Jurnal Penelitian Teknologi Informasi dan Sains
Volume 4, Nomor 3, September 2026
e-ISSN: 2985-7635; p-ISSN: 2985-6280, Hal. 126-138
DOI: https://doi.org/10.54066/jptis.v4i3.4681
Tersedia: https://jurnal.itbsemarang.ac.id/index.php/JPTIS

Pengembangan Sistem Ujian *English Proficency Test* (EPT) Berbasis Web dengan pendekatan *Real-Time Behavior Monitoring*

Richo Muticahya
Program Studi Sistem Informasi, Universitas Nasional Karangturi Semarang, Indonesia
Penulis Korespondensi: richomuti17@gmail.com

Abstract. *Online exams typically rely on proctoring systems that utilize external hardware—such as cameras and microphones—for monitoring purposes. While effective at supervising examinees, this approach requires additional hardware, increases computational resource demands, and raises concerns regarding user privacy. This study aims to develop a web-based English Proficiency Test (EPT) system that implements real-time behavior monitoring as an alternative proctoring mechanism, eliminating the need for video or audio recording devices. The system was developed using the Waterfall model within the Software Development Life Cycle (SDLC) framework and incorporates Role-Based Access Control (RBAC) to manage user access rights based on specific roles. The monitoring mechanism employs an event-driven approach—utilizing browser event listeners—to detect activities such as tab switching, window focus changes, exiting full-screen mode, and connection status changes, all of which are recorded in an activity log in real-time. Implementation results demonstrate that the system maintains stable performance under testing loads. The study indicates that a real-time behavior monitoring approach serves as a viable alternative to traditional online proctoring, offering greater computational efficiency and enhanced respect for user privacy compared to camera-based methods.*

Keywords: *Behavior Monitoring; EPT; Event-Driven; Proctoring; Web-Based Exam.*

Abstrak. Pelaksanaan ujian daring pada umumnya mengandalkan sistem online proctoring berbasis perangkat eksternal seperti kamera dan mikrofon dengan tujuan untuk pengawasan. Meskipun efektis dalam melakukan pengawasan kepada peserta ujian, pendekatan tersebut memerlukan perangkat tambahan, meningkatkan kebutuhan sumber daya komputasi, serta menimbulkan kekhawatiran terhadap privasi pengguna. Tujuan penelitian ini mengembangkan sistem *English Proficiency Test* (*EPT*) berbasis web yang menerapkan *Real-Time Behavior Monitoring* sebagai alternatif mekanisme pengawasan tanpa menggunakan perangkat perakam video maupun audio. Sistem dikembangkan menggunakan metode Software *Development Life Cycle* (SDLC) dengan model *Waterfall*, serta menerapkan *Role-Based Access Control* (*RBAC*) untuk mengelola hak akses pengguna sesuai perannya. Mekanisme pengawasan memanfaatkan pendekatan *event-driven* melalui *event-listener* pada peramban (browser) untuk mendeteksi aktivitas seperti perpindahan tab, perubahan fokus jendela, keluarnya mode *fullscreen*, dan perubahan status koneksi yang selanjutnya dicatat sebagai activity log secara *real-time*. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan performa yang stabil pada beban pengujian. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan *real-time behavior monitoring* dapat menjadi alternatif *online proctoring* yang mendukung sistem ujian dari efisien dalam penggunaan sumber daya komputasi, serta lebih memperhatikan privasi pengguna jika dibandingkan pendekatan berbasis kamera.

Kata Kunci: *Behavior Monitoring; EPT; Event-Driven; Proctoring; Web-Based Exam.*

1. LATAR BELAKANG

Bahasa Inggris berperan sebagai jembatan utama bagi komunikasi global, baik dalam lingkungan akademis maupun karir profesional. Oleh karena itu, kemahiran seseorang dalam berbicara dan menulis bahasa Inggris sering kali menentukan keberhasilan dalam penerimaan perguruan tinggi, lamaran kerja, dan perolehan beasiswa internasional. Pernyataan tersebut menjadikan instansi pendidikan seperti sekolah dan universitas secara luas menggunakan *English Proficiency Test* (*EPT*) sebagai metode yang adil dan terstandarisasi uuntuk mengukur kemampuan berbahasa(Isma et al., 2025). Seiring beralihnya dunia pada pendekatan ke ranah daring, ujian digital telah menjadi hal yang lumrah. Namun, ada satu kendala besar dimana

Naskah Masuk: 16 Juni 2026; Revisi: 12 Juli 2026; Diterima: 10 Agustus 2026; Terbit: 01 September 2026

platform yang digunakan saat ini rentan terhadap kecurangan. Tanpa pengawasan yang ketat, peserta ujian dapat mencari jawaban di internet, membuka tab tambahan, atau meminta individu lain untuk melakukan aktivitas ujian(Farida et al., 2025).

Demi menjaga stabilitas koneksi, sistem pengawasan ujian daring modern tidak lagi memantau siswa melalui kamera, melainkan mengadopsi *machine learning* untuk mengidentifikasi perilaku pernggguna yang tidak wajar selama sesi ujian berlangsung (Nandimandalam, 2025). Pernyataan tersebut mengartikan pelanggaran atau kecurangan dapat dideteksi hanya dengan mengamati cara siswa berinteraksi dengan peramban, tanpa perlu melakukan perekaman video. Sistem yang saat ini dikembangkan dilengkapi dengan mekanisme *hearbeat* yang mengirimkan sinyal kecil dalam rentan waktu yang ditentukan melalui AJAX yang berjalan di latar belakang.

Mekanisme ini tidak memuat ulang halaman maupun memperlambat kinerja server (Cahyono et al., 2024). Dengan demikian, penggunaan pendekatan berbasis *event-driven* memungkinkan pemantauan perilaku pengguna secara efektif tanpa memerlukan kamera yang melanggar privasi pengguna (Nandimandalam, 2025). Dengan mengkombinasikan pemantauan perilaku secara *real-time* dan mekanisme *listener* berbasis peristiwa (*event-driven*), EPT dapat menjadi jauh lebih aman tanpa memerlukan kamera meupun pemeriksaan manual oleh pengawas manusia. Sistem ini memberikan peringatan kepada admin mengenai aktivitas mencurigakan serta menyimpan catatan (*log*) yang memuat alamat IP, informasi perangkat, waktu masuk (*timestamp*), dan status koneksi secara *real-time*.

2. KAJIAN TEORITIS

Dalam menjamin keamanan ujian daring merupakan sebuah tantangan. Pada penelitian sebelumnya, telah mengusulkan sistem pengawasan ujian daring (*online proctoring*) berbasis *Question and Test Interoperability* (*QTI*) untuk menjamin komunikasi yang andal(Suhartono & Dwisatyadini, 2023). Namun, metode ini terbatas pada perlindungan pertukaran data dan tidak memantau atau mengendalikan perilaku mahasiswa secara langsung selama sesi ujian berjalan. Untuk mengatasi celah tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan ujian yang menerapkan *Real-Time Behavior Monitoring* (*RBM*) pada peramban pengguna. Pendekatan ini bekerja dengan memantau aktivitas seperti membuka tab baru, keluar dari layar penu (fullscreen), atau hilangnya fokus jendela (window focus)(Taresh Mehra, 2024). Ststem akan memberikan peringatan otomatis saat mendeteksi aktivitas mencurigakan, namun, jika pelanggaran aturan secara keberlanjutan, sistem akan langsung mengeluarkan peserta dari ujian.

Dalam konteks pengawasan, *proctoring* merupakan sebuah mekanisme untuk menjaga integritas pelaksanaan ujian, secara umum dibagi menjadi tiga skema: *live proctioring* (pengawasan langsung oleh pengawas), *recorded proctoring* (berdasarkan rekaman video atau audio), dan *automated proctoring* (berdasarkan deteksi sistem)(Vanijja et al., 2023). Salah satu penerapan *automated proctoring* digunakan dalam pengawasan ujian berskala besar yang mengutamakan efisiensi sistem dan skalabilitas. Seiring perkembangannya, pendekatan ini tidak lagi hanya mengandalkan pemantauan berbasis video, tetapi juga memanfaatkan pemantauan aktivitas pernggguna melalui peramban serta analisis perilaku selama ujian berlangsung. Pendekatan ini mengurangi ketergantungan pada perangkat pemantauan visual dan sudio, sehingga lebih mudah diterapkan dalam lingkungan ujian berbasis web sekaligus memberikan perhatian yang lebih baik terhadap privasi pengguna (Gaye USTUN et al., 2026).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Waterfall* dalam *Software Development Life Cycle* (*SDLC*) untuk membangun sistem platform EPT berbasis web. *Waterfall* dipilih karena memiliki struktur yang membantu memandu pengembangan secara sistematis, mulai dari penentuan kebutuhan awal hingga pemeliharaan sistem beroperasi (Business & Research, 2022; Saravanos & Curinga, 2023). Dalam pengembangan web, alur linear ini menjadikan proyek sangat teroganisasi serta mempermudah verifikasi pada setiap tahapan.



Gambar 1. Metode Waterfall.

a. Tahap perencanaan (planning) dilakukan untuk menetapkan tujuan sistem serta ruangan lingkup penelitian, dan menguraikan sumber daya yang diperlakukan. Tahap ini berfokus pada pengembangan fitur-fitur utama, mencakup pengelolaan ujian bahasa Inggris berbasis web, pemantauan secara *real-time*, serta manajemen akses pengguna berdasarkan peran.
b. Tahap analisis berfokus pada aspek fungsional dan non-fungsional sistem. Sistem harus mampu mengelola pertanyaan, menjalankan ujian, memberikan penilaian secara otomatis, mencatat perilaku pengguna, serta mendeteksi kecurangan. Selain itu, sistem juga harus

aman, mudah digunakan, dan memiliki tingkat keandalan yang tinggi selama pelaksanaan ujian.

c. Tahap implementasi merupakan proses menerjemahkan kebutuhan sistem menjadi perangkat lunak yang dapat dijalankan. Sistem ini dikembangkan menggunakan framework Laravel untuk sisi backend, Tailwind CSS untuk sisi fonrtenf, dan MySQL sebagai basis data. Pada tahap ini, diterapkan pendekatan pemantauan berbasis kejadian (*event-driven*) untuk memantau aktivitas peserta ujian. Pendekatan ini berkrja dengan merespons kejadian yang terjadi pada peramban pengguna, seperti perpindahan tab, perubahan fokus jendela, keluarnya mode layar penuh, dan perubahan status koneksi. Berbeda dengan mekanisme *polling* yang melakukan pemeriksaan secara berkala, pendekatan ini hanya memerlukan pengiriman data secara berkala, sehingga lebih sesuai untuk kebutuhan pemantauan (Arshad et al., 2025).
d. Pada tahap pengujian (testing) dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional dan dapat dioperasikan dengan mudah oleh pengguna akhir. Pengujian fungsionalitas dan kinerja sistem dilakukan menggunakan metode *blackk-box testing*, di mana penguji berfokus pada keluaran sistem berdasarkan masukan tertentu tanpa memeriksa kode sumbernya (Saravanos & Curinga, 2023). Langkah selanjutnya pada pengujian kinerja untuk mengukur kemampuan sistem dalam menangani sejumlah besar permintaan akses pengguna secara bersamaan. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur stabilitas sistem, waktu respons, dan kemampuan layanan dalam mempertahankan kinerja di bawah kondisi beban tinggi (Arshad et al., 2025). Tahap akhir pada pengujian adalah evaluasi pengguna yang melibatkan partisipan uji dan administrator sistem untuk menilai kegunaan, efektivitas, dan pengalaman penggna selama berinteraksi dengan sistem. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan operasional yang sebenarnya (Mamani-Pari et al., 2026).
e. Tahap pemeliharaan (maintenance) dijalankan setelah sistem diimplementasikan untuk memastikan keberlanjutan fungsionalitas dan kualitas layanan selama masa penggunaan. Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem, mengidentifikasi kesalahan yang ditemukan saat sistem digunakan, serta melakukan penyeusaian guna mengakomodasi perubahan kebutuhan pengguna atau peningkatan sistem. Dalam metode *waterfall*, tahap pemeliharaan berfungsi untuk memastikan bahwa sistem tetap beroperasi secara efektif setelah proses implementasi selesai (Ghani et al., 2023).

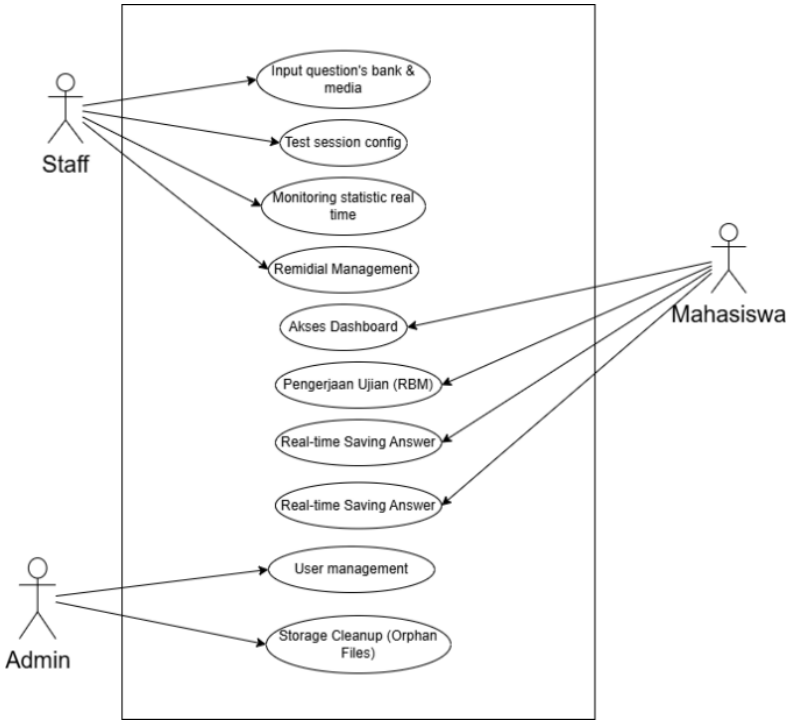
Tahap perancangan kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi utama yang diperlukan dalam sistem ujian daring termasuk manajemen ujian, dan mekanisme pemantauan selama ujian berlangsung.

Berdasarkan persyaratan tersebut, platform ujian ini menerapkan Role-Based Access Control (RBAC) untuk mengelola hak akses sesuai dengan peran pengguna (Taresh Mehra, 2024). Pendekatan ini meningkatkan keamanan dengan membatasi akses terhadap sumber daya berdasarkan tugas pengguna. Selain itu, metode ini mempermudah pekerjaan administrator dalam menangani banyak pengguna serta mengurangi risiko kebocoran data (M Sahyudi & Erliyan Redy Susanto, 2025; Mohamed et al., 2022).

Sistem ini menerapkan peran yang berbeda bagi setiap pengguna. Peran administrator ditujukan menangani aspek teknis seperti pemantauan sistem pengguna, pemeliharaan server, dan pengelolaan penyimpanan. Staf berfokus pada bidang akademik, seperti mengelola bank soal multimedia TOEFL, menjadwalkan tes, dan melihat laporan evaluasi. Peran mahasiswa adalah sebagai peserta ujian dan mereka dapat melihat nilai hasil ujian.

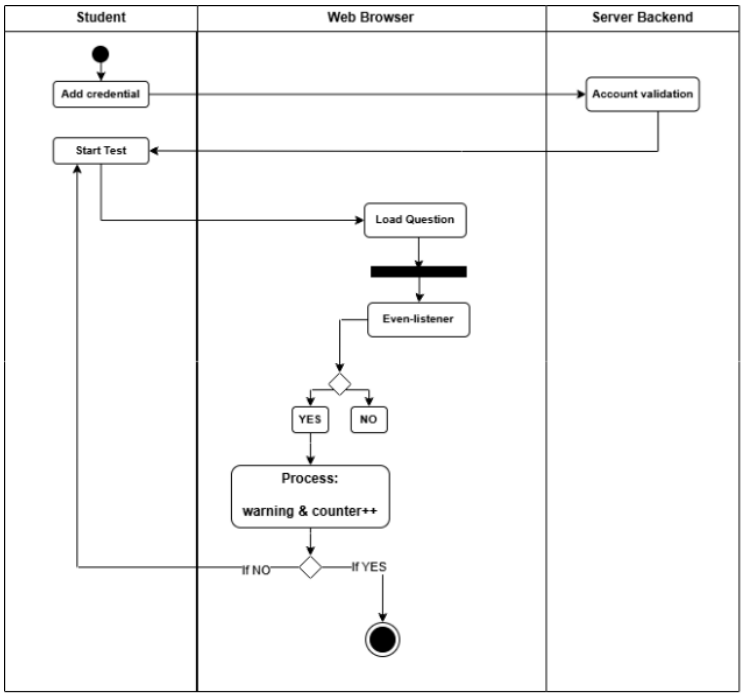
Perancangan kebutuhan ini meletakan dasar bagi arsitektur sistem dan fitur-fitur *RBM* Hal ini dilakukan dengan memetakan peran pengguna untuk memastikan bahwa administrator dapat memantau aktivitas pennggguna secara aman dan hanya pada area yang diizinkan. Kebuthan ini mendukung pelaksanaan tes daring modern yang berfokus pada pemantauan tindakan pengguna, tidak bergantung pada penggunaan perangkat perekam visual dan audio (Muhammad Arief Nugroho et al., 2025; Surya et al., 2026).

Penjelasan rancangan sistem menggunakan *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram* dari *Unified Modeling Language (UML)*. Dengan tujuan untuk memodelkan kebutuhan sistem, interaksi pengguna, dan alur proses yang terjadi selama pelaksanaan ujian daring. Model visual ini dapat memperjelas bentuk sistem serta bagaimana fungsi-fungsinya seharusnya bekerja sebelum dilanjutkan pada tahap pengembangan (AlRababah, 2024).



Gambar 2. Use Case Diagram.

Diagram ini memvisualisasikan bagaimana setiap peran dari administrator, staf, dan mahasiswa menjalankan fungsi secara berkesinambungan. Administrator bertugas pada mengelola akun pengguna dan pemeliharaan sistem, staf menangani aspek akademik seperti pembuatan soal, pengaturan jadwal, dan pemantauan mahasiswa, sementara mahasiswa mengikuti ujian melalui dasbor peran mereka serta memeriksa nilai.



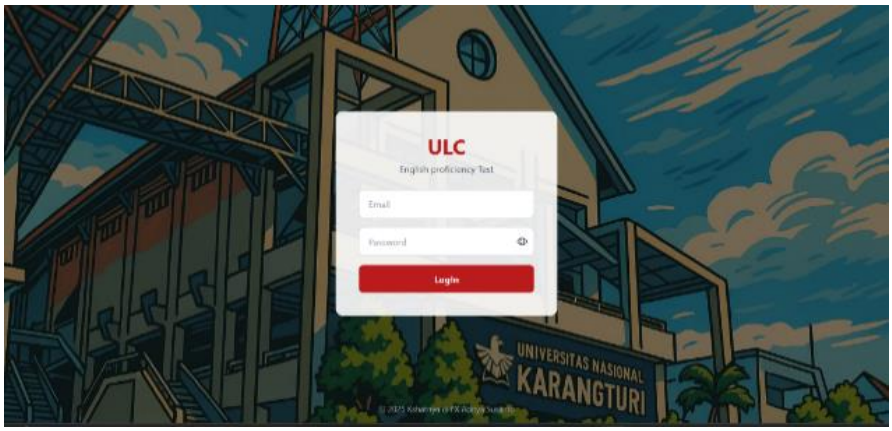
Gambar 3. Activity Diagram.

Alur kerja sistem EPT mencakup tiga aspek utama terkait sistem *RBM* yang beroperasi saat mahasiswa sedang menempuh ujian. Proses ini dimulai ketika mahasiwa melakukan login melalui halaman autentikasi, kemudian backend menvalidasi kredensial tersebut. Setelah validasi berhasil, mahasiswa mendapatkan akses ke dasbor dan memulai ujian. Peramban web akan memuat soal ujian sekaligus menjalankan *event-listener* di latar belakang yang memantau aktivitas pengguna.

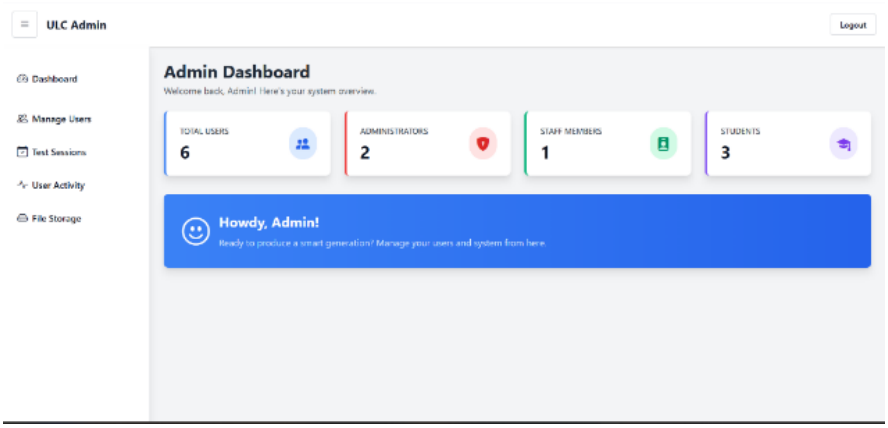
Sistem digambarkan beroperasi secara *real-time*. Saat pelanggaran terdeteksi seperi hilangnya fokus jendela atau keluar dari fullscreen, aman memicu deteksi pelanggaran dan memeberikan peringatan kepada siswa, jika jumlah peringatan melampaui batas maksimum yang diizinkan, sesi tes akan dihentikan secara otomatis.

Sistem diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis web modern yang mendukung aspek keamanan, skalabilitas, dan kemudahan pemeliharaan, dengan memanfaatkan bahasa pemrograman PHP melalui framework Laravel, serta framework JavaScript dan CSS untuk mendukung antarmuka pengguna yang responsif. Proses pengembangan berfoks pada implementasi ujian daring, mekanisma *proctoring*, dan manamejemen pengguna.

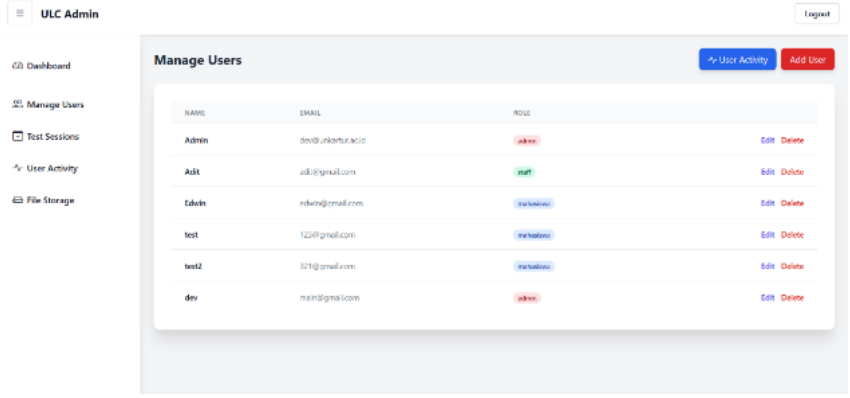
Sistem menyediakan berbagai fitur untuk memproses data pengguna, memantau aktivitas sistem melalui modul log, serta menampilkan data arsip yang diunggah dari media foto dan audio. Seluruh menu yang tersedia pada antarmuka administrator memungkinkan kendali penuh atas data dan aktivitas sistem.



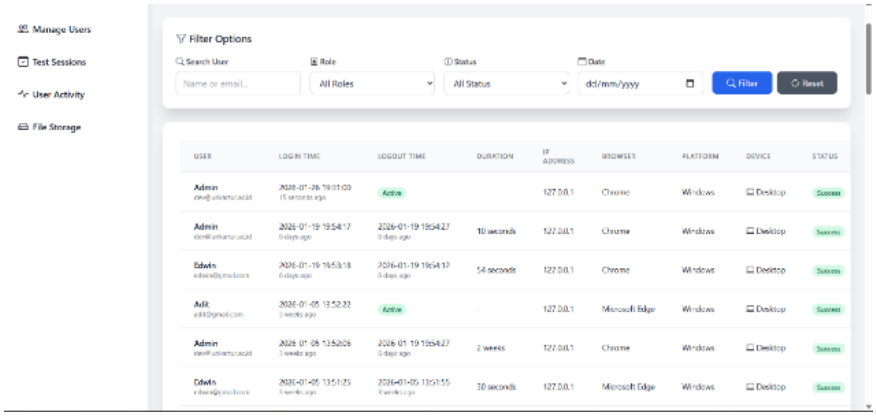
Gambar 4. Halaman login.



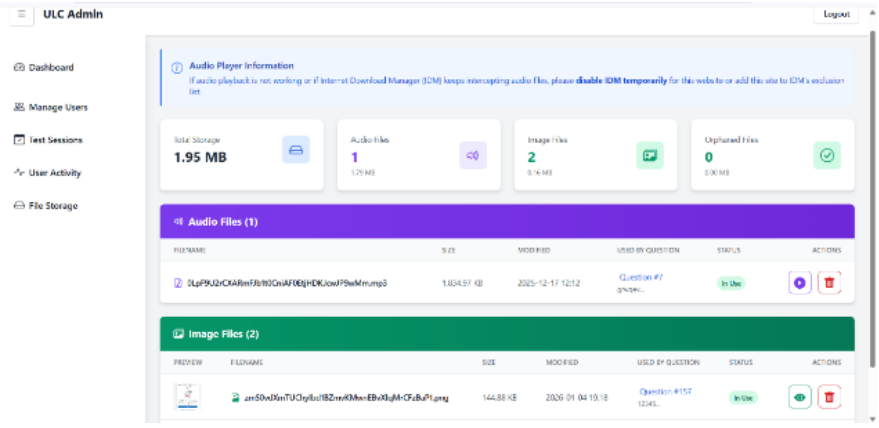
Gambar 5. Admin Dashboard



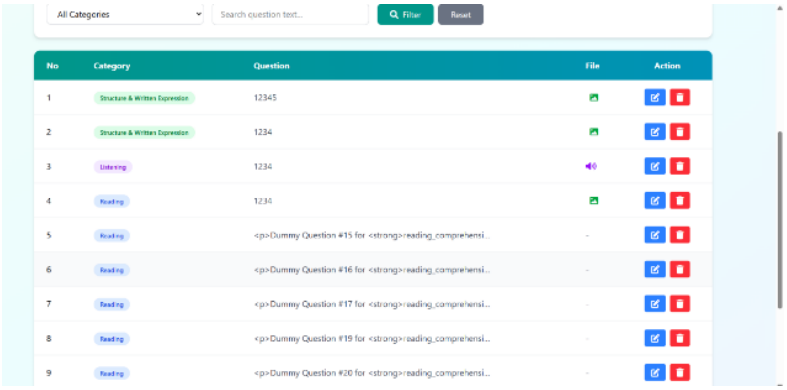
Gambar 6. Manajemen user



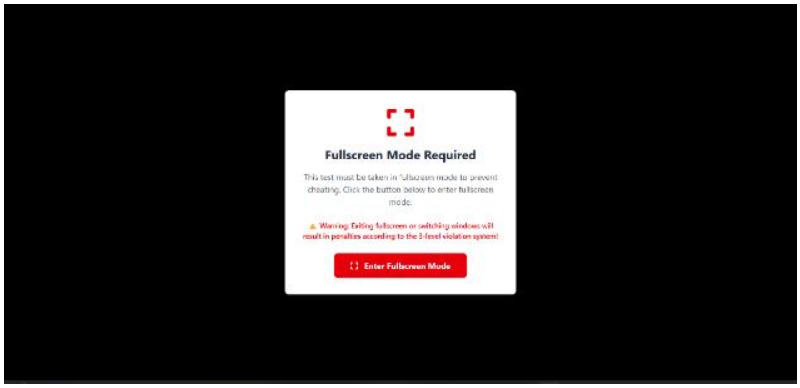
Gambar 7. Halaman Control Activity



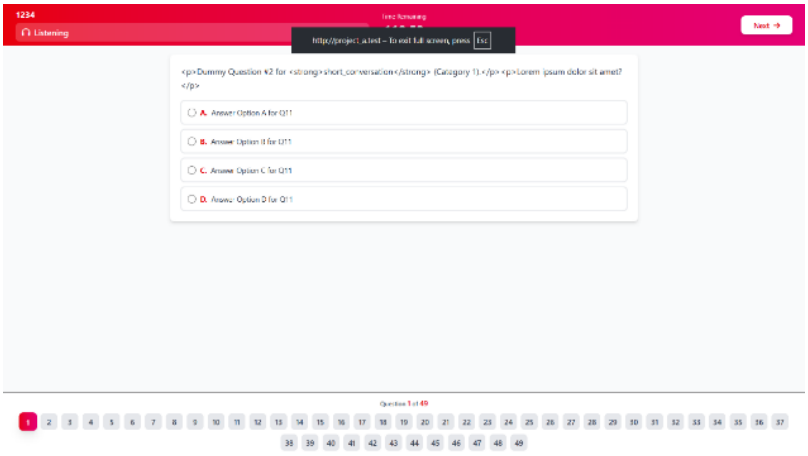
Gambar 8. Halaman multimedia bank soal



Gambar 9. Halaman manajemen bank soal



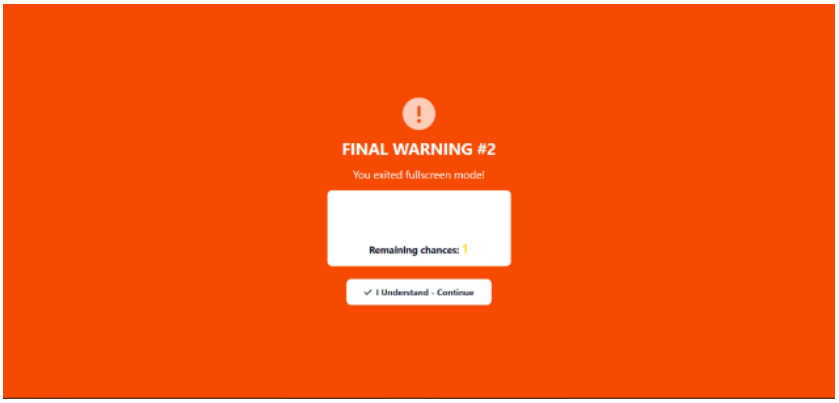
Gambar 10. Permintaan akses fullscreen



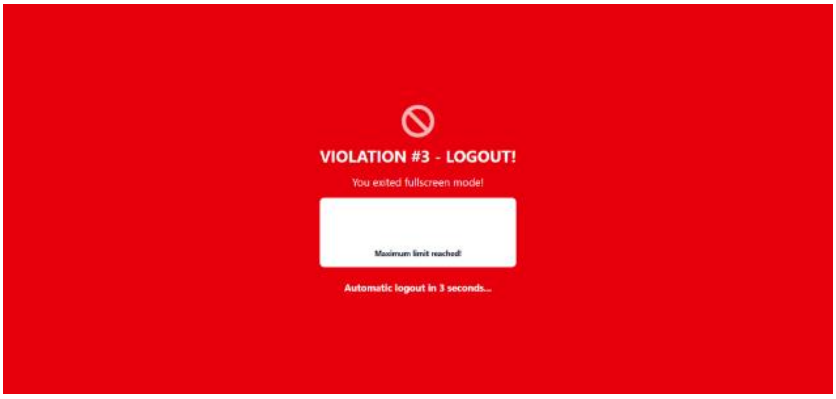
Gambar 11. Halaman tes



Gambar 12. Deteksi peringatan pertama



Gambar 13. Deteksi peringatan Kedua



Gambar 14. Halaman terminasi (LogOut)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kinerja selama sesi ujian menunjukkan bahwa mekanime berbasis *event-driven* beroperasi secara optimal. Sistem hanya mengomunikasikan perubahan aktivitas pengguna kepada server dengan menggunakan *hearbeat* pada interval waktu tertentu. Pendekatan tersebut mampu menghindari pengiriman permintaan dari peramban secara berulang. Dengan demikian, pendekatan ini mampu mengatasi masalah utama pada sistem

ujian daring saat terjadi lonjakan lalu lintas data pengguna, sehingga proses pengawasan tetap optimal pada beban pengguna masif (Amlan Ghosh, 2025).

Dalam pengujian, server disimulasikan dengan 50 pengguna virtual yang melakukan akses sistem, dimulai dahap login hingga mengakses halaman ujian secara bersamaan menggunakan Docker dan basis data MySQL. Metode pengujian menggunakan *load testing* untuk mengevaluasi ketahana sistem di bawah beban kerja tinggi. Kesimpulan yang dinilai secara standar seperti waktu respon, hambatan layanan (bottleneck), dan rekomendasi kapasistas (Tejaya et al., 2023).

Tabel 1. Hasil benchmark server dengan docker dan MySQL.

Value	Accuracy
Avg Response Time	287.2ms
Error Rate	8%
Request/s	48/s
95 Percentile	580ms

Pada data pengujian menunjukkan sistem optimal pada spesifikasi Memory 4 GB sebagai hosting atau virtual machnie yang mendapat peringkat baik tanpa memiliki hambatan pengiriman dan membaca secara berlebihan (overload). Sistem hanya menerima data pada beberapa waktu tanpa melakukan pemeriksaan yang menurunkan angka request pada peramban pengguna. Kecepatan akses sangat optimal pada sesi ujian karena hanya melakukan permintaan pada soal ujian dan bukan keseluruhan halaman ujian.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian sistem EPT berbasis web dengan penerapan *proctoring* dapat disimpulkan mampu memantau aktivitas peserta ujian secara *real-time* melalui mekanisme *event-driven*, sehingga dapat mendeteksi perilaku yang berpotensi menganggu integritas ujian. Tidak hanya dalam ujian, implementasi *event-listener* memberikan akses langsung pada aktivitas peramban yang dicatat secara sistematis dalam basis data. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem menjaga kemanan ujian tanpa memerlukan perangkat tambahan serta menawarkan pengaturan yang efisien dan menghargai privasi pengguna. Untuk penlitian selanjutnya, pengembangan di masa mendatang dapat berfokus pada peningkatan akurasi pelacakan perilaku, misalnya dengan memanfaatkan algoritma untuk menagalisis pola pelanggaran.

DAFTAR REFERENSI

Ghosh, A. (2025). Transforming enterprise systems through event-driven architecture: Implementation, benefits, and future trends. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, *11*(1), 3507–3514. https://doi.org/10.32628/cseit251112347

Arshad, N., Butt, T. A., & Iqbal, M. (2025). A comprehensive framework for intelligent, scalable, and performance-optimized software development. *IEEE Access*, *13*, 74062–74077. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3564139

Business, G., & Research, M. (2022). Integrity and security of digital assessment: Experiences in online learning. *An International Journal*, *14*(1).

Cahyono, Y. D., Suryanta, A., Ire, D., Wardani, P., & Darat, P. A. (2024). Penerapan AJAX untuk antarmuka dinamis dalam website builder dengan kemampuan penyisipan pesan tersembunyi. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, *9*(1). https://doi.org/10.36040/jati.v9i1.12129

Farida, I., Iman, F. N., & Salamah, U. (2025). Pengenalan dan penggunaan teknologi Node JS dan Safe Exam Browser (SEB) untuk pencegahan kecurangan pada aplikasi ujian online di SMP Negeri 206 Meruya Selatan, 11*(1). https://doi.org/10.53834/mdn.v11i1.11825

Gaye USTUN, A., Kayali, B., Yavuz, M., & Bozkurt, A. (2026). Surveillance or support? A systematic literature review of artificial intelligence supported proctored online exams. *Turkish Online Journal of Distance Education*, *27*(2). https://doi.org/10.17718/tojde.1674490

Ghani, M. A., Zuama, R. A., Gunawan, D., & Matihudin, A. L. (2023). Implementasi metode Waterfall dalam mengembangkan sistem informasi ujian online dengan fitur proctoring. *Informatics for Educators and Professionals: Journal of Informatics*, *7*(2), 218–225. https://doi.org/10.51211/itbi.v7i2.2382

Isma, A., Amrang, A., Ridwan, R., & Rusdiah, R. (2025). Examining the link between English proficiency and academic performance among EFL undergraduate students. *Journal of Teaching and Education for Scholars (JOTES)*, *2*(1). https://doi.org/10.59065/jotes.v2i1.198

Sahyudi, M., & Susanto, E. R. (2025). Analisis implementasi sistem keamanan basis data berbasis role-based access control (RBAC) pada aplikasi Enterprise Resource Planning. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi dan Sistem Informasi*, *5*(1), 105–116. https://doi.org/10.54259/satesi.v5i1.3997

Mamani-Pari, D., Peñaloza-Hualpa, A. F., Humpiri-Flores, M. E., Gutierrez-Quispe, E., & Otazu-Luque, J. E. (2026). Development and psychometric validation of a usability instrument based on ISO 25010 for electronic health record systems in Peruvian health care settings: Methodological study. *JMIR Human Factors*, *13*, e81377. https://doi.org/10.2196/81377

Mohamed, A. K. Y. S., Auer, D., Hofer, D., & Küng, J. (2022). A systematic literature review for authorization and access control: Definitions, strategies and models. *International Journal of Web Information Systems*, *18*(2–3), 156–180. https://doi.org/10.1108/IJWIS-04-2022-0077

Nugroho, M. A., Oktaviani, I. D., Abdurohman, M., & Prabowo, S. (2025). Alih teknologi proctoring otomatis: Inovasi pendidikan daring di Universitas Kuningan. *Jurnal*

Pemanfaatan Teknologi Untuk Masyarakat: Jurnal Pengabdian Masyarakat, *4*(3). https://doi.org/10.59328/JAPATUM.2025.4.3.77

Nandimandalam, V. V. (2025). *AI-powered intelligent learning ecosystem: Multimodal behavior analysis, personalized reinforcement learning, and classroom engagement tracking* (1). https://doi.org/10.36227/techrxiv.175459776.61387523/v1

Saravanos, A., & Curinga, M. X. (2023). Simulating the software development lifecycle: The Waterfall model. *Applied System Innovation*, *6*(6). https://doi.org/10.3390/asi6060108

Suhartono, & Dwisatyadini, M. (2023). Development of online proctoring and question and test interoperability. *3*, 2022.

Surya, A., Pane, B., Bungsu Bangun, H., Rahma, A. M., Sitorus, E., Farta Wijaya, R., & Sitorus, Z. (2026). Analisis deteksi kecurangan ujian online dengan sistem pakar berbasis event browser tanpa kamera (Studi kasus penyelenggara Olimpiade Sains Digniti). *Jurnal Nasional Teknologi Komputer*, *6*(1).

Mehra, T. (2024). The critical role of role-based access control (RBAC) in securing backup, recovery, and storage systems. *International Journal of Science and Research Archive*, *13*(1), 1192–1194. https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.13.1.1733

Tejaya, W., Rahman, S., & Munir, A. (2023). Pengujian website Invitees menggunakan metode load testing dengan Apache JMeter. *KHARISMATech*, *18*(1). https://doi.org/10.55645/kharismatech.v18i1.305

Vanijja, V., Pilukruangdet, N., Sirisawatvatana, S., & Chongsuphajaisiddhi, V. (2023). Massive online testing framework: A case study of the Thai National Examination. *ACM International Conference Proceeding Series*. https://doi.org/10.1145/3628454.3631668