



Rancang Bangun Sistem Computer Based Test (CBT) Menggunakan Framework Tauri Dan Fastify Dengan Metode Waterfall Pada SMK Teknologi

Abdul Halim^{1*}, Agra Maesa Kusumah², Pajar Machmud³, Herianto Saputra⁴, Yayan Diansyah⁵, Wahyudi Eko Saputra⁶

^{1,2,3,4,5,6,7} Prodi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Informatika Sony Sugema, Karawang, Indonesia

^{1*} halimkancal1@gmail.com ² pajarmmm@gmail.com ³ 1911601126@student.budiluhur.ac.id ⁴ yayannet17@gmail.com

⁵ yogiefather@gmail.com ⁶ wahyudiekosaputra3@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi mendorong transformasi digital dalam pelaksanaan evaluasi pembelajaran, termasuk penerapan *Computer Based Test* (CBT) sebagai pengganti ujian berbasis kertas. Namun, sistem CBT yang digunakan di SMK Teknologi masih menghadapi berbagai kendala, seperti rendahnya keamanan akibat penggunaan browser umum, keterbatasan pemantauan peserta ujian secara langsung, serta pengelolaan data yang belum terintegrasi secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *Computer Based Test* menggunakan framework Tauri dan *Fastify* dengan metode *Waterfall* guna meningkatkan keamanan, efisiensi, dan efektivitas pelaksanaan ujian. Metode *Waterfall* diterapkan melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem dikembangkan menggunakan Tauri sebagai aplikasi desktop, *Fastify* sebagai backend, PostgreSQL sebagai basis data, serta Socket.IO untuk mendukung komunikasi secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil diimplementasikan sesuai kebutuhan pengguna dengan menyediakan fitur pengelolaan data administrator, guru, siswa, bank soal, jadwal ujian, pelaksanaan ujian, pemantauan peserta secara *real-time*, serta pengolahan hasil ujian secara otomatis. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa seluruh fungsi utama sistem berjalan dengan baik sesuai kebutuhan fungsional, sehingga mampu meningkatkan keamanan pelaksanaan ujian, mempercepat proses pengelolaan data, dan mempermudah proses evaluasi hasil belajar. Penggunaan aplikasi desktop berbasis Tauri juga mampu meminimalkan potensi kecurangan selama ujian, sedangkan *Fastify* memberikan kinerja backend yang responsif dan stabil dalam melayani akses banyak pengguna secara bersamaan. Dengan demikian, sistem CBT yang dikembangkan layak diterapkan sebagai solusi digital untuk mendukung pelaksanaan ujian berbasis komputer di SMK Teknologi serta berpotensi diimplementasikan pada institusi pendidikan lain yang membutuhkan sistem evaluasi yang aman, terintegrasi, dan efisien.

Kata Kunci: CBT, Tauri, Fastify, Metode Waterfall, SMK Teknologi

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan yang signifikan terhadap berbagai sektor kehidupan, termasuk sektor pendidikan. Transformasi digital mendorong lembaga pendidikan untuk memanfaatkan teknologi dalam mendukung proses pembelajaran maupun evaluasi hasil belajar peserta didik. Salah satu bentuk implementasi teknologi tersebut adalah penggunaan *Computer Based Test* (CBT) sebagai media pelaksanaan ujian berbasis komputer. CBT merupakan sistem evaluasi yang memanfaatkan perangkat komputer sebagai media penyajian soal, proses pengerjaan, hingga pengolahan hasil ujian secara otomatis sehingga mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan objektivitas proses penilaian. Menurut Santoso et al. (2021), CBT mampu mempercepat proses koreksi, mengurangi penggunaan kertas, serta meningkatkan efektivitas pengelolaan data hasil evaluasi dibandingkan metode *Paper Based Test* (PBT).

Pemanfaatan CBT tidak hanya memberikan keuntungan dari sisi efisiensi administrasi, tetapi juga menjadi bagian dari digitalisasi pendidikan yang mendukung proses pembelajaran abad ke-21. Implementasi sistem CBT memungkinkan sekolah memperoleh data hasil ujian secara cepat, akurat, dan terdokumentasi dengan baik sehingga mempermudah guru maupun pihak manajemen sekolah dalam melakukan evaluasi pembelajaran. Selain itu, penggunaan sistem berbasis komputer juga mampu meminimalkan kesalahan manusia (*human error*) pada proses koreksi maupun pengolahan nilai. Oleh karena itu, CBT telah menjadi salah satu solusi yang banyak diterapkan oleh berbagai institusi pendidikan dalam meningkatkan kualitas layanan akademik.

Meskipun demikian, keberhasilan implementasi CBT sangat bergantung pada kualitas sistem informasi yang digunakan. Menurut Hanief & Sugiharni (2020), suatu sistem informasi yang baik harus memenuhi aspek *performance*, *security*, *reliability*, *maintainability*, dan *usability* agar mampu memberikan layanan yang optimal kepada pengguna. Sistem yang memiliki performa rendah atau tingkat keamanan yang lemah berpotensi mengganggu jalannya proses evaluasi, terutama ketika digunakan secara bersamaan oleh banyak pengguna. Sinaga & Hardaya (2025). Oleh karena itu, pengembangan sistem CBT tidak hanya berorientasi pada penyajian soal

Rancang Bangun Sistem Computer Based Test (CBT) Menggunakan Framework Tauri Dan Fastify Dengan Metode Waterfall Pada Smk Teknologi

secara digital, tetapi juga harus mampu menjamin keamanan data, kestabilan sistem, dan kenyamanan pengguna selama pelaksanaan ujian.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMK Teknologi, pelaksanaan ujian telah menggunakan sistem CBT berbasis web dengan memanfaatkan PHP dan XAMPP sebagai server lokal. Implementasi tersebut telah membantu sekolah dalam mengurangi penggunaan kertas dan mempercepat proses penilaian. Namun demikian, sistem yang digunakan masih memiliki beberapa keterbatasan. Ketika diakses secara bersamaan oleh banyak peserta, server sering mengalami penurunan performa (lag), proses sinkronisasi jawaban tidak selalu berjalan dengan baik, serta sistem masih dijalankan melalui browser umum yang memungkinkan peserta melakukan perpindahan aplikasi (alt-tab) sehingga membuka peluang terjadinya kecurangan selama ujian berlangsung. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem yang berjalan belum sepenuhnya mampu memenuhi kebutuhan keamanan dan keandalan pelaksanaan ujian.

Permasalahan lain yang ditemukan adalah aspek keamanan data dan pengelolaan sistem. Basis data yang digunakan masih memiliki risiko akses langsung melalui port server apabila konfigurasi keamanan tidak diterapkan secara optimal. Selain itu, sistem belum menyediakan fasilitas *real-time monitoring* yang memungkinkan guru memantau aktivitas peserta ujian secara langsung. Proses pengelolaan data siswa, guru, mata pelajaran, dan bank soal juga masih dilakukan secara manual satu per satu sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama, terutama ketika jumlah data semakin besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem CBT yang digunakan masih memerlukan pengembangan agar lebih aman, efisien, dan mampu mendukung kebutuhan operasional sekolah.

Dalam perspektif rekayasa perangkat lunak, pengembangan sistem informasi memerlukan pemilihan arsitektur dan teknologi yang sesuai dengan karakteristik kebutuhan pengguna. Salah satu framework modern yang banyak digunakan untuk membangun aplikasi desktop adalah Tauri. Polyakov (2025) menjelaskan bahwa Tauri merupakan framework lintas platform yang memanfaatkan webview native dan bahasa Rust sehingga menghasilkan aplikasi dengan ukuran ringan, konsumsi memori rendah, dan tingkat keamanan yang tinggi. Dibandingkan aplikasi desktop berbasis Electron, Tauri memiliki performa yang lebih efisien serta mendukung implementasi berbagai mekanisme keamanan aplikasi, termasuk pembatasan akses terhadap fungsi-fungsi sistem operasi yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi peluang kecurangan saat pelaksanaan ujian.

Selain aplikasi pada sisi klien, performa backend juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan implementasi CBT. Fastify merupakan framework Node.js yang dirancang dengan fokus pada kecepatan pemrosesan request, efisiensi penggunaan memori, serta dukungan arsitektur plugin yang modular. Menurut Collina et al. (2023), Fastify memiliki kemampuan menangani lalu lintas data yang tinggi dengan waktu respons yang lebih cepat dibandingkan banyak framework Node.js lainnya. Penggunaan Fastify pada sistem CBT diharapkan mampu meningkatkan kestabilan layanan ketika diakses secara bersamaan oleh banyak peserta ujian sekaligus mendukung implementasi komunikasi data secara real-time melalui Socket.IO.

Selain aspek teknologi aplikasi, pemilihan sistem manajemen basis data juga memiliki peran penting dalam menjaga integritas dan keamanan data ujian. PostgreSQL merupakan salah satu *Relational Database Management System* (RDBMS) yang memiliki kemampuan tinggi dalam menjaga konsistensi data, mendukung transaksi secara aman, serta menyediakan berbagai mekanisme keamanan untuk melindungi data dari akses yang tidak sah. Kombinasi PostgreSQL, Fastify, dan Tauri diharapkan mampu menghasilkan sistem CBT yang memiliki performa tinggi, keamanan yang lebih baik, serta mampu memberikan pengalaman penggunaan yang lebih stabil dibandingkan sistem sebelumnya.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kesenjangan antara kebutuhan pelaksanaan ujian yang aman, stabil, dan efisien dengan kondisi sistem CBT yang saat ini digunakan di SMK Teknologi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem CBT menggunakan framework Tauri pada sisi desktop siswa dan Fastify pada sisi backend dengan metode Waterfall sebagai pendekatan pengembangan perangkat lunak. Sistem yang dihasilkan diharapkan mampu meningkatkan keamanan pelaksanaan ujian melalui mekanisme lock-down browser, menyediakan fasilitas pemantauan peserta secara real-time, mempercepat proses pengelolaan data, serta meningkatkan keandalan sistem dalam mendukung pelaksanaan evaluasi pembelajaran di SMK Teknologi.

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, dapat dirumuskan sebagai berikut: 1) Bagaimana merancang sistem CBT yang dapat mencegah *alt-tab* menggunakan *framework Tauri*? 2) Bagaimana merancang sistem keamanan database menggunakan *PostgreSQL* untuk mencegah akses tidak sah? 3) Bagaimana merancang sistem CBT berbasis online menggunakan *Fastify* yang dapat diakses dari mana saja? 4) Bagaimana mengimplementasikan fitur *real-time monitoring* untuk memantau aktivitas peserta ujian?

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan fokus pada perancangan dan pembangunan sistem *Computer Based Test* (CBT) menggunakan framework Tauri dan Fastify di SMK Teknologi. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak hanya bertujuan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada

sistem ujian yang sedang berjalan, tetapi juga menghasilkan produk berupa aplikasi CBT yang mampu meningkatkan keamanan, efisiensi, dan kualitas pelaksanaan ujian berbasis komputer. Pengembangan sistem dilakukan secara sistematis sehingga solusi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lingkungan sekolah.

Objek penelitian adalah sistem pelaksanaan ujian berbasis komputer di SMK Teknologi yang selama ini menggunakan aplikasi berbasis PHP dan XAMPP. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu observasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan secara langsung terhadap proses pelaksanaan ujian untuk mengidentifikasi alur kerja sistem, kendala operasional, serta kebutuhan pengguna. Wawancara dilakukan dengan pihak sekolah, khususnya administrator dan guru, untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan fungsional sistem, permasalahan yang dihadapi, serta harapan terhadap sistem yang akan dikembangkan. Selanjutnya, studi literatur dilakukan dengan mengkaji buku, jurnal ilmiah, dan referensi lain yang berkaitan dengan Computer Based Test, framework Tauri, Fastify, PostgreSQL, serta metode pengembangan perangkat lunak.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode analisis kebutuhan sistem (requirement analysis). Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan fungsional maupun nonfungsional sistem berdasarkan hasil observasi dan wawancara. Analisis dilakukan terhadap proses bisnis pelaksanaan ujian yang sedang berjalan untuk menemukan kelemahan sistem, seperti potensi kecurangan melalui browser, belum tersedianya fitur pemantauan secara real-time, keterbatasan keamanan basis data, serta proses pengelolaan data yang masih dilakukan secara manual. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam penyusunan spesifikasi kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

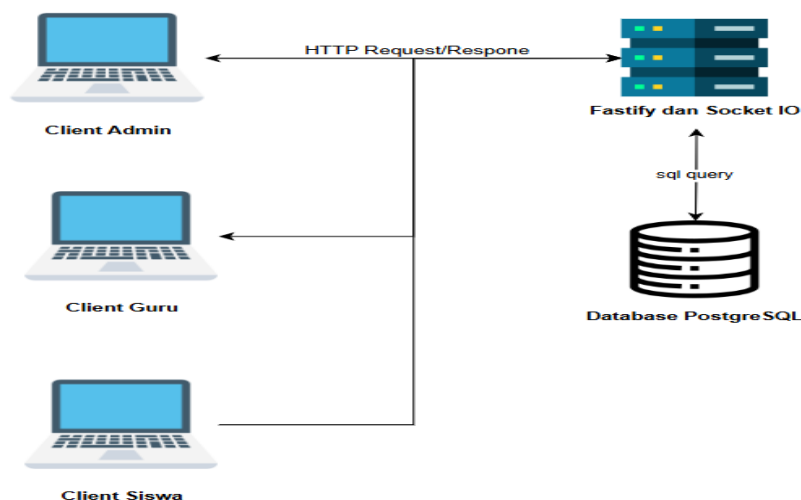
Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah *Waterfall*, karena memberikan tahapan kerja yang sistematis, terstruktur, dan berurutan. Tahap pertama adalah *requirement analysis*, yaitu mengidentifikasi kebutuhan pengguna dan sistem. Tahap kedua adalah *system design*, yaitu merancang arsitektur sistem, basis data, antarmuka pengguna, serta model proses menggunakan Flowmap, Flowchart, Data Flow Diagram (DFD), dan Entity Relationship Diagram (ERD). Tahap ketiga adalah *implementation*, yaitu mengimplementasikan hasil perancangan ke dalam kode program menggunakan framework Tauri sebagai aplikasi desktop sisi klien, Fastify sebagai backend, PostgreSQL sebagai basis data, serta Socket.IO untuk komunikasi data secara real-time.

Tahap berikutnya adalah *testing*, yang bertujuan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan terhadap proses autentikasi pengguna, pengelolaan data master, manajemen bank soal, pelaksanaan ujian, proses penilaian, monitoring peserta secara real-time, serta pembuatan laporan hasil ujian. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk memastikan mekanisme keamanan aplikasi desktop, kestabilan komunikasi data antara klien dan server, serta keakuratan penyimpanan data pada basis data PostgreSQL. Setelah seluruh fungsi berjalan dengan baik, sistem memasuki tahap *maintenance*, yaitu proses pemeliharaan untuk memperbaiki kesalahan yang mungkin ditemukan setelah sistem digunakan serta melakukan penyempurnaan apabila diperlukan.

Hasil akhir penelitian ini berupa sistem *Computer Based Test* (CBT) berbasis desktop dan web yang dibangun menggunakan framework Tauri dan Fastify. Sistem yang dihasilkan menyediakan berbagai fitur, antara lain autentikasi pengguna, pengelolaan data siswa dan guru, manajemen bank soal, penjadwalan ujian, pelaksanaan ujian berbasis desktop dengan mekanisme pengamanan, pemantauan peserta secara real-time, koreksi otomatis untuk soal pilihan ganda, koreksi manual untuk soal esai, serta penyajian laporan hasil ujian dalam bentuk rekapitulasi nilai. Dengan penerapan metode *Waterfall*, proses pengembangan sistem dapat dilakukan secara terstruktur sehingga menghasilkan aplikasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna di SMK Teknologi.

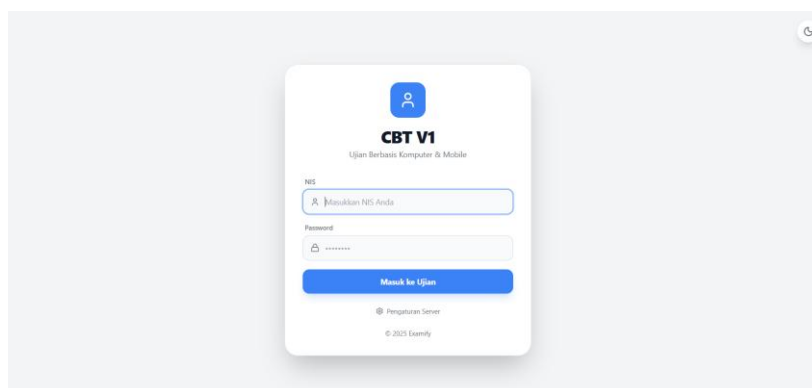
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini berupa sebuah sistem *Computer Based Test* (CBT) yang dikembangkan untuk mendukung proses pelaksanaan ujian di SMK Teknologi secara lebih aman, efisien, dan terintegrasi. Sistem dibangun menggunakan framework Tauri pada sisi client (desktop) untuk peserta ujian dan *Fastify* sebagai backend server yang terhubung dengan basis data PostgreSQL. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode *Waterfall* sehingga setiap tahapan mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian dilaksanakan secara sistematis sesuai dengan kebutuhan pengguna di lingkungan sekolah.



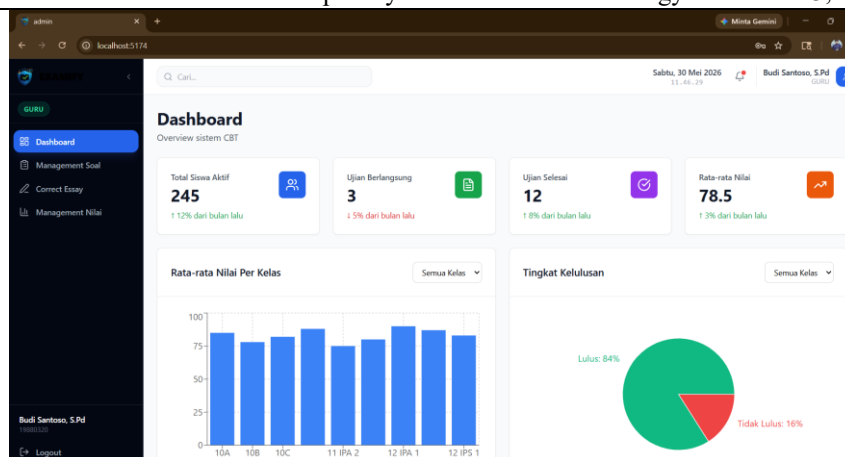
Gambar 1. Arsitektur Jaringan

Tahap implementasi diawali dengan penyediaan lingkungan pengembangan yang meliputi spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak. Basis data dibangun menggunakan PostgreSQL yang dijalankan melalui container Docker sehingga memudahkan proses deployment dan pengelolaan server. Struktur basis data dirancang menggunakan Prisma ORM yang mampu menghasilkan relasi antar tabel secara konsisten. Seluruh proses migrasi basis data berhasil dijalankan tanpa kendala sehingga sistem siap digunakan untuk proses implementasi aplikasi. Pada sisi administrator, sistem menyediakan berbagai fitur pengelolaan data akademik yang meliputi manajemen pengguna, data guru, data siswa, kelas, mata pelajaran, bank soal, jadwal ujian, hingga pengaturan sistem. Seluruh menu berhasil diimplementasikan melalui antarmuka berbasis web yang responsif sehingga administrator dapat mengelola seluruh kebutuhan pelaksanaan ujian dari satu dashboard terintegrasi. Selain itu, sistem juga menyediakan fasilitas import data sehingga proses pengelolaan data menjadi lebih cepat dibandingkan proses input secara manual.



Gambar 2. Tampilan login Siswa

Bagi guru, sistem menyediakan fasilitas untuk menyusun bank soal, melakukan pengelompokan soal berdasarkan mata pelajaran, menentukan jadwal ujian, melakukan koreksi soal esai, serta melihat rekapitulasi nilai peserta didik. Guru juga dapat mengelola hasil ujian secara langsung melalui dashboard sehingga proses evaluasi pembelajaran menjadi lebih efektif. Untuk soal pilihan ganda, sistem melakukan penilaian secara otomatis berdasarkan kunci jawaban yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan soal esai tetap memerlukan proses penilaian oleh guru.



Gambar 3. Tampilan Dashboard Guru

Pada sisi peserta didik, aplikasi CBT dibangun menggunakan framework Tauri sehingga dijalankan sebagai aplikasi desktop, bukan melalui browser umum. Pendekatan ini memberikan tingkat keamanan yang lebih tinggi karena aplikasi dapat menerapkan mekanisme pembatasan akses selama ujian berlangsung. Setelah peserta berhasil melakukan autentikasi menggunakan akun dan token ujian yang diberikan oleh administrator, sistem akan menampilkan lembar soal sesuai jadwal yang telah ditentukan. Seluruh jawaban peserta akan tersimpan secara otomatis ke server selama proses pengerjaan ujian berlangsung.

Hasil implementasi juga menunjukkan bahwa sistem telah berhasil menerapkan fitur *real-time monitoring* menggunakan Socket.IO. Melalui fitur ini, guru maupun administrator dapat memantau aktivitas peserta ujian secara langsung, termasuk status peserta yang sedang aktif mengerjakan ujian, peserta yang telah menyelesaikan ujian, maupun kondisi koneksi peserta apabila terjadi gangguan jaringan. Kemampuan monitoring secara langsung ini menjadi salah satu keunggulan sistem dibandingkan sistem sebelumnya yang belum menyediakan fasilitas pemantauan secara real-time.

Tabel 1. Pengujian Sistem Halaman Admin

No	Unit Program	Proses Pengujian	Output yang Diharapkan	Hasil
1	Login	Menginput <i>username</i> , dan <i>password</i> .	Server API memvalidasi kredensial, membuat sesi, dan mengarahkan pengguna ke halaman utama.	Berhasil
2	Dashboard	Mengakses halaman utama setelah berhasil login.	Sistem menampilkan ringkasan informasi data master, status ujian, dan grafik aktivitas secara sekilas.	Berhasil
3	Management User	Menambahkan, mengedit, atau menghapus data pengguna (Admin, Guru, Siswa).	Sistem memvalidasi input, menyimpan ke database PostgreSQL, dan memperbarui tabel data pengguna.	Berhasil
4	Management Kelas	Menginputkan data jenjang kelas baru atau memperbarui data kelas yang sudah ada.	Server memproses penyimpanan data kelas baru ke dalam database dan memperbarui daftarnya.	Berhasil
5	Management Mata Pelajaran	Menambahkan atau mengelola data mata pelajaran beserta kodenya.	Sistem berhasil menyimpan data mata pelajaran ke database dan menampilkannya di tabel.	Berhasil
6	Management Soal	Membuat paket Bank Soal dan menginputkan butir pertanyaan beserta pilihan & kunci jawaban.	Server API memvalidasi skema via Prisma ORM dan sukses menyimpannya ke tabel BankSoal dan Question.	Berhasil
7	Management Ujian	Mengatur jadwal (durasi, token, dan acak soal).	Sistem memvalidasi token baru, menyimpan parameter ke tabel Exam, dan mengubah status menjadi "Terjadwal".	Berhasil

8	<i>Monitoring Realtime</i>	Membuka menu monitoring untuk memantau pengerjaan siswa yang sedang aktif ujian.	Sistem berhasil menarik log aktivitas dari tabel StudentExam dan menampilkannya secara real-time.	Berhasil
9	<i>Correct Essay</i>	Memeriksa hasil jawaban essay siswa secara manual dan menginputkan nilai koreksi.	Sistem menyimpan nilai ke tabel EssayGrade dan otomatis memperbarui kalkulasi akumulasi nilai akhir siswa.	Berhasil
10	<i>Management Nilai</i>	Melihat, memfilter per kelas, dan mengeksplorasi rekapan nilai hasil ujian siswa.	Sistem menampilkan daftar nilai secara akurat dan berhasil mengekspor dokumen ke format Excel.	Berhasil
11	Pengaturan	Mengakses menu pengaturan untuk memperbarui profil atau kata sandi akun pengguna.	Perubahan data akun berhasil disimpan ke database dan langsung aktif untuk autentikasi berikutnya.	Berhasil
12	<i>Logout</i>	Mengklik tombol Logout pada bagian bawah menu sidebar.	Sesi token autentikasi dihancurkan dari server dan pengguna diarahkan kembali ke halaman login awal.	Berhasil

Selain mendukung pelaksanaan ujian, sistem juga menyediakan fasilitas rekapitulasi hasil ujian secara otomatis. Setelah proses ujian selesai, nilai peserta langsung dihitung untuk soal pilihan ganda, sedangkan hasil koreksi soal esai akan diperbarui setelah guru menyelesaikan proses penilaian. Seluruh data hasil ujian kemudian disajikan dalam bentuk laporan yang dapat ditampilkan melalui dashboard maupun diekspor ke format Microsoft Excel sehingga mempermudah proses dokumentasi dan pelaporan hasil belajar siswa.

Pengujian sistem dilakukan terhadap seluruh fungsi utama aplikasi, baik pada halaman administrator maupun halaman guru. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh menu dapat dijalankan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang, mulai dari proses autentikasi pengguna, pengelolaan data master, pengelolaan bank soal, pelaksanaan ujian, monitoring peserta, hingga proses penyajian laporan nilai. Tidak ditemukan kesalahan fungsional yang menghambat operasional sistem selama proses pengujian berlangsung, sehingga aplikasi dinyatakan layak untuk diimplementasikan pada lingkungan sekolah.

Berdasarkan implementasi yang telah dilakukan, sistem yang dikembangkan mampu mengatasi beberapa kelemahan sistem CBT sebelumnya. Penggunaan aplikasi desktop berbasis Tauri meningkatkan keamanan pelaksanaan ujian karena peserta tidak lagi menggunakan browser umum yang memungkinkan terjadinya perpindahan aplikasi secara bebas. Selain itu, penggunaan Fastify sebagai backend mampu meningkatkan kecepatan pemrosesan permintaan data sehingga sistem tetap responsif ketika diakses oleh banyak pengguna secara bersamaan. Integrasi PostgreSQL juga memberikan pengelolaan data yang lebih aman, stabil, dan mudah dipelihara dibandingkan sistem sebelumnya.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem Computer Based Test yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan aplikasi ujian berbasis komputer yang lebih aman, efisien, dan mudah dikelola. Integrasi framework Tauri, Fastify, PostgreSQL, Docker, dan Socket.IO berhasil menghasilkan sistem yang mendukung pelaksanaan ujian secara terintegrasi mulai dari pengelolaan data, pelaksanaan ujian, pemantauan peserta secara real-time, hingga penyajian laporan hasil ujian. Dengan demikian, sistem ini dapat dijadikan sebagai solusi alternatif dalam meningkatkan kualitas pelaksanaan evaluasi pembelajaran di SMK Teknologi.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *Computer Based Test* (CBT) yang dibangun menggunakan framework Tauri dan *Fastify* mampu mengatasi sebagian besar permasalahan yang sebelumnya ditemukan pada sistem ujian di SMK Teknologi. Permasalahan berupa penggunaan browser umum yang membuka peluang peserta melakukan *alt-tab*, keterbatasan pemantauan aktivitas peserta, serta rendahnya efisiensi pengelolaan data berhasil diminimalkan melalui penerapan aplikasi desktop berbasis Tauri yang terintegrasi dengan backend Fastify dan basis data PostgreSQL. Temuan ini sejalan dengan konsep rancang bangun sistem yang menyatakan bahwa pengembangan perangkat lunak harus mampu menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi solusi yang fungsional, aman, dan efisien (Sobari et al., 2026; Gunawan et al., 2021). Selain itu, implementasi CBT sebagai media evaluasi digital juga sesuai dengan pendapat Santoso et al. (2021) yang menjelaskan bahwa sistem CBT dapat meningkatkan efisiensi pelaksanaan ujian, mempercepat proses penilaian, serta mengurangi kesalahan administrasi dibandingkan metode berbasis kertas. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan

teknologi modern pada sistem evaluasi pembelajaran mampu meningkatkan kualitas layanan akademik sekaligus mendukung transformasi digital di lingkungan sekolah.

Dari aspek keamanan sistem, penggunaan framework Tauri memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan integritas pelaksanaan ujian. Berbeda dengan sistem sebelumnya yang dijalankan melalui browser umum, aplikasi desktop berbasis Tauri mampu membatasi akses pengguna terhadap aplikasi lain selama ujian berlangsung sehingga potensi kecurangan dapat ditekan. Temuan ini mendukung pendapat Polyakov (2025) yang menyatakan bahwa Tauri dikembangkan dengan pendekatan *native webview* dan bahasa Rust sehingga menghasilkan aplikasi yang ringan, aman, serta memiliki isolasi sistem yang lebih baik dibandingkan framework desktop konvensional. Di sisi lain, penggunaan PostgreSQL sebagai sistem manajemen basis data juga meningkatkan keamanan penyimpanan data ujian melalui mekanisme transaksi dan pengendalian akses yang lebih kuat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi arsitektur desktop modern dan basis data relasional mampu menghasilkan sistem yang lebih andal untuk mendukung pelaksanaan ujian berbasis komputer.

Dari sisi performa, penggunaan framework *Fastify* sebagai backend memberikan respons sistem yang cepat meskipun melayani banyak permintaan secara bersamaan. Hal ini terlihat dari keberhasilan sistem dalam menjalankan proses autentikasi, distribusi soal, penyimpanan jawaban, serta penyajian hasil ujian secara real-time tanpa mengalami penurunan performa yang berarti. Hasil tersebut sejalan dengan Collina et al. (2023) yang menjelaskan bahwa *Fastify* dirancang dengan arsitektur berbasis plugin dan validasi JSON yang mampu meningkatkan throughput serta menurunkan waktu respons aplikasi. Temuan ini juga didukung oleh penelitian Madhani et al. (2023) yang menunjukkan bahwa *Fastify* memiliki performa *response time* yang lebih baik dibandingkan beberapa framework Node.js lainnya pada implementasi RESTful API. Dengan demikian, pemanfaatan *Fastify* pada penelitian ini terbukti mampu meningkatkan kualitas layanan sistem CBT, khususnya pada kondisi akses bersamaan oleh banyak pengguna.

Keunggulan lain yang dihasilkan adalah tersedianya fitur *real-time monitoring* dan otomatisasi pengelolaan data ujian. Melalui implementasi Socket.IO, administrator dan guru dapat memantau status peserta ujian secara langsung, sedangkan fitur rekapitulasi nilai otomatis mampu mempercepat proses evaluasi hasil belajar. Kemampuan monitoring secara real-time ini mendukung teori mengenai pentingnya pemantauan sistem selama proses eksekusi perangkat lunak untuk menjaga stabilitas layanan dan memudahkan proses pengambilan keputusan ketika terjadi gangguan sistem. Selain itu, otomatisasi pengelolaan data melalui fasilitas import data dan ekspor laporan menunjukkan bahwa sistem yang dibangun telah memenuhi karakteristik perangkat lunak berkualitas, yaitu efisien, mudah dipelihara, dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik. Dengan demikian, implementasi sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan pelaksanaan ujian, tetapi juga meningkatkan efektivitas pengelolaan administrasi akademik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian memperlihatkan bahwa penerapan metode *Waterfall* mampu menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna karena setiap tahapan pengembangan dilakukan secara bertahap mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian. Pendekatan tersebut memudahkan pengembang dalam memastikan bahwa setiap kebutuhan fungsional telah diimplementasikan sebelum sistem digunakan oleh pengguna. Hasil penelitian ini juga memperkuat berbagai kajian sebelumnya yang menyatakan bahwa kualitas perangkat lunak sangat dipengaruhi oleh ketepatan pemilihan arsitektur, proses pengembangan yang sistematis, mekanisme pengujian, serta kemampuan sistem dalam memenuhi kebutuhan pengguna. Dengan demikian, sistem CBT berbasis Tauri dan *Fastify* yang dikembangkan pada penelitian ini telah berhasil meningkatkan keamanan, performa, efisiensi pengelolaan data, dan kualitas layanan ujian berbasis komputer di SMK Teknologi sehingga layak dijadikan alternatif implementasi sistem evaluasi digital pada satuan pendidikan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem CBT yang dibangun menggunakan framework Tauri dan *Fastify* dengan metode *Waterfall* berhasil dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pelaksanaan ujian di SMK Teknologi. Tahapan pengembangan yang sistematis mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, hingga pengujian menghasilkan sistem yang mampu mendukung pengelolaan data pengguna, bank soal, penjadwalan ujian, pelaksanaan ujian berbasis komputer, pemantauan peserta secara *real-time*, serta pengolahan hasil ujian secara otomatis. Penggunaan Tauri sebagai aplikasi desktop memberikan peningkatan pada aspek keamanan selama pelaksanaan ujian, sedangkan *Fastify* mampu memberikan kinerja backend yang cepat dan stabil dalam melayani proses pertukaran data antara server dan pengguna.

Selain memenuhi kebutuhan fungsional, sistem yang dikembangkan juga memberikan manfaat dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses evaluasi pembelajaran. Seluruh fitur utama sistem telah berfungsi dengan baik berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sehingga mampu mempermudah administrator, guru, dan peserta didik dalam melaksanakan proses ujian secara terintegrasi. Dengan demikian, sistem CBT ini layak diterapkan sebagai solusi digital untuk pelaksanaan ujian berbasis komputer di SMK Teknologi serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut melalui penambahan fitur, seperti analisis hasil belajar, integrasi dengan

sistem akademik sekolah, dan peningkatan keamanan berbasis autentikasi yang lebih canggih guna mendukung transformasi digital di lingkungan pendidikan.

Reference

- Collina, M., Del Rio, T., & Fastify Contributors. (2023). *Fastify documentation: Fast and low overhead web framework for Node.js*. Fastify. <https://fastify.dev/>
- Fachrizal, M. (2021). Implementasi Socket.IO pada aplikasi monitoring berbasis web secara *real time*. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*, 3(2), 120–128.
- Gunawan, A., Hidayat, T., & Ramadhan, R. (2021). Rancang bangun sistem informasi berbasis web menggunakan metode waterfall. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 12(2), 107–115.
- Hanief, S., & Sugiharni, I. G. A. P. D. (2020). Manfaatkan *flowchart* untuk mengoptimalkan nilai limbah. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 8(2).
- International Organization for Standardization. (2011). *ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering—Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE)—System and software quality models*. <https://www.iso.org/standard/35733.html>
- Madhani, S., Patel, J., & Shah, R. (2023). Performance comparison of Node.js web frameworks for RESTful API development. *International Journal of Computer Applications*, 185(18), 1–8.
- Nugroho, A., Prasetyo, D., & Hidayat, F. (2026). Pengembangan sistem monitoring *real-time* berbasis Socket.IO pada aplikasi web. *Jurnal Teknologi Informasi Indonesia*, 11(1), 15–27.
- Polyakov, A. (2025). *Building secure desktop applications with Tauri*. Tauri Project. <https://tauri.app/>
- Polyakov, N. V., & Sharapov, A. O. (2024). Comparative analysis of cross-platform application development tools in terms of operating system integration. *Modern Technologies and Engineering Solutions*, 9(1), 45–58.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Putra, R., Maulana, D., & Prasetyo, A. (2024). Implementasi TypeScript pada pengembangan aplikasi web modern berbasis Node.js. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(2), 221–230.
- Santoso, R., Wijaya, D., & Firmansyah, M. (2021). Implementasi *computer based test* (CBT) sebagai media evaluasi pembelajaran berbasis web. *Jurnal Informatika*, 8(2), 95–105.
- Santoso, S., & Maulani, M. R. (2021). Rancang bangun aplikasi *computer based test* berbasis web pada SMPN 1 Katapang Kabupaten Bandung Selatan. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(2). <https://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/informatika/article/view/1385/811>
- Sinaga, A. S. R. M., & Hardaya, J. T. (2025). Development of a cross-platform digital medical record system using Tauri framework. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 88–95.
- Sobari, A., Rahman, F., & Nugraha, Y. (2026). Rancang bangun sistem informasi menggunakan pendekatan *software development life cycle*. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 8(1), 33–45.
- Sommerville, I. (2021). *Software engineering* (11th ed.). Pearson Education.