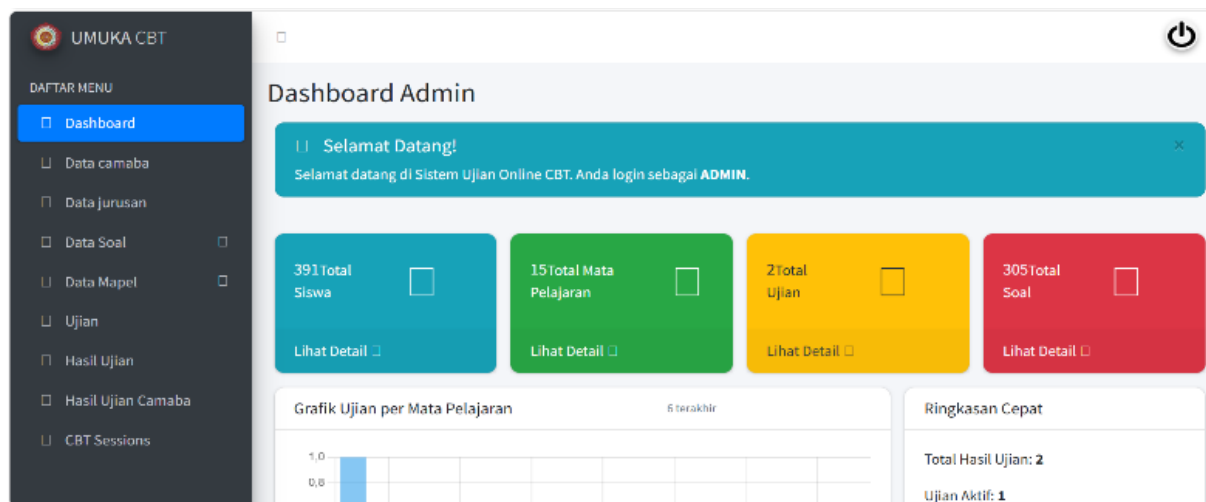
Gambar 4. Halaman Login Sistem CBT

Pada halaman ini sistem akan melakukan validasi terhadap data login yang dimasukkan oleh pengguna. Jika data yang dimasukkan sesuai maka pengguna akan diarahkan ke halaman dashboard sesuai dengan hak akses yang dimiliki.

3.2.2 Dashboard Admin

Dashboard admin pada Gambar 5 tersebut merupakan pusat kendali yang menyajikan statistik jumlah peserta, jadwal aktif, serta ringkasan informasi PMB secara terpusat.

Halaman dashboard admin dirancang sebagai pusat kendali utama yang menampilkan berbagai data secara terintegrasi. Melalui antarmuka ini, admin dapat secara langsung memantau data peserta Penerimaan Mahasiswa Baru (PMB) yang terdaftar, data soal di dalam sistem, serta sesi ujian yang sedang aktif beroperasi. Lebih lanjut, halaman dashboard ini juga menyediakan data hasil ujian secara keseluruhan mengenai peserta yang telah menyelesaikan tahapan ujian tersebut.

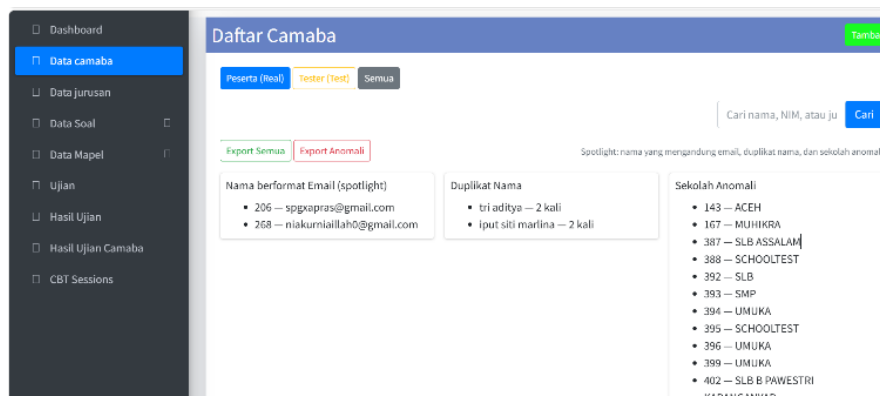


Gambar 5. Dashboard Admin CBT

Informasi tersebut membantu panitia PMB dalam melakukan monitoring pelaksanaan ujian secara lebih efektif, karena seluruh aktivitas peserta dapat dipantau melalui sistem secara terpusat dan real-time. Dengan adanya sistem CBT berbasis web, panitia tidak hanya dapat melihat status peserta yang telah login, sedang mengerjakan, atau sudah menyelesaikan ujian, tetapi juga dapat memantau jalannya ujian tanpa harus melakukan pengawasan manual secara penuh di setiap sesi. Hal ini sejalan dengan penelitian tentang CBT yang menekankan bahwa monitoring digital mampu meningkatkan efisiensi pengawasan, mempercepat identifikasi kendala teknis, serta mendukung transparansi proses ujian [20].

3.2.3 Modul Manajemen Peserta

Modul manajemen peserta pada **Gambar 6** tersebut digunakan panitia untuk menambah, mengedit, atau menghapus data peserta beserta akun akses mereka.



Gambar 6. Modul Management Peserta

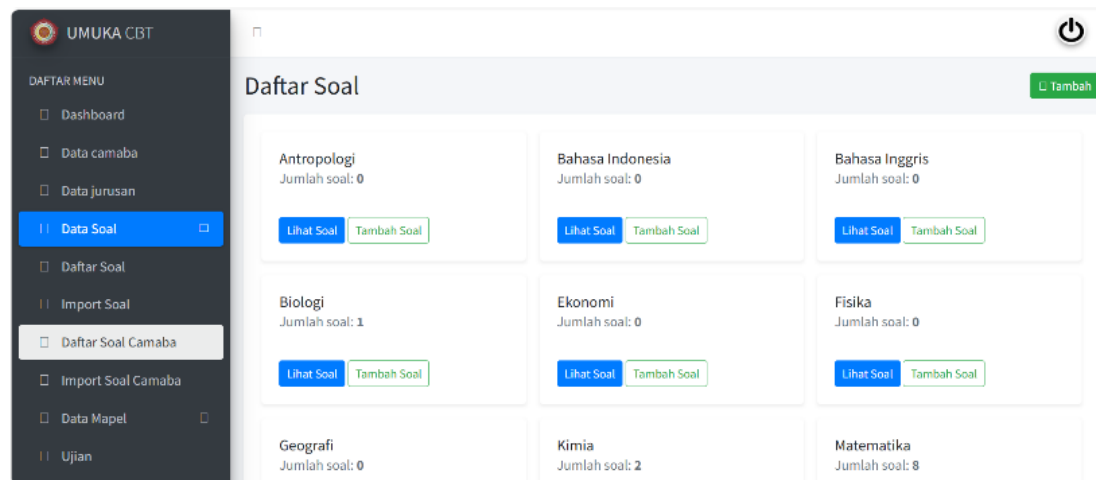
Modul ini memfasilitasi admin dalam menjalankan fungsi operasional secara menyeluruh, penambahan, pengeditan, serta penghapusan data peserta. Admin diberikan akses untuk mengelola pengaturan akun. Kehadiran modul ini secara langsung membuat keseluruhan proses pengelolaan peserta menjadi lebih terstruktur dan lebih mudah dibandingkan dengan sistem sebelumnya.

3.2.4 Modul Manajemen Soal

Modul manajemen soal pada Gambar 7 tersebut digunakan untuk mengakomodasi kebutuhan pengelolaan soal yang terstruktur karena sifat relasional pada MySQL. Modul ini dilengkapi dengan berbagai fitur yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mengelola data soal. Melalui modul ini, admin dapat dengan leluasa menambah soal baru, mengubah data soal yang sudah ada, hingga menghapus soal yang tidak lagi relevan. Selain itu, sistem ini juga memungkinkan admin untuk mengatur kunci jawaban secara akurat, sehingga manajemen data menjadi lebih terstruktur dan efisien.

Penggunaan MySQL pada sistem Computer-Based Test (CBT) dipilih karena karakteristiknya sebagai sistem manajemen basis data SQL yang menerapkan model relasional. Selain itu, MySQL memiliki performa yang andal dalam menangani relasi data, baik pada proses penyimpanan maupun pengambilannya. Kemampuan inilah yang menjadikannya sangat ideal untuk diterapkan pada sistem CBT, di mana akses data yang cepat, stabil, dan

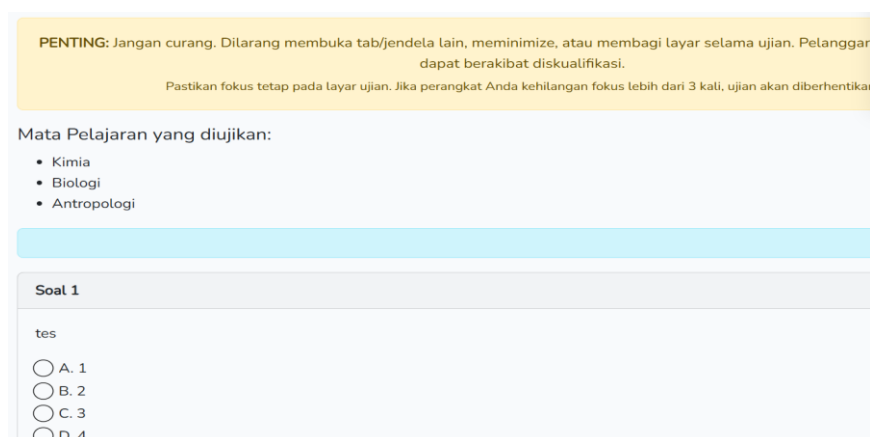
berkelanjutan mutlak diperlukan selama ujian berlangsung. [21]. menunjukkan bahwa MySQL dirancang untuk memberikan kemudahan pengembangan aplikasi.



Gambar 7. Modul Management Soal 1

3.2.5 Modul Pelaksanaan Ujian

Modul pelaksanaan ujian pada **Gambar 8** tersebut digunakan oleh peserta sebagai ruang interaksi bagi pendaftar untuk mengerjakan soal ujian dengan fitur penyimpanan jawaban otomatis untuk mencegah hilangnya data akibat putusya koneksi.



Gambar 1. Halaman Ujian CBT

Pada halaman ujian, peserta difasilitasi dengan antarmuka yang interaktif untuk melihat soal ujian, memilih jawaban, serta melihat dari satu soal ke soal lainnya dengan mudah. Selain itu, peserta juga dapat memantau sisa waktu ujian secara real-time dan memiliki kendali penuh untuk mengakhiri ujian setelah selesai mengerjakan. Sebagai bentuk pengamanan data, sistem ini dirancang untuk menyimpan setiap jawaban peserta secara otomatis. Fitur penyimpanan otomatis ini sangat krusial untuk memberikan rasa tenang kepada peserta, sekaligus menekan risiko kehilangan data apabila sewaktu-waktu terjadi gangguan koneksi internet selama pelaksanaan ujian berlangsung.

3.3 Implementasi Fitur Live Score

Salah satu pengembangan utama dalam penelitian ini adalah implementasi fitur live score. Fitur ini dirancang untuk menyajikan umpan balik instan kepada peserta segera setelah ujian selesai, dengan proses perhitungan nilai yang dilakukan secara otomatis oleh sistem berdasarkan jawaban yang telah diinput. Informasi yang ditampilkan melalui antarmuka live score mencakup data komprehensif terkait performa ujian peserta, yang meliputi total akumulasi soal yang telah diselesaikan, distribusi jumlah jawaban (benar dan salah), serta status akhir ujian yang mengindikasikan kelulusan peserta.

Implementasi fitur ini secara signifikan mengubah alur kerja tradisional pada sistem sebelumnya. Jika sebelumnya peserta harus menunggu proses koreksi dan rekapitulasi manual oleh panitia untuk mengetahui hasil ujian, kini hambatan tersebut dapat dieliminasi. Dengan adanya fitur live score, peserta memperoleh hasil ujian secara transparan, akurat, dan instan tepat sesaat setelah menekan tombol selesai ujian. Hal ini tidak hanya

meningkatkan efisiensi waktu bagi panitia dalam memproses data, tetapi juga memberikan kenyamanan serta kepastian informasi bagi peserta ujian.

3.4 Perbandingan Sistem Lama dan Sistem Baru

Pengembangan sistem pada **Tabel 2** tersebut dilakukan dengan mengganti framework CodeIgniter menjadi Laravel serta menggunakan MySQL sebagai basis data utama.

Tabel 2. Perbandingan Sistem Lama dan Baru

Aspek	Sistem Lama Code Igniter	Sistem Baru Laravel
Framework	Code Igniter	Laravel
Data Base	Relasional	MySQL
Struktur kode	Sederhana	Lebih Terstruktur
Keamanan	Standar	Lebih baik
Pengembangan Fitur	Terbatas	Lebih Fleksibel
Live Score	Tidak Tersedia	Tersedia
Skalabilitas	Terbatas	Lebih Baik

Berdasarkan Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa sistem yang dikembangkan memiliki beberapa peningkatan dibandingkan sistem sebelumnya, terutama pada aspek fleksibilitas pengembangan, keamanan, dan ketersediaan fitur live score.

3.5 Hasil Pengujian Sistem

Siklus rekayasa perangkat lunak dalam riset ini diakhiri dengan pelaksanaan uji fungsional untuk mengabsahkan bahwa seluruh modul yang dibangun telah beroperasi selaras dengan spesifikasi dan kebutuhan yang dicantumkan. Fase ini memegang peranan krusial sebagai instrumen validasi guna mengukur ketepatan antara luaran sistem dengan target awal pengembangan. Pendekatan pengujian yang diterapkan mengandalkan Black-box Testing, sebuah teknik evaluasi yang menitikberatkan pada kesesuaian antara masukan (input) dan keluaran (output) tanpa mengaitkan atau memeriksa struktur kode program internal aplikasi.

Black-box Testing dipilih karena pendekatan ini memungkinkan pengembang untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna akhir, sehingga hasil pengujian dapat mencerminkan pengalaman penggunaan secara nyata. Teknik ini menekankan pada validasi apakah setiap fitur telah menghasilkan respon yang sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan skenario pengujian yang telah disusun.

Metode pengujian yang digunakan adalah Black-box Testing, yaitu metode pengujian yang berfokus pada pemeriksaan keluaran (output) berdasarkan masukan (input) yang diberikan tanpa mempertimbangkan atau melihat struktur internal dari kode program yang digunakan dalam pengembangan sistem.

Black-box Testing dipilih karena pendekatan ini memungkinkan pengembang untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna akhir, sehingga hasil pengujian dapat mencerminkan pengalaman penggunaan secara nyata. Teknik ini menekankan pada validasi apakah setiap fitur telah menghasilkan respon yang sesuai dengan yang diharapkan berdasarkan skenario pengujian yang telah disusun.

Luaran dari evaluasi ini dijadikan sebagai pijakan untuk memverifikasi fungsionalitas sistem terhadap ekspektasi pengguna, sekaligus menilai kesiapannya untuk diimplementasikan dalam seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru di Universitas Muhammadiyah Karanganyar. Melalui pendekatan Black-box Testing, pengujian dilakukan secara murni dari sudut pandang pengguna akhir agar setiap kapabilitas dapat diuji lewat skenario riil yang kontekstual. Beberapa modul krusial yang dilewati dalam pengujian ini meliputi menu autentikasi (Login), manajemen bank soal, hingga fitur Live Score. Agar tingkat keberhasilan tiap skenario terdokumentasi dengan transparan, seluruh data rekapitulasi disajikan secara sistematis dalam format tabel. Representasi hasil uji coba dari fungsi-fungsi inti aplikasi ini dipaparkan pada Tabel 3 sebagai instrumen dokumentasi dan validasi final atas sistem yang telah diselesaikan ikembangkan [22].

Tabel 3. Pengujian Black box testing

Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Login admin	Memasukan username dan password terdaftar yang	Mengerahkan ke halaman dashboard Admin	Sesuai yang diinginkan	Valid
	Memasukan username dan password terdaftar yang	Mengerahkan ke halaman dashboard Peserta	Sesuai yang diinginkan	Valid
Tambah data peserta	Menambah, mengedit dan	Data dapat tersimpan, teredit dan terhapus	Sesuai yang diinginkan	Valid

Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Tambah soal	menghapus data Peserta	Data dapat tersimpan, teredit dan terhapus	Sesuai yang diinginkan	Valid
	Menambah, mengedit dan menghapus data Soal			
Pelaksanaan ujian	Mengerjakan soal yang sudah disimpan didalam sistem	Menampilkan soal dengan baik sesuai dengan bidangnya	Sesuai diinginkan	Valid
Penyimpanan jawaban	Menyimpan data Jawaban	Data dapat tersimpan	Sesuai diinginkan	Valid
	Memastikan sistem	Nilai terhitung otomatis	Sesuai diinginkan	Valid
Perhitungan nilai	memberikan nilai sempurna apabila seluruh jawaban benar.			
Live score	Memastikan nilai peserta diperbarui secara otomatis ketika jawaban disimpan.	Halaman Live Score menampilkan jumlah soal yang telah dikerjakan, jumlah jawaban benar, dan nilai sementara sesuai jawaban terbaru tanpa perlu memuat ulang halaman.	Sesuai diinginkan	Valid
	Memastikan sistem dapat mencetak hasil ujian peserta yang telah menyelesaikan ujian.	Sistem menampilkan dokumen hasil ujian yang berisi identitas peserta, nama ujian, jumlah jawaban benar, jumlah jawaban salah, nilai akhir, dan status kelulusan yang siap dicetak atau disimpan didalam PDF	Sesuai diinginkan	Valid
Cetak hasil ujian				

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh skenario pengujian fungsional menunjukkan hasil yang sesuai dengan ekspektasi dan dinyatakan valid, sebagaimana rincian pengujian yang disajikan pada Tabel 3 Untuk mengetahui tingkat keberhasilan fungsional sistem secara kuantitatif, dilakukan perhitungan persentase validitas menggunakan rumus berikut:

$$\text{Validitas} = \left(\frac{\sum \text{Skenario Berhasil}}{\sum \text{Total Skenario}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Dengan merujuk pada Tabel 3, terdapat 9 skenario pengujian yang seluruhnya dinyatakan berhasil, sehingga perhitungan validitasnya adalah:

$$\text{Validitas} = \left(\frac{9}{9} \right) \times 100\% = 100\% \quad (2)$$

Hasil perhitungan ini membuktikan bahwa sistem memiliki tingkat validitas fungsional sebesar 100%. Setiap fitur utama, seperti login, pengelolaan peserta, pengelolaan bank soal, penjadwalan ujian, pelaksanaan ujian, perhitungan nilai, live score, dan pencetakan hasil ujian, berhasil dijalankan tanpa kendala yang memengaruhi proses operasional sistem. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem telah berfungsi dengan optimal, memiliki tingkat keandalan yang baik, serta siap digunakan untuk mendukung pelaksanaan ujian berbasis komputer secara efektif, efisien, dan akurat.

3.6 Pembahasan

Implementasi sistem CBT PMB berbasis Laravel dan MySQL dalam penelitian ini telah berhasil menjawab kebutuhan pengguna dengan peningkatan signifikan yang melampaui keterbatasan sistem pada penelitian terdahulu. Jika dibandingkan dengan penelitian Jannah dkk. [3] yang menggunakan metode Waterfall dengan keterbatasan pada fitur pemantauan hasil, penelitian ini menawarkan keunggulan integrasi fitur live score yang meningkatkan transparansi dan kecepatan pengambilan keputusan panitia. Selain itu, sementara penelitian Muhaimin dkk masih memiliki batasan pada aksesibilitas sistem yang belum sepenuhnya optimal secara daring [4]. Sistem yang dikembangkan ini terbukti mampu menjamin stabilitas akses hingga lebih dari 200 pengguna secara bersamaan. Di sisi lain, bila dikomparasikan dengan penelitian oleh Hilman dkk. yang menganalisis efisiensi penyimpanan dan skalabilitas data antara basis data SQL dan NoSQL [6]. Penelitian ini



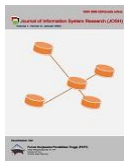
mengimplementasikan basis data relasional MySQL untuk mendukung pengelolaan data secara terstruktur, dan mudah dipelihara, yang terbukti efektif untuk menangani data. Selain itu, dari aspek kinerja sistem, penelitian sebelumnya masih memiliki keterbatasan pada aspek aksesibilitas sistem yang belum sepenuhnya optimal dalam lingkungan daring. Dengan demikian, integrasi framework Laravel dan basis data MySQL. dalam penelitian ini berhasil menutupi celah teknis pada studi-studi terdahulu, menjadikan sistem ini sebagai solusi yang lebih efektif, modern, dan terintegrasi untuk mendukung proses seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru.

4. KESIMPULAN

Implementasi sistem CBT PMB berbasis Laravel dan MySQL dalam penelitian ini telah berhasil menjawab kebutuhan pengguna dengan peningkatan signifikan yang melampaui keterbatasan sistem pada penelitian terdahulu. Jika dibandingkan dengan penelitian Jannah dkk. [3] yang menggunakan metode Waterfall dengan keterbatasan pada fitur pemantauan hasil, penelitian ini menawarkan keunggulan integrasi fitur live score yang meningkatkan transparansi dan kecepatan pengambilan keputusan panitia. Selain itu, sementara penelitian Muhaimin dkk masih memiliki batasan pada aksesibilitas sistem yang belum sepenuhnya optimal secara daring [4]. Sistem yang dikembangkan ini terbukti mampu menjamin stabilitas akses hingga lebih dari 200 pengguna secara bersamaan. Sebagai tinjauan pembandingan, penelitian Hilman dkk. menyoroti perbedaan efisiensi dan skalabilitas data antara arsitektur SQL dan NoSQL [6]. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengelolaan data melalui penggunaan MySQL yang menerapkan skema relasional sehingga proses penyimpanan, pengolahan, dan pemeliharaan data menjadi lebih terstruktur. Selain itu, dari sisi kinerja sistem, penelitian sebelumnya masih menunjukkan keterbatasan pada aspek aksesibilitas, sehingga sistem belum dapat beroperasi secara optimal dalam lingkungan daring. Dengan demikian, integrasi framework Laravel dan basis data MySQL dalam penelitian ini berhasil menutupi celah teknis pada studi-studi terdahulu, penelitian ini memberikan kontribusi dengan menghadirkan sistem yang berfungsi sebagai solusi lebih efektif, modern, dan terintegrasi untuk mendukung kelancaran proses seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru.

REFERENCES

- [1] M. N. Ulum and S. Hidayat, "Rancang Bangun Computer Based Test (CBT) Berbasis Web," *Jurnal Indonesia Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 5, no. 2, pp. 1553–1566, May 2024, doi: <https://doi.org/10.35870/jimik.v5i2.706>.
- [2] F. N. Iman and I. Farida, "PENGEMBANGAN APLIKASI CBT MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL DAN ELECTRON JS," *Jurnal Informatika* Universitas Muhammadiyah Tangerang, vol. 9, no. 4, pp. 2722–2713, Oct. 2025, doi: <https://doi.org/10.31000/jika.v9i4.14795>.
- [3] M. Jannah, A. A. Nababan, and Y. Zai, "Penenerimaan dan Seleksi Mahasiswa Baru Berbasis Computer Based Test (CBT) pada STMIK Pelita," *JIKOMSI (Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi)*, vol. 4, no. 2, pp. 66–74, Sep. 2021, doi: <https://doi.org/10.9767/jikomsi.v4i2.196>.
- [4] Muhaimin, H. Saputro, and D. Mahendra, "PERANCANGAN APLIKASI COMPUTER BASED TEST (CBT) SELEKSI PENERIMAAN PESERTA DIDIK BARU DIMTS NU TBS BANAT," *Biner (Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 122–125, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.32699/biner.v1i2.3143>.
- [5] W. Ningsih and H. Nurfauziah, "PERBANDINGAN MODEL WATERFALL DAN METODE PROTOTYPE UNTUK PENGEMBANGAN APLIKASI PADA SISTEM INFORMASI," *Jurnal Ilmiah Metadata*, vol. 5, no. 1, pp. 83–95, Jan. 2023, doi: <https://doi.org/10.47652/metadata.v5i1.311>.
- [6] M. N. Hilman, R. Nafila, R. A. Putri, S. Zahwa, D. A. Nugroho, and I. P. Pujiono, "Analisis Perbandingan Basis Data Relasional (SQL) dan Non-Relasional (NoSQL) Berdasarkan Efisiensi Penyimpanan dan Skalabilitas Data," *Restikom (Riset Teknik Informatika dan Komputer)*, vol. 7, no. 3, pp. 367–373, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.52005/staccg86>.
- [7] E. D. C. Sihombing and S. R. Wahab, "PENERAPAN FRAMEWORK MODEL-VIEW-CONTROLLER (MVC) PADA SISTEM INFORMASI MANAJEMEN DATA JEMAAT BERBASIS WEB (Studi kasus GKI Maranatha Kampung Harapan)," *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research.*, vol. 5, no. 1, pp. 152–160, Feb. 2021, doi: <https://doi.org/10.52362/jisamar.v5i1.353>.
- [8] J. Waruwu, Y. Paskah Harefa, O. Laia, N. Elhan Gea, dan Devi Chrisman Lase, and U. Nias, "SISTEM INFORMASI PENJUALAN RUMAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN DATABASE MYSQL (STUDI KASUS CV. RUMAH IMPIAN)," *JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI*, vol. 15, no. 2, pp. 306–314, Sep. 2024, doi: <https://doi.org/10.51903/jtikp.v15i2.882>.
- [9] R. Agus, K. H. Sahl, D. Ardianti, and A. H. S. Solihin, "Penelitian dan Pengembangan (Research & Development) dalam Pendidikan," *Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan bahasa dan Sastra*, vol. 2, no. 3, pp. 60–69, Sep. 2024, doi: <https://doi.org/10.61132/bima.v2i3.1014>.
- [10] M. W. Pratama, M. A. Q. Islami, S. Melvina, S. Yulianti, and S. Rahayu, "Implementasi Metode Waterfall dalam Perancangan Manajemen Proyek Sistem Informasi Penjualan pada Toko Elektronik Jaya Abadi," *Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 53–61, Sep. 2024, doi: <https://doi.org/10.56869/klik.v5i2.599>.
- [11] Y. S. Rahayu, Y. Saputra, and D. Irawan, "IMPLEMENTASI METODE WATERFALL PADA PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI MOBILE E-DISARPUS," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 523–534, May 2024, doi: <https://doi.org/10.31849/zn.v6i2.20538>.
- [12] N. A. Al Azfar and S. D. Anggita, "PENERAPAN METODE WATERFALL PADA SISTEM INFORMASI E-RAPOR," *Information System Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 45–55, May 2024, doi: <https://doi.org/10.24076/infosjournal.2024v7i01.1582>.



- [13] D. Tawape, A. Y. Dako, R. D. R. Dako, W. Musa, W. Ridwan, and I. Z. Nasibu, “Metode Research And Development Pada Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Pemberdayaan Kesejahteraan Keluarga Desa Dunggala Kecamatan Tibawa Kabupaten Gorontalo,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER TRIAC*, vol. 9, no. 3, pp. 51–55, Oct. 2023, doi: <https://doi.org/10.21107/triac.v10i2.20542>.
- [14] J. A. Prasetyo, Rofi'i, and Y. Wiyarno, “PENGEMBANGAN APLIKASI COMPUTER BASED TEST (CBT) BERBASIS WEB DENGAN JARINGAN NIRKABEL (WIRELESS NETWORK) PADA HASIL BELAJAR,” *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 8, no. 3, pp. 1010–1021, Sep. 2023, doi: <https://doi.org/10.29100/jipi.v8i3.4379>.
- [15] S. Ranti and A. D. Putra, “PENERAPAN FRAMEWORK LARAVEL PADA SISTEM E-BOOKING (STUDI KASUS: 4PEOPLE STUDIO),” *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 3, pp. 1643–1656, Aug. 2024, doi: <https://doi.org/10.29100/jipi.v9i3.5481>.
- [16] Yeremia and S. Alfa, “Analisis dan Penerapan Database Mongodb pada Aplikasi Manajemen Dokumen di PT. XYZ,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 4, pp. 571–578, May 2023, doi: <https://doi.org/10.35870/jtik.v7i4.1047>.
- [17] F. Sinlae, E. Irwanda, Z. Maulana, and V. E. Syahputra, “Penggunaan Framework Laravel dalam Membangun Aplikasi Website Berbasis PHP,” *Jurnal Siber Multi Disiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 119–132, Jul. 2024, doi: <https://doi.org/10.38035/jsmd.v2i2>.
- [18] J. Waruwu, Y. P. Harefa, O. Laia, N. E. Gea, and D. C. Lase, “SISTEM INFORMASI PENJUALAN RUMAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN DATABASE MYSQL (STUDI KASUS CV. RUMAH IMPIAN),” *JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI*, vol. 15, no. 2, pp. 306–314, Sep. 2024, doi: <https://doi.org/10.51903/jtikp.v15i2.882>.
- [19] J. V. Dachi and J. Suhada, “Implementasi Basis Data Sederhana Menggunakan MySQL/PostgreSQL,” *Jurnal Teknik Informatika dan Terapan*, vol. 3, no. 1, pp. 49–59, Mar. 2025, doi: <https://doi.org/10.62951/router.v3i2.621>.
- [20] M. L. Hutahaean, E. Hadinata, and Y. Faradillah, “Aplikasi Computer Based Test (CBT) Berbasis Website Menggunakan Metode RAD Pada SMA Negeri 21 Medan,” *Jatilima (Jurnal Multimedia Dan Teknologi Informasi)*, vol. 07, no. 1, pp. 1–10, Jan. 2025, doi: <https://doi.org/10.54209/jatilima.v7i01.1085>.
- [21] H. A. Mumtahana, “Optimization of Transaction Database Design with MySQL and MongoDB,” *Sinkron (Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 3, pp. 883–890, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i3.11528>.
- [22] M. Maulida, F. Zahro, R. Hakim, and M. S. Akbar, “PT. Media Akademik Publisher PENGUJIAN BLACK BOX TESTING PADA SISTEM WEBSITE PEMESANAN ONLINE TOKO AYAM KRISPY,” *JURNAL MEDIA AKADEMIK*, vol. 3, no. 5, pp. 3031–5220, May 2025, doi: <https://doi.org/10.62281/v3i5.1908>.