Teknik: Jurnal Ilmu Teknik dan Informatika
Volume 6 Nomor 2 Oktober 2026
e-ISSN: 2798-2513; p-ISSN: 2808-8751, Hal *70-86*
DOI: https://doi.org/10.51903/teknik.v6i2.1266
Available online at: https://journal.stiestekom.ac.id/index.php/TEKNIK

Implementasi Finite State Automata pada Smart Vending Machine Berbasis Pembayaran Digital

Khodotun Hadawiyah Margolang[1*], Zulfahmi Indra[2], Siti Haliza Zamili[3], Hafizham Mufti Siregar[4]
[1-4]Program Studi Ilmu Komputer, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Korespondensi penulis: khodotunhadawiyah@gmail.com

Abstract. *This research aims to design and implement a Smart Vending Machine based on Finite State Automata (FSA) integrated with a digital payment simulation system called SimPay. The growing use of digital payment technology and automated transaction systems requires a reliable control mechanism to ensure transaction accuracy and consistency. The proposed system applies FSA as the core logic to manage transaction stages, including product selection, order confirmation, QR code generation, payment processing, product dispensing, and transaction completion. The system was developed using the prototyping method and implemented as a web-based application utilizing HTML5, CSS3, JavaScript, QR Code technology, and cloud-based data storage. The developed system consists of three main components: a vending machine interface for users, the SimPay digital wallet simulator for payment processing, and an administrative dashboard for managing products, stock, and transaction data. Functional testing was conducted using the Black Box Testing method to evaluate system performance and state-transition accuracy. The results show that all transaction scenarios and administrative functions operated according to the designed FSA model. The implementation demonstrates that integrating FSA with a digital payment simulation can provide a structured, transparent, and reliable transaction process. The proposed system can serve as a practical model for developing web-based smart vending machines and digital payment applications.*
Keywords: *Digital Payment Simulation; Finite State Automata; QR Code; Smart Vending Machine; Web-Based System*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan Smart Vending Machine berbasis Finite State Automata (FSA) yang terintegrasi dengan sistem simulasi pembayaran digital bernama SimPay. Meningkatnya penggunaan teknologi pembayaran digital dan sistem transaksi otomatis menuntut adanya mekanisme pengendalian yang andal untuk menjamin akurasi dan konsistensi proses transaksi. Sistem yang dikembangkan menerapkan FSA sebagai logika utama untuk mengatur tahapan transaksi, mulai dari pemilihan produk, konfirmasi pesanan, pembuatan kode QR, proses pembayaran, pengeluaran produk, hingga penyelesaian transaksi. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode prototyping dan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web dengan memanfaatkan HTML5, CSS3, JavaScript, teknologi QR Code, serta penyimpanan data berbasis cloud. Sistem terdiri atas tiga komponen utama, yaitu antarmuka vending machine untuk pengguna, simulator dompet digital SimPay sebagai media pembayaran, dan dashboard admin untuk mengelola produk, stok, serta data transaksi. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk mengevaluasi kinerja sistem dan ketepatan transisi state. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario transaksi dan fungsi administrasi berjalan sesuai dengan model FSA yang dirancang. Implementasi sistem membuktikan bahwa integrasi FSA dengan simulasi pembayaran digital mampu menghasilkan proses transaksi yang terstruktur, transparan, dan andal. Sistem yang dihasilkan dapat menjadi model praktis dalam pengembangan smart vending machine dan aplikasi pembayaran digital berbasis web.
Kata Kunci: Finite State Automata; Pembayaran Digital; QR Code; Smart Vending Machine; Sistem Berbasis Web

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan ekonomi digital di Indonesia mendorong meningkatnya penggunaan sistem transaksi otomatis seperti vending machine (VM). Dukungan Bank Indonesia melalui Gerakan Nasional Non-Tunai (GNNT) dan penerapan QRIS memungkinkan berbagai dompet digital dan rekening bank melakukan transaksi menggunakan

Diterima: 05 Juni 2026; Direvisi: 19 Juli 2026; Disetujui: 05 September 2026; Tersedia Online: 21 September 2026; Diterbitkan: 06 Oktober 2026.

satu kode QR yang terstandarisasi. Penelitian menunjukkan bahwa kemudahan penggunaan dan manfaat yang dirasakan memengaruhi adopsi QRIS (Yuniarti & Arifianti, 2023), sementara harapan kinerja menjadi faktor utama penggunaannya di kalangan generasi muda (Yasin et al., 2025). Selain itu, integrasi QRIS pada platform digital terbukti dapat meningkatkan hasil penjualan (Wahyudin et al., 2022).

Dalam perancangan logika pengendali vending machine, Finite State Automata (FSA) digunakan sebagai model formal untuk menggambarkan alur sistem. Karakteristik deterministik pada Deterministic Finite Automata (DFA) dinilai sesuai untuk sistem transaksi keuangan karena setiap input hanya menghasilkan satu transisi keadaan (Vayadande et al., 2022). Implementasi FSA telah diterapkan pada mesin pembuat teh otomatis berbasis dompet digital (Ayu et al., 2022) dan simulasi vending machine minuman boba (Ginting, 2024).

Perkembangan lebih lanjut menggabungkan FSA, QR Code, dan Internet of Things (IoT) dalam smart vending machine. Penggunaan FSM berbasis QR Code mendukung transaksi tanpa kontak yang aman (Kumar et al., 2023), sedangkan penerapan FSM tipe Mealy pada vending machine multi-produk telah berhasil diuji pada perangkat fisik (Naik et al., 2024). Arsitektur smart vending machine berbasis IoT yang mengintegrasikan mikrokontroler, komputasi awan, dan gateway pembayaran QR juga telah dikembangkan (Jivtode et al., 2025). Di sisi lain, penerimaan QRIS pada perangkat otomatis dipengaruhi oleh kondisi pendukung dan pengaruh sosial (Hidayat et al., 2024).

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih memisahkan pemodelan FSA dari implementasi pembayaran digital yang sesungguhnya. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan Smart Vending Machine berbasis web yang terintegrasi dengan sistem pembayaran QRIS (SimPay), mencakup panel admin, mekanisme vending machine dengan alur state berbasis FSA, serta simulator dompet digital, sehingga dapat menjembatani teori automata dengan penerapan nyata dalam ekonomi digital Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Automata dan Finite State Automata (FSA)

Teori automata merupakan cabang ilmu komputer yang mempelajari model-model komputasi abstrak beserta bahasa formal yang dapat dikenali oleh model tersebut. Automata merujuk pada model matematika untuk menganalisis dan memodelkan perilaku mesin komputasi, mencakup kemampuan mengenali pola dalam string serta memahami kompleksitas komputasi (Nabhan et al., 2023).

Finite State Automata (FSA) atau Finite State Machine (FSM) adalah salah satu model automata paling mendasar. Mesin otomatis yang menerima input dan menghasilkan output diskrit dengan cara membaca memori masukan berbentuk tape satu karakter pada setiap langkah (Shubuh et al., 2023). FSA merepresentasikan sistem yang memiliki berbagai keadaan (state) yang berubah seiring waktu berdasarkan simbol masukan dan fungsi transisi yang telah didefinisikan (Huda et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa FSA tidak hanya relevan secara teori, tetapi juga unggul secara praktis dalam berbagai implementasi sistem informasi.

Definisi Formal dan Komponen FSA

Secara formal, FSA didefinisikan sebagai 5-tuple $M = (Q, \Sigma, \delta, q0, F)$. Q adalah himpunan keadaan terbatas, Σ adalah alfabet atau himpunan simbol masukan, δ adalah fungsi transisi $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$, $q0 \in Q$ adalah keadaan awal, dan $F \subseteq Q$ adalah himpunan keadaan akhir (Nabhan et al., 2023). Mesin membaca simbol satu per satu dari q0 dan berpindah state sesuai δ; jika berakhir di state F maka string diterima.

Komponen FSA dalam bentuk tabel tupel yang mencakup Q sebagai himpunan state/kedudukan, Σ sebagai himpunan simbol input/masukan/abjad, Δ sebagai fungsi transisi state awal (initial state), F sebagai state akhir, dan $F \cap Q$ yang merepresentasikan jumlah state akhir pada suatu FSA (Jimmy et al., 2022). FSA terdiri dari dua jenis yaitu Deterministic Finite Automata (DFA) dan Non-Deterministic Automata (NFA), yang dibedakan dari segi arah transisi state. DFA hanya memiliki satu arah transisi state, sedangkan NFA dapat memiliki lebih dari satu arah transisi.

Struktur formal ini untuk membangun bagan FSA perhitungan sisa bagi bilangan biner, membuktikan bahwa definisi formal FSA dapat diimplementasikan secara praktis untuk keperluan komputasi matematika (Purnama dan Zainal, 2025).

Representasi FSA: Diagram Transisi dan Tabel Transisi

FSA dapat direpresentasikan dalam dua bentuk utama. Pertama, diagram transisi berupa graf berarah di mana state digambarkan sebagai lingkaran, transisi antar state sebagai anak panah berlabel simbol input, state awal ditandai anak panah masuk, dan state akhir ditandai lingkaran ganda. Kedua, tabel transisi yang merepresentasikan fungsi transisi δ secara tabular dengan baris sebagai state dan kolom sebagai simbol input.

Simulator DFA berbasis Python mampu menghasilkan diagram transisi secara dinamis sesuai masukan pengguna dengan akurasi 100% (Nabhan et al., 2023). Tabel transisi untuk mendeskripsikan alur perpindahan state pada bagan FSA, sehingga setiap transisi antar state dapat dipetakan secara sistematis dan mudah diverifikasi (Purnama dan Zainal, 2025).

Mesin Penjual Otomatis (Vending Machine)

Vending machine merupakan implementasi konkret FSA yang paling banyak dikaji dalam literatur teori automata. Vending machine sebagai mesin otomatis penjual produk atau jasa tanpa interaksi langsung dengan penjual (Huda et al., 2023). Dalam pemodelan FSA, setiap pilihan pengguna menjadi simbol input, setiap kondisi mesin menjadi state, dan alur transaksi dari awal hingga selesai merupakan rangkaian perpindahan state yang terstruktur.

Penerapan FSA pada sistem perparkiran kendaraan di Bandara Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang mampu mengenali kondisi normal maupun anomali transaksi dengan 10 state terstruktur, sehingga efisiensi dan akurasi sistem meningkat (Huda et al., 2023). Sistem monitoring stok dan penjualan minuman pada vending machine berbasis IoT menggunakan Google Sheets dan Kodular, di mana vending machine memproses pembayaran QRIS secara real-time (Kusuma et al., 2022). Kedua penelitian tersebut secara kolektif menunjukkan bahwa FSA merupakan fondasi yang kokoh dalam perancangan logika kendali vending machine.

Sistem Pembayaran Digital dan QRIS

Sistem pembayaran digital adalah transaksi keuangan melalui platform digital tanpa uang fisik. QRIS (Quick Response Code Indonesian Standard) merupakan standar nasional yang dikembangkan Bank Indonesia dan Asosiasi Sistem Pembayaran Indonesia (ASPI) menggunakan standar internasional EMV Co, diperkenalkan pada 17 Agustus 2019 dan berlaku efektif 1 Januari 2020 (Damayanti et al., 2023). QRIS mengintegrasikan seluruh metode pembayaran berbasis QR sehingga satu kode dapat digunakan oleh semua aplikasi e-wallet resmi seperti OVO, GoPay, LinkAja, dan Dana (Farhan & Shifa, 2023).

Terdapat dua jenis QR Code yang digunakan dalam QRIS, yakni statis dan dinamis (Damayanti et al., 2023). QR Code Statis digunakan melalui media cetak atau stiker dan belum memiliki nominal pembayaran, sehingga pengguna perlu menginput secara manual. Sebaliknya, QR Code Dinamis ditampilkan melalui struk yang dicetak mesin EDC atau monitor, dan tampilan QR Code selalu berbeda untuk setiap transaksi serta telah memiliki nominal pembayaran. Dari sisi keamanan, QRIS menggunakan enkripsi data dan otentikasi multi-faktor untuk melindungi setiap transaksi, menjadikan QRIS sebagai solusi pembayaran yang aman sekaligus mendorong inklusi keuangan (Kristanty, 2024).

2.6 QR Code: Konsep dan Cara Kerja

QR Code (Quick Response Code) adalah kode dua dimensi yang menyimpan informasi dalam susunan titik-titik hitam dan dapat dibaca oleh kamera perangkat digital. QR Code berisi data seperti identitas merchant, jumlah pembayaran, dan mata uang yang diproses untuk

menyelesaikan transaksi (Farhan dan Shifa, 2023). Dalam implementasi QRIS, setiap kode QR yang diterbitkan untuk pembayaran mengandung informasi unik yang menghubungkan transaksi dengan merchant tertentu.

QR Code dinamis berbasis QRIS API pada vending machine, di mana setiap transaksi menggunakan ID pembelian yang unik sehingga sistem tidak terganggu oleh transaksi pada mesin lain (Kusuma et al., 2022). Untuk mencegah pemalsuan, data sensitif dikonversi menjadi token terenkripsi dan verifikasi dilakukan secara real-time untuk memastikan kode QR yang digunakan sesuai dengan merchant yang bersangkutan (Kristanty, 2024).

E-Wallet dan Keamanan Transaksi Digital

E-wallet atau dompet digital adalah platform penyimpanan uang elektronik yang memungkinkan transaksi pembayaran secara digital. Ekosistem e-wallet Indonesia mencakup OVO, GoPay, LinkAja, Dana, serta mobile banking yang semuanya dapat digunakan melalui satu kode QRIS (Kristanty, 2024). Penggunaan e-wallet memberikan keuntungan berupa transaksi yang lebih cepat, transparan, dan aman dibandingkan pembayaran tunai, sekaligus mendorong digitalisasi UMKM (Farhan & Shifa, 2023).

Namun, di balik kemudahannya, terdapat risiko keamanan data yang perlu diperhatikan. Sistem e-wallet dilengkapi mekanisme keamanan seperti enkripsi data, otentikasi pengguna, dan validasi transaksi (Laksamana Khaidir K.N dan Nasution, 2024). Jenis-jenis keamanan data yang relevan meliputi: (1) Autentikasi, yaitu prosedur memastikan identitas pengguna secara tepat sebelum memberikan akses; (2) Enkripsi, yakni proses mengubah informasi menjadi gambaran yang tidak dapat dibaca tanpa metode decoding tertentu; (3) Data Access Control, yang menghambat seluruh celah ke dalam jaringan digital; dan (4) Confidentiality, yaitu metode melindungi informasi rahasia dari pihak yang tidak memiliki hak akses.

Faktor penyebab penipuan dalam transaksi digital antara lain kebocoran data pengguna, rendahnya pengetahuan pengguna tentang keamanan siber, lemahnya kebijakan keamanan sistem, serta faktor sosial-ekonomi. Oleh karena itu, mencegah penipuan online melalui e-wallet memerlukan peningkatan kesadaran pengguna, penerapan kebijakan keamanan yang ketat, dan kerja sama dengan pemerintah serta penyedia layanan (Laksamana Khaidir K.N & Nasution, 2024).

Simulasi E-Wallet (SimPay) sebagai Media Pembayaran

Simulasi e-wallet merupakan pengembangan sistem yang meniru mekanisme kerja dompet digital dalam lingkungan terkontrol. Pendekatan ini memudahkan pengujian dan

validasi alur pembayaran sebelum diimplementasikan secara penuh, karena setiap perubahan status transaksi dapat dipantau dan diverifikasi secara terstruktur.

Dalam perancangan SimPay sebagai media pembayaran pada vending machine, prinsip FSA menjadi landasan utama. Alur transaksi mulai dari penempelan kartu, pemilihan produk, hingga penyelesaian pembayaran dapat dimodelkan menggunakan FSA dengan state-state terstruktur, sehingga setiap kondisi transaksi termasuk kondisi gagal dapat ditangani dengan tepat tanpa mengganggu alur sistem secara keseluruhan (Huda et al., 2023). Dengan mengadopsi prinsip serupa, SimPay dirancang sebagai simulasi e-wallet yang mampu memproses pembayaran QR tanpa bergantung pada infrastruktur perbankan resmi, namun tetap menjalankan mekanisme validasi dan pencatatan transaksi secara sistematis.

Implementasi FSA pada Sistem Berbasis Web

Implementasi FSA pada sistem berbasis web telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan konsistensi dan keandalan sistem informasi. Salah satu keunggulan utama pendekatan ini adalah kemampuannya mencegah transisi state yang tidak valid secara otomatis, sehingga alur proses sistem selalu berada dalam kondisi yang terdefinisi dengan baik.

Simulator DFA berbasis Python yang dinamis, membuktikan bahwa algoritma FSA dapat bekerja dengan akurasi 100% dalam mengenali string input (Nabhan et al., 2023). Menerapkan FSA pada sistem vending machine berbasis web untuk mengelola alur transaksi pembayaran QRIS secara real-time, di mana setiap state merepresentasikan kondisi mesin yang spesifik mulai dari pemilihan produk hingga konfirmasi pembayaran (Kusuma et al., 2022). Penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa FSA merupakan pendekatan yang andal, efisien, dan fleksibel untuk diimplementasikan pada berbagai sistem berbasis web, termasuk pada sistem pembayaran digital seperti SimPay yang dikembangkan dalam penelitian ini.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Peneltian

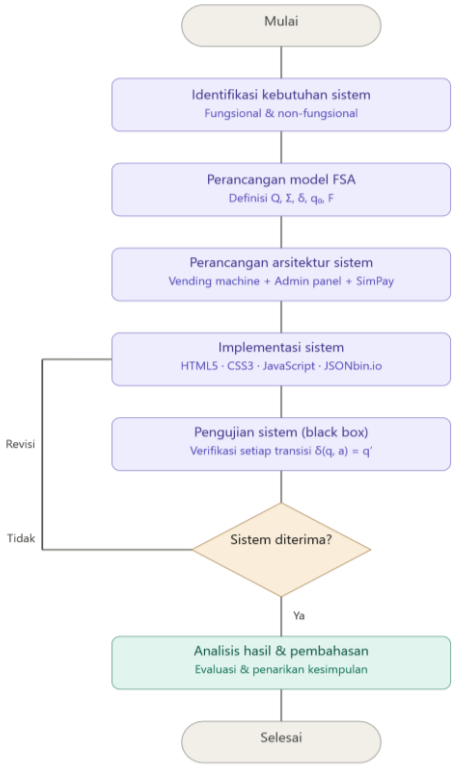
Penelitian ini merupakan penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan pengembangan sistem. Tujuannya adalah merancang dan mengimplementasikan model FSA ke dalam sistem smart vending machine berbasis pembayaran digital yang dapat dioperasikan melalui antarmuka web dan diuji secara fungsional.

Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem menggunakan metode Prototyping, yakni pendekatan iteratif yang melibatkan perancangan prototipe sebagai versi awal sistem untuk dievaluasi dan

disempurnakan secara bertahap (Alda et al., 2023). Siklus iterasi dilakukan tiga kali, mencakup tahap FSA engine, pengembangan antarmuka, dan integrasi SimPay.

Tahapan Penelitan



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Perancangan Model FSA

Sistem smart vending machine direpresentasikan secara formal sebagai berikut:

Komponen	Nilai	Keterangan
M	(Q, Σ, δ, q_0, F)	Definisi 5-tupel FSA
Q	{q0, q1, q2, q3, q4, q5, q6, q7}	Himpunan state
Σ	{tekan, pilih, konfirmasi, scan_qr, bayar_sukses, selesai, batal, reset}	Alphabet input
δ	Fungsi transisi	Lihat Tabel 2
q_0	q0	IDLE — state awal
F	{q6}	SELESAI — state akhir

Tabel 1. Perancangan Model FSA

Tabel Transisi FSA

State (q)	Deskripsi	Input (a)	State Tujuan (q′)	Jenis

q0	IDLE (Awal)	tekan	q1	Normal
q1	Pilih Produk	pilih	q2	Normal
q1	Pilih Produk	batal	q7	Error
q2	Konfirmasi Pesanan	konfirmasi	q3	Normal
q2	Konfirmasi Pesanan	batal	q7	Error
q3	Tampil QR QRIS	scan_qr	q4	Normal
q3	Tampil QR QRIS	batal	q7	Error
q4	Proses Pembayaran	bayar_sukses	q5	Normal
q4	Proses Pembayaran	batal	q7	Error
q5	Keluarkan Produk	selesai	q6	Normal
q6	Selesai ✓ (Final)	reset	q0	Reset
q7	Error / Batal	reset	q0	Reset

Tabel 2. Transisi FSA Smart Vending Machine

Spesifikasi Teknis Sistem

Komponen	Spesifikasi
Bahasa Pemrograman	HTML5, CSS3, JavaScript (ES6+)
Library QR Generate	QRCode.js v1.0.0 (via cdnjs)
Library QR Scan	jsQR v1.4.0 (via cdnjs)
Penyimpanan Data	JSONbin.io REST API (cloud)
Komunikasi Komponen	Custom Events API, localStorage (fallback)
Hosting / Deployment	GitHub Pages (HTTPS)
Perangkat Uji	Browser modern (Chrome, Firefox, Safari) — Desktop & Mobile
Metode Pengujian	Black Box Testing

Tabel 3. Spesifikasi Teknis Sistem

3.7 Rancangan Pengujian Black Box

Pengujian Black Box Testing berfokus pada fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna tanpa memperhatikan struktur internal kode (Saputra, 2025). Skenario pengujian mencakup seluruh kemungkinan input dan kondisi transisi state pada model FSA.

No	Fitur yang Diuji	Skenario Input	Hasil yang Diharapkan
1	Transisi State Normal	Tekan → Pilih → Konfirmasi → Scan QR	q0 → q1 → q2 → q3 → q4 → q5 → q6 ✓

		→ Bayar Sukses → Selesai	
2	Alur Pembatalan	Batal pada state q1, q2, q3, atau q4	State berpindah ke q7 → reset ke q0
3	Admin Panel — Login	Input password benar / salah	Akses diberikan / ditolak sesuai autentikasi
4	Admin Panel — Produk	Tambah, edit, hapus produk	Data tersimpan di JSONbin dan tampil di mesin
5	QR Code Generate	Konfirmasi produk dengan nominal tertentu	QR tampil dengan payload QRIS-SIM yang benar
6	SimPay — Scan QR	Scan QR atau input payload manual	Nominal terbaca, lanjut ke konfirmasi bayar
7	SimPay — PIN & Bayar	Input PIN benar / salah	Pembayaran diproses / ditolak; saldo berkurang
8	Integrasi VM ↔ SimPay	Pembayaran sukses di SimPay	State mesin vending otomatis lanjut ke q5

Tabel 4. Rancangan Skenario Pengujian Black Box Testing

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

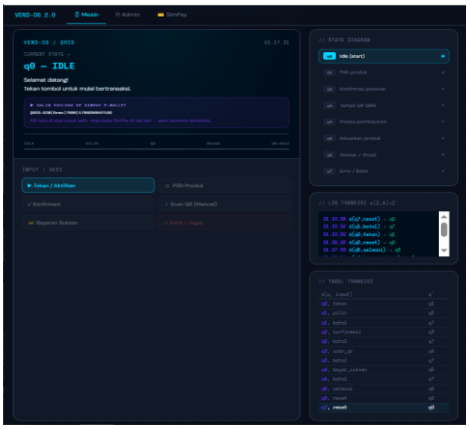
Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem Smart Vending Machine berbasis Finite State Automata (FSA) yang dikembangkan dalam bentuk aplikasi web. Sistem ini memungkinkan pengguna memilih produk, melakukan transaksi pembayaran non-tunai via QRIS, serta memperoleh produk sesuai dengan alur yang telah didefinisikan oleh model FSA. Untuk mendukung pengujian pembayaran tanpa melibatkan layanan resmi, penelitian ini mengintegrasikan aplikasi SimPay sebagai simulator dompet digital.

Sistem terdiri dari dua sisi utama, yaitu halaman pengguna (user) untuk melakukan transaksi dan halaman admin untuk mengelola produk, stok, serta data transaksi. Bab ini membahas hasil implementasi antarmuka, alur kerja sistem, dan hasil pengujian yang dilakukan.

Tampilan Antarmuka Sistem

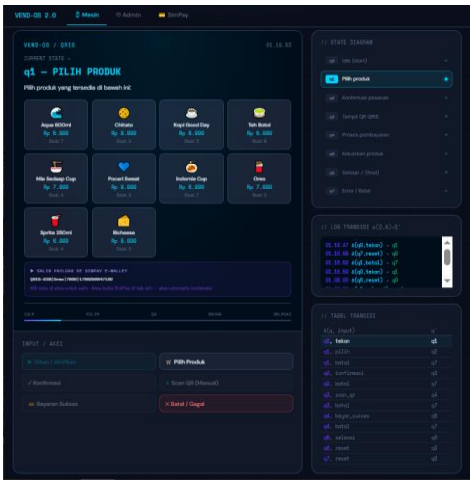
Halaman Mesin (User)

Gambar 2 menunjukkan tampilan awal simulator vending machine (VEND-OS 2.0) pada kondisi q0 – IDLE. Pada state ini, hanya tombol “Tekan / Aktifkan” yang dapat diakses, sementara tombol lainnya masih dinonaktifkan. Panel pemantau di sisi kanan menampilkan diagram state (q0–q7), log transisi waktu nyata, dan tabel fungsi transisi (δ) yang memudahkan validasi alur perpindahan state secara langsung.



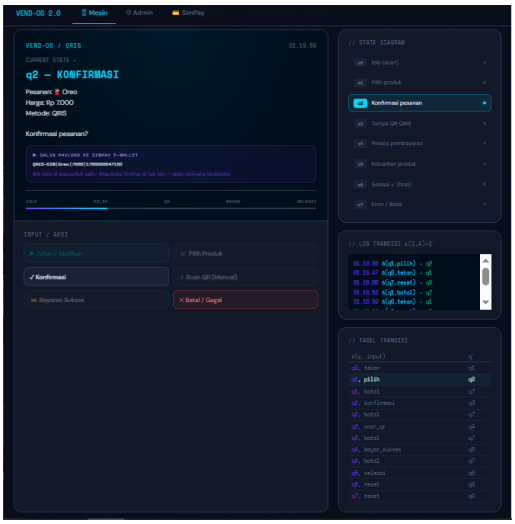
Gambar 2. Halaman Mesin (Aktifkan)

Setelah tombol Aktifkan ditekan, sistem berpindah ke state q1 – PILIH PRODUK. Antarmuka menampilkan daftar produk dalam bentuk card interaktif, lengkap dengan informasi harga dan sisa stok. Panel pemantau secara otomatis memperbarui posisi state dan mencatat riwayat transisi dari q0 ke q1, membuktikan bahwa logika program berjalan sinkron sesuai tabel transisi yang dirancang.



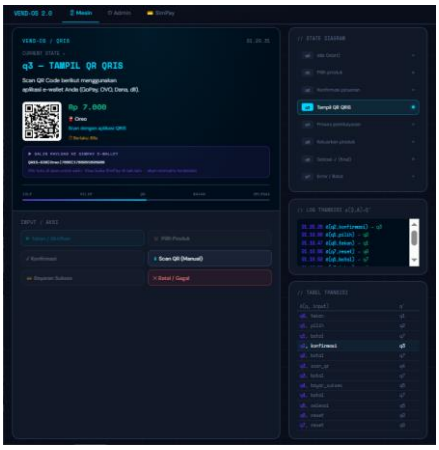
Gambar 3. Halaman Mesin (Pilih Produk)

Setelah pengguna memilih produk, sistem beralih ke state q2 – KONFIRMASI. Antarmuka menampilkan ringkasan pesanan, termasuk nama produk, harga, dan metode pembayaran QRIS, disertai pertanyaan konfirmasi sebelum melanjutkan. Tombol Konfirmasi menjadi aktif pada tahap ini, dan panel pemantau mencatat transisi dari q1 ke q2.



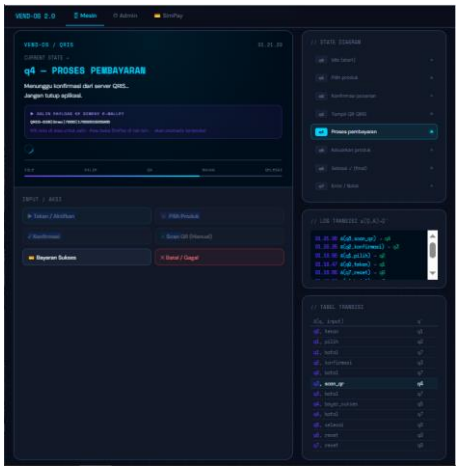
Gambar 4. Halaman Mesin (Konfirmasi)

Setelah konfirmasi ditekan, sistem melanjutkan ke state q3 – TAMPIL QR QRIS. Kode QR dinamis ditampilkan beserta nominal pembayaran dan batas waktu berlakunya. Opsi Scan QR (Manual) dan tombol Batal / Gagal menjadi aktif untuk mensimulasikan respons pembayaran. Panel pemantau mencatat transisi dari q2 ke q3.



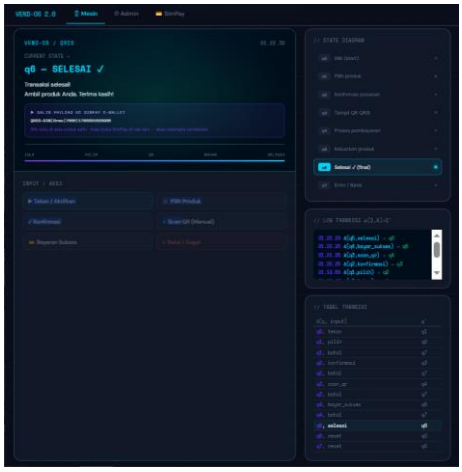
Gambar 5. Halaman Mesin (Bayar QR)

Setelah QR dipindai, sistem berpindah ke state q4 – PROSES PEMBAYARAN. Antarmuka menampilkan notifikasi bahwa sistem sedang menunggu konfirmasi dari server QRIS, disertai animasi loading. Tombol Bayaran Sukses menjadi aktif untuk mensimulasikan respons sukses dari jaringan perbankan. Log transisi mencatat $\delta(q3, scan_qr) \rightarrow q4$.



Gambar 6. Halaman Mesin (Bayaran Sukses)

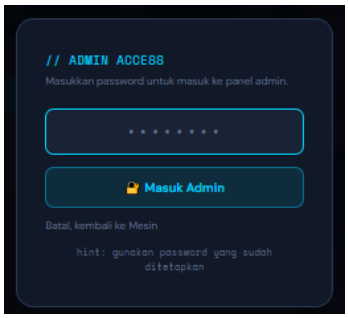
Pada tahapan akhir, sistem beralih ke state q6 – SELESAI setelah melewati fase pengeluaran produk (q5). Layar menampilkan pesan konfirmasi berupa tanda centang hijau, instruksi pengambilan produk, dan ucapan terima kasih. Seluruh tombol input dinonaktifkan kembali untuk mencegah input tidak valid. Log transisi mencatat δ(q5, selesai) → q6, membuktikan siklus pembelian berhasil dieksekusi dari awal hingga akhir.



Gambar 7. Halaman Mesin (Selesai)

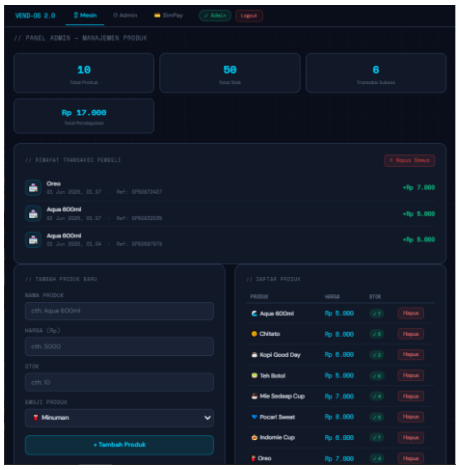
Halaman admin

Akses ke halaman admin dibatasi dengan autentikasi kata sandi melalui jendela pop-up ADMIN ACCESS. Tampilan latar belakang dibuat buram (blur) untuk menjaga fokus visual, dan terdapat kolom input kata sandi yang disamarkan demi keamanan. Mekanisme ini memastikan bahwa pengelolaan stok dan data internal vending machine hanya dapat dilakukan oleh pengguna yang berwenang.



Gambar 8. Halaman Admin (Login)

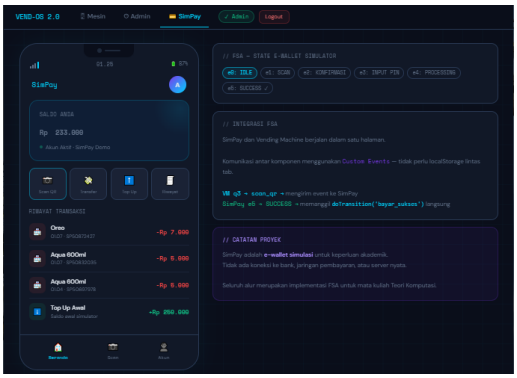
Setelah login berhasil, pengelola diarahkan ke dashboard utama yang memuat 'PANEL ADMIN – MANAJEMEN PRODUK'. Bagian atas menampilkan empat card ringkasan: total produk (10 item), jumlah stok (50), transaksi sukses (6 kali), dan total pendapatan (Rp 17.000). Di bawahnya terdapat riwayat pembelian, formulir 'Tambah Produk Baru' di sisi kiri, serta tabel 'Daftar Produk' di sisi kanan untuk memantau dan mengelola data secara terpusat.



Gambar 9. Halaman Admin (Panel)

Halaman Simpay

Halaman SimPay berfungsi sebagai simulator dompet digital yang terintegrasi dengan mesin vending. Sisi kiri antarmuka menampilkan visualisasi aplikasi e-wallet pada perangkat smartphone, lengkap dengan informasi saldo (Rp 233.000), menu navigasi (Scan QR, Transfer, Top Up, Riwayat), dan histori transaksi. Sisi kanan menampilkan panel teknis FSA e-wallet (e0–e5) dan keterangan mekanisme integrasi menggunakan Custom Events.



Gambar 10. Halaman Simpay

SimPay sengaja dirancang sebagai program pendukung untuk lingkungan akademik, mengingat integrasi dengan layanan e-wallet resmi seperti DANA atau jaringan QRIS memerlukan perizinan perbankan yang tidak memungkinkan untuk skala penelitian. Dengan memanfaatkan Custom Events, komunikasi antara mesin vending (state q3) dan SimPay (state e0–e5) berjalan mulus dalam satu halaman web tanpa menggunakan penyimpanan lokal lintas tab.

Pembahasan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem VEND-OS 2.0, integrasi antara antarmuka mesin, panel admin, dan simulator dompet digital terbukti mampu mengubah visualisasi alur logika Teori Komputasi menjadi lebih praktis dan tersentralisasi. Desain antarmuka yang dinamis menjadi kunci efisiensi dalam pembuktian transisi state, di mana setiap perpindahan kondisi dapat diamati secara langsung melalui State Diagram dan Log Transisi waktu nyata yang tersedia pada setiap halaman.

Pada sisi pengelola, dashboard admin berfungsi sebagai pusat kendali operasional. Kehadiran card metrics untuk total produk, jumlah stok, dan total pendapatan memudahkan admin memantau kondisi mesin secara cepat. Ketika stok suatu produk mulai menipis pada tabel 'Daftar Produk', admin dapat langsung menambahkan barang melalui formulir 'Tambah Produk Baru' tanpa perlu mengecek isi mesin secara fisik. Hal ini menunjukkan bahwa backend sistem tidak sekadar menjalankan mesin otomatis, tetapi juga mampu mengorganisasi basis data secara terpusat dan dinamis.

Pada sisi pengguna, visualisasi State Diagram dan Log Transisi δ membantu memvalidasi keandalan perpindahan kondisi dari q0 (IDLE), q1 (Pilih Produk), q2 (Konfirmasi), q3 (Tampil QR), q4 (Proses Bayar), hingga q6 (Selesai) secara empiris. Setiap aksi pengguna tercermin langsung pada panel pemantau sehingga kesesuaian antara logika FSA yang dirancang dengan perilaku sistem yang berjalan dapat diverifikasi secara transparan.

Keunggulan lain dari ekosistem ini terletak pada fleksibilitas simulasi pembayaran melalui integrasi SimPay. Melalui pemanfaatan fungsi Custom Events, komunikasi data antara mesin vending dan SimPay dapat berjalan mulus tanpa memerlukan penyimpanan lokal lintas tab. Sinkronisasi yang dinamis ini membuktikan bahwa sistem berhasil mengimplementasikan konsep FSA dua arah yang transparan, bebas dari risiko kesalahan pengguna, dan responsif secara real-time dalam satu halaman web.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem Smart Vending Machine berbasis Finite State Automata (FSA) berhasil diimplementasikan sesuai dengan tujuan penelitian. Penerapan metode FSA mampu mengatur alur transaksi secara terstruktur mulai dari pemilihan produk, proses pembayaran, hingga pengeluaran produk. Selain itu, penggunaan aplikasi SimPay sebagai simulator pembayaran juga membantu proses pengujian transaksi sehingga integrasi antara sistem pembayaran dan vending machine dapat berjalan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fitur utama sistem dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

Meskipun sistem telah berjalan dengan baik, masih terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya. Salah satunya adalah mengintegrasikan sistem dengan layanan pembayaran digital yang sebenarnya, seperti QRIS atau dompet digital resmi, sehingga proses transaksi dapat dilakukan secara lebih realistis. Selain itu, fitur notifikasi, monitoring stok secara real-time, serta penambahan sensor pada perangkat vending machine juga dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan fungsionalitas dan memberikan pengalaman penggunaan yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada dosen pembimbing, orang tua, serta keluarga yang telah memberikan arahan, doa, dan dukungan tanpa henti selama proses penelitian ini berlangsung. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem informasi berbasis web.

DAFTAR REFERENSI

Ayni, N. R., Saputra, A., Nurrahman, Z., Meiliani, D., Rafeinal, R., & Fernandes, D. (2026). Perancangan Game Catur Sederhana Berbasis Web Menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. *Journal of Informatics and Computer Science*, 1(1), 22-30

Damayanti, U. R., Nirmala, A. R., Nurani, R., & Kuswara, C. N. (2023). Literasi Sistem Pembayaran Quick Response Code Indonesian Standard (QRIS) pada Siswa Sekolah Menengah Atas di Pekanbaru. BATIK: Jurnal Pengembangan dan Pengabdian Masyarakat Multikultural, 1(1), 17–21. https://doi.org/10.57152/batik.v1i1.703

Farhan, A., & Shifa, A. W. (2023). Penggunaan Metode Pembayaran QRIS Pada Setiap UMKM di Era Digital. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara, 4(2), 1198–1206. https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i2.1045

Fikri, C., Gata, W., Pratama, B., Parthama, K. S., & Haryanti, T. (2022). Penerapan Finite State Automata pada Desain Vending Machine Alat Tulis Sekolah. *Jurnal Sistem Komputer TGD*, 1(6), 296–302.

Hamdani, D., Wibowo, A. P. W., & Heryono, H. (2024). Perancangan Sistem Presensi Online dengan QR Code Menggunakan Metode Prototyping. *Jurnal Teknologi dan Informasi (JATI)*, 14(1), 62–73. https://doi.org/10.34010/jati.v14i1

Huda, D. N., Zahara, A., & Hardinata, D. (2023). Pemanfaatan Konsep Finite State Automata Pada Sistem Perparkiran Kendaraan Bermotor Bandara Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang. Jurnal Bangkit Indonesia, 12(2), 34–39. https://doi.org/10.52771/bangkitindonesia.v12i2.245

Jimmy, Gata, W., Saputra, D. D., Bayhaqy, A., & Setiawan, H. (2022). Penerapan Konsep Finite State Automata Dalam Pengarsipan Dokumen Akreditasi Sekolah. Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis (JIKB), XIII(2), 11–22. https://doi.org/10.47927/jikb.v13i2.270

Khaidir, L.K.N, & Nasution, M. I. P. (2024). Analisis Keamanan Data Terhadap Penggunaan E-Wallet sebagai Alat Transaksi Digital untuk Mencegah Penipuan Online. Jurnal Sains Student Research, 2(4), 108–116. https://doi.org/10.61722/jssr.v2i4.1955

Kristanty, D. N. (2024). Tren dan Tantangan Keamanan Bertransaksi dengan QRIS dalam Era Transformasi Sistem Pembayaran Digital. Syntax Admiration, 5(10), 3923–3933. https://doi.org/10.46799/jsa.v5i10.1538

Kusuma, V. A., Putra, M. I. A., & Suprapto, S. S. (2022). Sistem Monitoring Stok dan Penjualan Minuman pada Vending Machine berbasis IoT Menggunakan Google Sheets dan Kodular. Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi, 4(3), 94–98. https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v4i3.136

Maulida, M., Zahro, F., Hakim, R., & Akbar, M. S. (2025). Pengujian Black Box Testing pada Sistem Website Pemesanan Online Toko Ayam Krispy. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 3(5), 2-12. https://doi.org/10.62281

Nabhan, M. F., Lantana, D. A., Zidni, P., et al. (2023). Simulator Mesin Deterministic Finite Automata (DFA) Berdasarkan Diagram Transisi Menggunakan Python. Jurnal Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan, VII(1), 23–30. https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v7i1.463

Purnama, R., & Zainal, R. F. (2025). Menghitung Sisa Bagi dari Bilangan Biner dengan Banyak Digit Tak Terbatas Menggunakan Bagan Finite State Automata (FSA). Jurnal Inter Tech, 3(2), 107–114. https://doi.org/10.54732/i.v3i2.1659

Saputra, S. (2025). Analisis Perbandingan Format Pesan ISO 8583 dan JSON pada Sistem Transaksi Keuangan. *Bulletin of Computer Science Research*, 6(1), 548–557. https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v6i1.839

Shubuh, S., Kurniawati, L., Hermaliani, E. H., & Gata, W. (2023). Implementasi Konsep Finite State Automata (FSA) untuk Pengolahan Data Santri pada Pondok Pesantren. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 9(1), 23–27. https://doi.org/10.35329/jiik.v9i2.260

Ayu, V. M., Gata, W., Putra, J. L., Frieyadi, & Novitasari, H. B. (2022). Finite State Automata pada Vending Machine Pembuat Teh Otomatis. *Jurnal JTIK (Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi)*, 6(4), 487–497. https://doi.org/10.35870/jtik.v6i4.564

Ginting, M. D. (2024). Implementasi Finite State Automata (FSA) pada Aplikasi Simulasi Vending Machine Minuman Boba. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(4). https://doi.org/10.58794/scientica.v2i4.4141

Hidayat, T., Kusuma, A. H., & Susanto, R. (2024). Quick Response Code Indonesia Standard (QRIS) E-payment adoption: Customers perspective. *Cogent Business & Management*, 11(1), Article 2316044. https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2316044

Jivtode, J., Nandanwar, S., Pusam, R. P., Kudwaate, P., & Titarmare, P. (2025). Insights into IoT-Driven Smart Vending Machine Systems. *International Journal of Advanced Electrical and Electronics Engineering*, 14(2). https://doi.org/10.35570/rtejournal.2025.842

Kumar, K. C., Vardhan, P. V., Srikanth, D., Vivek, M., & Kiran, T. S. (2023). QR Code-Based Vending Machine Using FSM. *In Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA)* (pp. 1–6). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICECAA58104.2023.10212241

Naik, R. H., Bharamagoudra, M., Patil, K., & Hiremath, S. (2024). Implementation of Vending Machine through Verilog HDL. *International Journal of Multidisciplinary Trends in Scientific and Technology*, 10(3), 25–36. https://doi.org/10.62873/ijmtst1003024

Vayadande, K., Agarwal, K., Kabra, A., Gangwal, K., & Kinage, A. (2022). Simulation and Testing of Deterministic Finite Automata Machine. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 10(1), 28–33. https://doi.org/10.26438/ijcse/v10i1.2833

Wahyudin, N., Herlissha, N., Christianingrum, & Aldiesi, D. R. (2022). The Utilization of E-Commerce and QRIS as Digital Payment Tools to Improve Sales Performance through Competitive Advantage in MSME. *Journal of Consumer Sciences*, 7(2), 134–147. https://doi.org/10.29244/jcs.7.2.134-147

Yasin, A., Masrizal, & Rusanti, E. (2025). Modelling the adoption of QRIS payment method usage among young adults in Indonesia. *Journal of Science and Technology Policy Management, ahead-of-print.* https://doi.org/10.1108/JSTPM-09-2024-0364

Yuniarti, S., & Arifianti, R. (2023). Exploring the Factors Influencing the Adoption of QRIS as a Digital Payment in Indonesia. *The Journal of Management Theory and Practice (JMTP)*, 4(1), 53–59. https://doi.org/10.37231/jmtp.2023.4.1.322