

Implementasi Deterministic Finite Automata (DFA) pada Game Statecraft Sebagai Media Pembelajaran Interaktif Teori Bahasa

Claudia Agatha br Tarigan¹, Zulfahmi Indra², Triwanti Andini Hutasoit^{3*}, Jonatan Rio Gultom⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

Email: ¹claudiagaatha5@gmail.com ²zulfahmi.indra@unimed.ac.id, ^{3*}triwantiandinihutasoit@gmail.com,

⁴jonatanriogultom@gmail.com

(*Email Corresponding Author: triwantiandinihutasoit@gmail.com)

Received: 9 Juni 2026 | Revision: 15 Juli 2026 | Accepted: 19 Juli 2026

Abstrak

Materi Deterministic Finite Automata (DFA) dalam mata kuliah Teori Bahasa dan Otomata sering kali sulit dipahami mahasiswa karena penyampaian yang sangat teoretis dan minim visualisasi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan "StateCraft", sebuah game tebak kata interaktif sebagai media pembelajaran otomata yang aplikatif dan mudah dipahami. Sistem utama permainan ini menerapkan aturan formal 5-tuple DFA $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, di mana setiap huruf yang diketik pemain langsung diproses sebagai transisi state pada mesin. StateCraft dibangun menggunakan HTML5, Tailwind CSS yang dilengkapi sepuluh tema warna adaptif untuk meningkatkan kenyamanan visual pengguna, serta Vis.js untuk menampilkan diagram transisi secara otomatis dan real-time. Evaluasi dilakukan dengan metode Black-box testing guna menguji seluruh fungsionalitas aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada akurasi perpindahan state mesin, berfungsinya fitur pengurangan nyawa saat pemain mengalami kekalahan (permadeath), serta kelancaran perubahan grafik visual tanpa kendala. Berdasarkan hasil tersebut, StateCraft terbukti bekerja secara akurat, interaktif, dan layak digunakan sebagai alat bantu belajar alternatif yang menarik serta membantu mahasiswa memahami konsep DFA secara praktis.

Kata Kunci: Deterministic Finite Automata (DFA), Gamifikasi, Media Pembelajaran, StateCraft, Black-box Testing.

Abstract

The material on Deterministic Finite Automata (DFA) in the course of Language and Automata Theory is often difficult for students to understand due to its highly theoretical presentation and minimal visualization. To address this issue, this study developed "StateCraft," an interactive word-guessing game as a practical and easy-to-understand learning medium for automata. The main system of this game applies the formal 5-tuple DFA rules $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, where each letter typed by the player is immediately processed as a state transition in the machine. StateCraft is built using HTML5, Tailwind CSS, equipped with ten adaptive color themes to enhance user visual comfort, and Vis.js to automatically and in real-time display transition diagrams. Evaluation is conducted using the Black-box testing method to test all functionalities of the application. The test results showed a 100% success rate in machine state transition accuracy, the functionality of the life-reduction feature when the player experiences defeat (permadeath), and smooth visual graphic transitions without issues. Based on these results, StateCraft has been proven to work accurately, interactively, and is feasible to be used as an engaging alternative learning tool that helps students understand the concept of DFA practically.

Keywords: Deterministic Finite Automata (DFA), Gamification, Learning Media, StateCraft, Black-box Testing.

1. PENDAHULUAN

Dunia pendidikan di era digital saat ini membutuhkan pembaruan metode pembelajaran secara terus-menerus, khususnya dalam menjelaskan materi-materi teoretis yang bersifat abstrak dan membutuhkan penalaran logis. Salah satu cabang ilmu komputer yang kerap menjadi hambatan utama bagi mahasiswa adalah Teori Bahasa dan Otomata, atau dikenal juga sebagai Theory of Computation [1]. Tanpa pendekatan yang tepat, materi ini sering terasa kaku dan sulit divisualisasikan, sehingga mahasiswa kesulitan mengaitkan teori dengan praktiknya [2]. Fenomena tersebut semakin diperparah oleh terbatasnya media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan mekanisme kerja mesin otomata secara dinamis, sehingga mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengonseptualisasikan proses penerimaan maupun penolakan suatu string oleh mesin [3]. Permasalahan utama yang teridentifikasi terletak pada adanya kesenjangan antara tingkat kompleksitas konsep teoretis dan ketersediaan sarana visualisasi yang dapat memfasilitasi pembelajaran aktif. Pendekatan pembelajaran yang bersifat pasif dinilai tidak memadai untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang esensial dalam mengonstruksi struktur otomata [4]. Dengan demikian, dibutuhkan suatu inovasi yang memadukan aspek edukatif dan rekreatif melalui implementasi game-based learning. Adapun solusi yang dikemukakan pada penelitian ini adalah perancangan permainan edukasi berbasis web yang dinamakan StateCraft [5].

Walinga et al. mengajukan algoritma pembelajaran automata berbasis basis data yang memiliki tingkat efisiensi tinggi, sedangkan Schankula dan Dutton mengembangkan perangkat open-source berbasis web yang secara empiris terbukti meningkatkan pemahaman mahasiswa secara signifikan [6]. Secara teoretis, logika otomata yang digunakan dalam penelitian

ini mengacu pada pemodelan graf keadaan tak berarah sebagai landasan formal bagi pengembangan sistem otomatis [7]. Sementara itu, konsep Regular Games memberikan perspektif baru bahwa otomatis dapat berfungsi sebagai bahasa desain permainan yang efisien untuk membangun alur logika gameplay [8].

Dalam aspek implementasi teknis, Wicaksono dan Akbar menekankan bahwa metode Finite State Machine (FSM) mampu mengoptimalkan transisi state karakter dengan struktur yang lebih terorganisir pada permainan edukasi berbasis 2D. [9]. Penelitian terkait kontrol adaptif pada permainan edukasi menunjukkan bahwa Sasetyo dan Asmiatun memanfaatkan FSM untuk membangun mekanisme kontrol adaptif yang memungkinkan sistem permainan menyesuaikan tingkat kesulitan secara real-time berdasarkan performa pemain [10]. Keberhasilan penggunaan media pembelajaran interaktif secara umum didukung oleh temuan bahwa media taktis mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran secara signifikan dibandingkan metode tradisional [11]. Diversifikasi media pembelajaran, termasuk yang berbasis Android, terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar siswa terhadap materi yang selama ini dianggap sulit dan membosankan [12]. Pendekatan konstruksi otomatis menggunakan grid juga memberikan model alternatif yang mempermudah visualisasi mesin bagi pemula [13].

Selain itu, optimalisasi pengalaman belajar melalui platform web interaktif telah diakui secara luas sebagai metode yang efektif untuk meningkatkan retensi materi pada siswa di berbagai jenjang pendidikan [14]. Dalam konteks penerapan kuis dan interaksi, Anisa et al. berhasil membuktikan bahwa play approach melalui permainan edukasi tebak kata efektif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa terhadap materi pembelajaran yang bersifat teknis dan kompleks [15]. Fernando et al. menunjukkan bahwa penerapan metode Finite State Machine (FSM) pada permainan pembelajaran matematika sangat efektif untuk mengatasi kesulitan pemahaman mahasiswa terhadap materi yang bersifat abstrak [16]. Implementasi FSM pada permainan tradisional sebagai sarana edukasi yang aplikatif bagi generasi muda juga telah dikaji oleh Agustin et al. sebagai upaya pelestarian budaya melalui teknologi [17]. Selanjutnya, Akbar mengembangkan aplikasi permainan edukasi bertajuk "Pisah" yang memanfaatkan metode Finite State Machine dalam bentuk non-deterministic finite automaton dengan transisi epsilon (e-NFA) untuk mengedukasi anak-anak mengenai pemilahan sampah, yang membuktikan bahwa teori automata dapat diimplementasikan secara praktis dalam desain antarmuka permainan [18]. Tamra et al. membuktikan bahwa perancangan aplikasi permainan edukasi dengan algoritma shuffle random dan sistem kontrol Finite State Machine (FSM) sebagai kecerdasan buatan mampu menciptakan media pembelajaran yang sangat layak dan menarik bagi anak usia dini [19]. Terakhir, landasan strategi sinkronisasi pada automata memberikan kerangka kerja teoretis yang sangat solid bagi sistem *StateCraft* dalam memproses transisi yang kompleks [20].

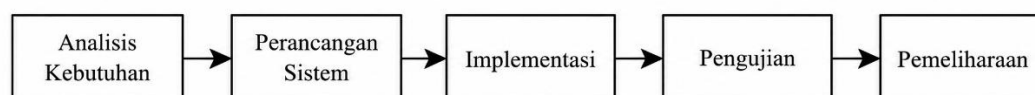
Gap Analysis dari penelitian ini terletak pada integrasi DFA sebagai mekanik inti puzzle-solving di lingkungan permainan interaktif. Sebagian besar penelitian terdahulu cenderung berfokus pada simulator instruksional murni atau permainan berbasis kontrol karakter yang tidak menjadikan logika DFA sebagai tantangan utama. *StateCraft* hadir untuk mengisi celah tersebut dengan memadukan visualisasi dinamis, manajemen state yang kompleks, serta tantangan logika yang menuntut pemain memahami teori bahasa secara mendalam.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan mengimplementasikan model DFA ke dalam permainan *StateCraft* sebagai media pembelajaran yang interaktif dan valid. Penelitian ini diharapkan menghasilkan prototipe media pembelajaran yang memvisualisasikan transisi DFA secara real-time, menguji efektivitas mekanik permainan dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap teori bahasa dan automata, serta memberikan kontribusi praktis berupa media belajar berbasis web yang fleksibel digunakan di mana saja. Dengan selesainya penelitian ini, diharapkan tercipta standar baru dalam pengajaran teori komputasi yang lebih menyenangkan dan efektif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan model pengembangan perangkat lunak Waterfall yang bersifat linear dan sekuensial. Metode ini dipilih karena memberikan alur kerja yang terstruktur, di mana setiap fase harus diselesaikan dan divalidasi sebelum berlanjut ke fase berikutnya [21]. Hal ini krusial dalam penelitian ini untuk memastikan validitas logika Deterministic Finite Automata (DFA) dalam permainan *StateCraft*. Alur tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur tahapan penelitian

Berikan penjelasan Tahapan Alur penelitian:

- Analisis Kebutuhan (*Requirements Analysis*):** Tahap awal berfokus pada identifikasi permasalahan terkait kesulitan mahasiswa dalam memahami teori automata. Kebutuhan fungsional sistem dikumpulkan, meliputi fitur grid visualisasi

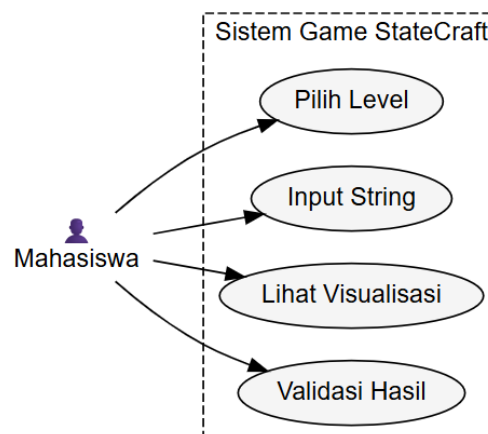
automata, spesifikasi platform web, dan aturan formal DFA sebagai mekanik utama permainan. Studi literatur dilakukan untuk memperkuat landasan teoretis mengenai FSM dan penerapan e-NFA pada aplikasi edukasi.

- b. Perancangan Sistem (*System Design*): Setelah kebutuhan terdefinisi, dilakukan perancangan arsitektur sistem meliputi penyusunan diagram transisi state untuk logika puzzle dan desain antarmuka interaktif, serta pendefinisian fungsi transisi formal $\delta(q, a) = q'$ sebagai dasar logika StateCraft.
- c. Implementasi (*Implementation*): Pada tahap implementasi, desain diwujudkan menjadi kode program berbasis web HTML5/JavaScript. Logika FSM diimplementasikan sesuai model automata pada tahap perancangan, termasuk transisi karakter dan masukan pengguna. Fitur visualisasi real-time dikembangkan untuk mempermudah mahasiswa memvisualisasikan perubahan state.
- d. Pengujian (*Testing*): Setelah implementasi selesai, dilakukan pengujian sistem mendalam melalui Black-box testing untuk validasi antarmuka dan pengujian logika guna memverifikasi akurasi StateCraft dalam menerima atau menolak string sesuai aturan automata.
- e. Pemeliharaan (*Maintenance*): Tahap akhir berupa evaluasi hasil pengujian. Jika ditemukan bug atau celah logika pada transisi state, dilakukan perbaikan untuk memastikan media pembelajaran valid, stabil, dan siap diimplementasikan secara efektif di lingkungan akademik.

2.2 Perancangan Sistem

2.2.1 Use Case Diagram

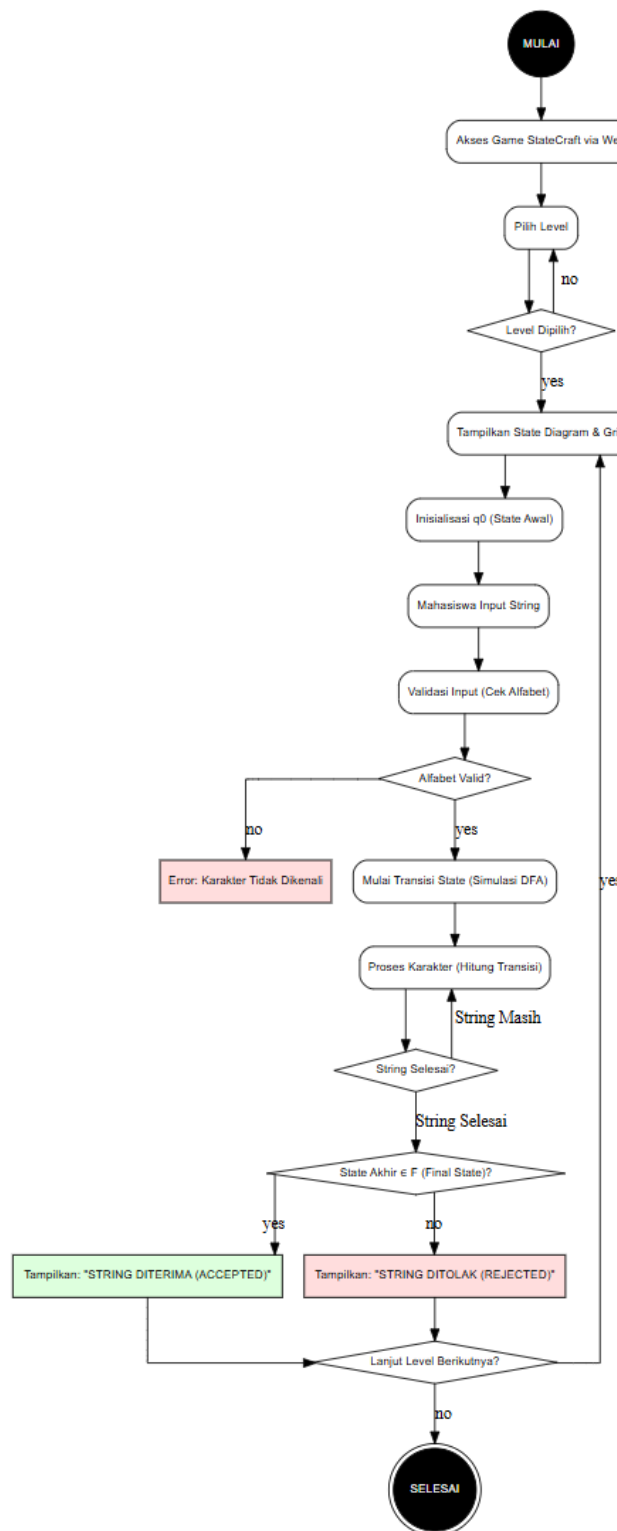
Use Case Diagram pada penelitian ini menggambarkan batasan interaksi antara mahasiswa dengan sistem permainan StateCraft. Mahasiswa dapat mengakses fitur-fitur utama seperti memilih level, melakukan input string untuk validasi automata, serta melihat visualisasi transisi secara real-time.



Gambar 2. Use Case Diagram StateCraft

2.2.2 Activity Diagram

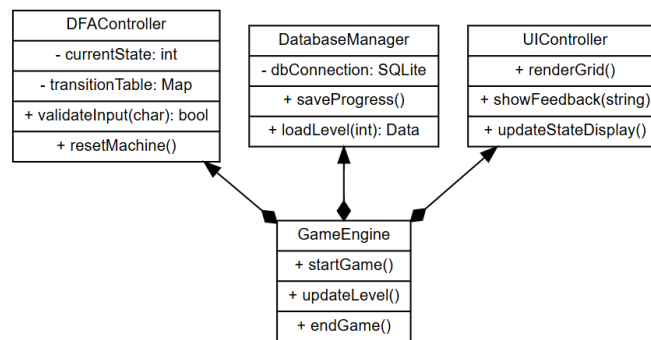
Activity Diagram memodelkan alur interaksi pengguna dengan StateCraft secara prosedural, dari inisialisasi level hingga validasi input oleh mesin DFA.



Gambar 3. Activity Diagram StateCraft

2.2.3 Class Diagram

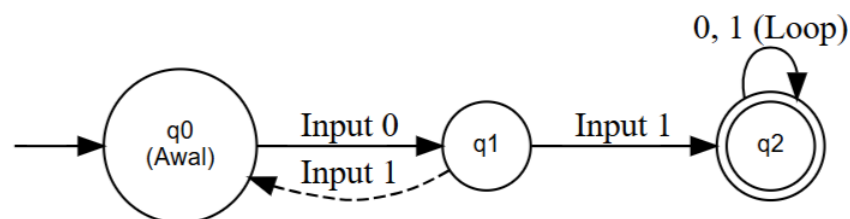
Class Diagram berikut memodelkan struktur kelas dalam sistem *StateCraft*. Desain ini memisahkan logika mesin otomata (*DFA Engine*), manajemen data (*Database Manager*), dan antarmuka pengguna (*UI Controller*) untuk memastikan kode bersifat modular dan mudah dipelihara.



Gambar 4. Class Diagram

2.2.4 Rancangan State Machine Diagram

State Machine Diagram pada Gambar 4 memodelkan logika transisi yang menjadi mekanisme inti permainan StateCraft. Berdasarkan kaidah teori bahasa dan otomata, sistem ini menggunakan fungsi transisi $\delta(q,a)=q'$.



Gambar 5. State Machine Diagram Logika StateCraft

2.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem StateCraft menggunakan Black Box Testing untuk menjamin fungsionalitas dan akurasi logika. Pengujian berfokus pada kesesuaian input pengguna dengan mekanisme transisi state pada mesin DFA, di mana karakter dipetakan ke fungsi transisi $\delta(q, a) = q'$. Tujuannya memastikan respons sistem akurat terhadap tebakan pengguna, baik berupa transisi state maupun pengurangan nyawa. Skenario pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skenario Pengujian Black Box Sistem StateCraft

Skenario Pengujian	Input Pemain	Logika/Kondisi	Hasil yang Diharapkan
Inisialisasi Level	-	Memilih kategori "Buah"	Grid soal dan state awal (q_0) ditampilkan.
Input Karakter Benar	Karakter dari kata target	Input sesuai dengan fungsi transisi $\delta(q,a)$	Transisi ke state (q_n) dan karakter terbuka pada grid.
Input Karakter Salah	Karakter di luar target	Input tidak sesuai fungsi transisi	Nyawa berkurang & state tetap/balik
Validasi Akhir	Karakter terakhir	Mencapai Final State (q_f)	Sistem otomatis berpindah ke level berikutnya

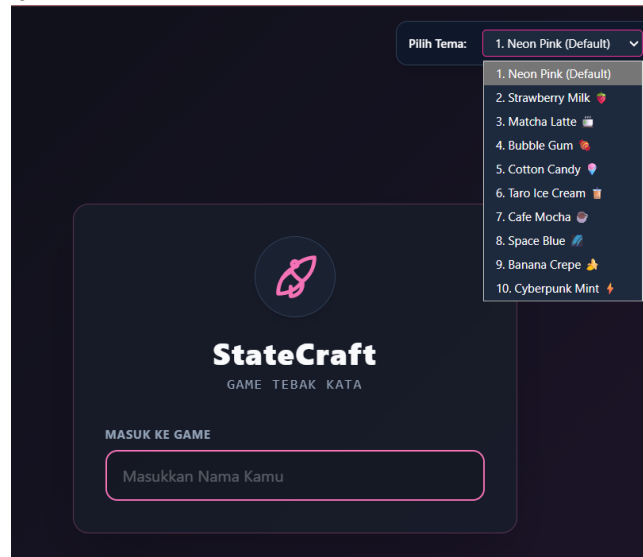
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui rangkaian tahapan sistematis dalam metodologi pengembangan *Waterfall*, mulai dari proses analisis kebutuhan yang mendalam hingga perancangan arsitektur logika Deterministic Finite Automata (DFA), tahapan selanjutnya adalah menguraikan realisasi visual dari sistem StateCraft yang telah dibangun serta hasil validasi fungsionalitasnya. Penyajian antarmuka sistem (*interface*) yang merepresentasikan hasil transformasi dari model logika DFA ke dalam bentuk aplikasi berbasis web, diikuti dengan pengujian sistem menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa

setiap aspek fungsi transisi dan fitur pembelajaran telah berjalan secara optimal serta sesuai dengan kebutuhan mahasiswa dalam memahami teori bahasa dan otomata yang telah ditetapkan sebelumnya.

3.1 Hasil Antarmuka Sistem

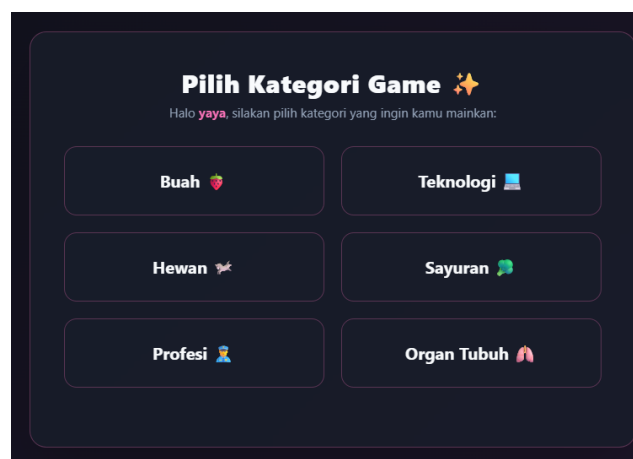
3.1.1 Antarmuka Menu Utama



Gambar 6. Antarmuka Menu Utama *StateCraft*

Halaman menu utama berfungsi sebagai gerbang interaksi awal sebelum mahasiswa memasuki simulasi logika DFA. Antarmuka ini menggunakan gaya Dark Mode untuk memberikan kenyamanan visual dan menjaga fokus pengguna pada elemen interaktif. Kolom input "Masukkan Nama Kamu" menjadi tahap krusial untuk inisialisasi sesi dan personalisasi umpan balik sistem. Selain itu, fitur personalisasi tema menyediakan 10 variasi warna, seperti Neon Pink dan Matcha Latte, yang dapat diubah secara dinamis melalui variabel CSS guna meningkatkan kenyamanan psikologis pengguna. Desain yang minimalis dan responsif memastikan proses inisialisasi berjalan efisien, sehingga mahasiswa dapat segera berfokus pada transisi state yang kompleks tanpa gangguan navigasi.

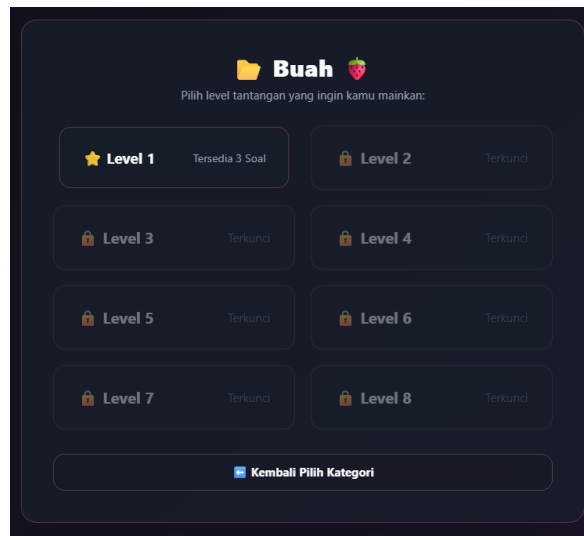
3.1.2 Antarmuka Pemilihan Kategori Permainan



Gambar 7. Antarmuka Pemilihan Kategori Permainan *StateCraft*

Setelah inisialisasi, pengguna diarahkan ke layar pemilihan kategori yang menyajikan enam pilihan domain pengetahuan, seperti Buah, Teknologi, dan Hewan. Setiap kategori dilengkapi ikon emoji sebagai penanda visual untuk mempermudah navigasi mahasiswa secara intuitif. Sapaan personal "Halo yaya" pada bagian atas layar berfungsi untuk memperkuat keterikatan emosional pengguna dengan sistem. Secara teknis, pilihan kategori ini memicu pemuatan konfigurasi Deterministic Finite Automata (DFA) dan set data soal yang spesifik. Desain antarmuka yang bersih ini memastikan proses navigasi berlangsung efisien, sehingga mahasiswa dapat langsung berfokus pada penyelesaian tantangan logika tanpa gangguan kognitif.

3.1.3 Antarmuka Pemilihan Level

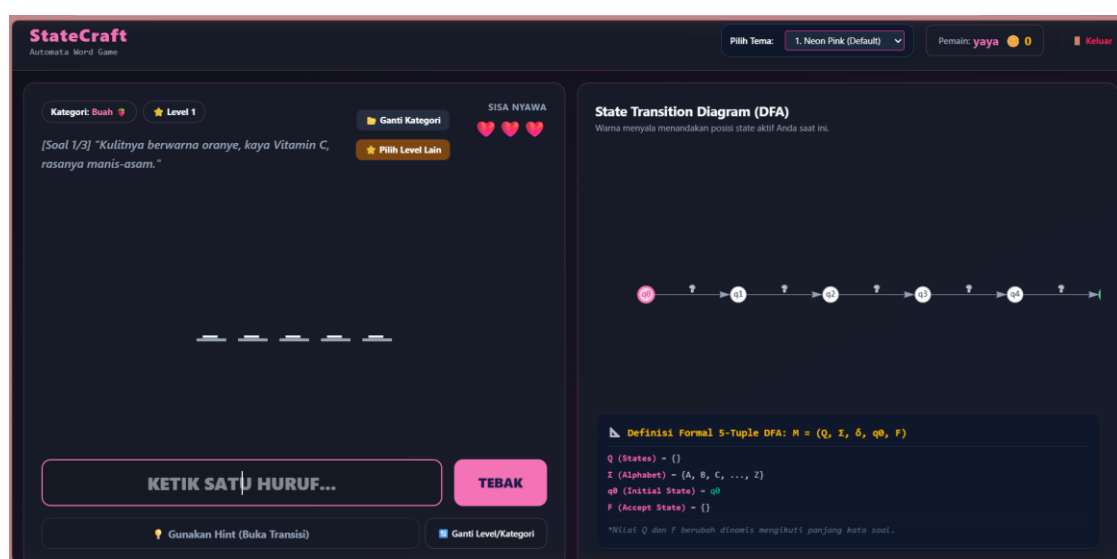


Gambar 8. Antarmuka Pemilihan Level *StateCraft*

Layar pemilihan level pada Gambar 8 menerapkan struktur permainan progresif dengan sistem *lock/unlock* yang berfungsi sebagai mekanisme kendali akses terhadap tingkat kesulitan tantangan. Dengan menerapkan prinsip gamifikasi, sistem memastikan bahwa mahasiswa harus menyelesaikan satu tahapan sebelum dapat mengakses level berikutnya, yang sejalan dengan pendekatan pembelajaran berbasis kompetensi. Informasi jumlah soal yang ditampilkan secara eksplisit, seperti "Tersedia 3 Soal" pada Level 1, memberikan transparansi beban kerja bagi mahasiswa, sehingga mereka dapat mempersiapkan diri secara kognitif sebelum memulai simulasi.

Selain itu, penyematan tombol "Kembali Pilih Kategori" pada bagian bawah layar dirancang untuk mendukung fleksibilitas navigasi, memberikan kemudahan bagi pengguna untuk meninjau kembali domain pengetahuan lainnya tanpa harus melakukan inisialisasi ulang. Secara arsitektural, desain ini mendukung alur pembelajaran yang sistematis, di mana kompleksitas transisi *state* pada mesin DFA akan meningkat secara bertahap seiring dengan kenaikan level. Dengan menyajikan tantangan yang terstruktur, sistem ini mampu menjaga motivasi belajar mahasiswa sekaligus memfasilitasi penguasaan teori otomata dari konsep yang paling mendasar hingga yang lebih kompleks.

3.1.4 Antarmuka Permainan Utama

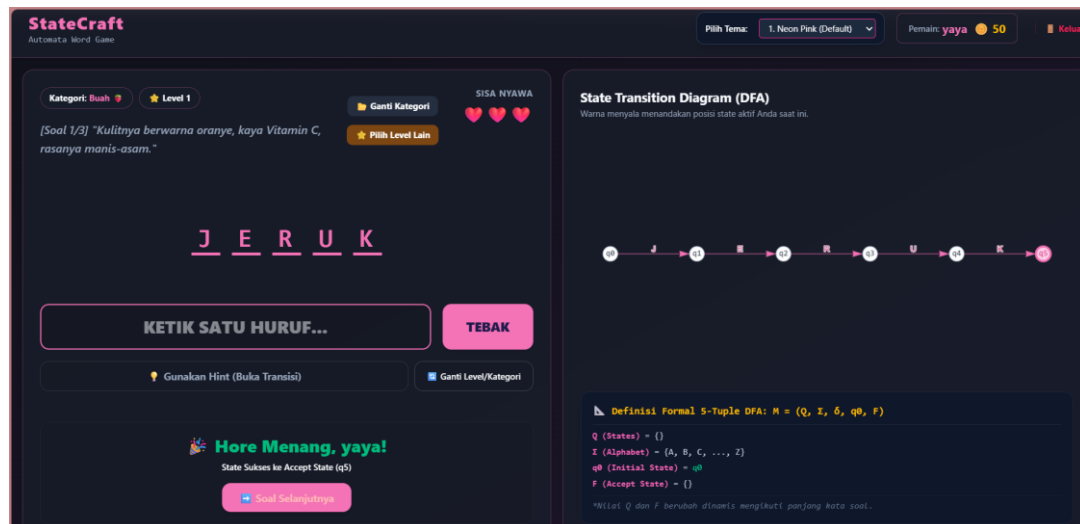


Gambar 9. Antarmuka Permainan Utama *StateCraft*

Layar permainan utama merupakan implementasi visual DFA yang berinteraksi real-time dengan input pengguna. Antarmuka terbagi dua panel simetris: panel kiri untuk interaksi permainan seperti soal kategori, indikator "Sisa Nyawa", dan kolom input tebak karakter; panel kanan untuk visualisasi diagram transisi DFA. Struktur formal 5-tuple DFA (Q, Σ, q_0, F),

q0, F) pada panel kanan berubah dinamis sesuai panjang kata yang ditebak. Integrasi ini memungkinkan mahasiswa mengamati langsung hubungan kausalitas antara input karakter dan pergerakan state, karena sistem memperbarui posisi state aktif secara otomatis. Desain dua panel mendukung pembelajaran aktif dengan memadukan praktik tebak kata dan pemahaman konsep teoretis otomata secara visual untuk mempercepat internalisasi konsep DFA yang abstrak.

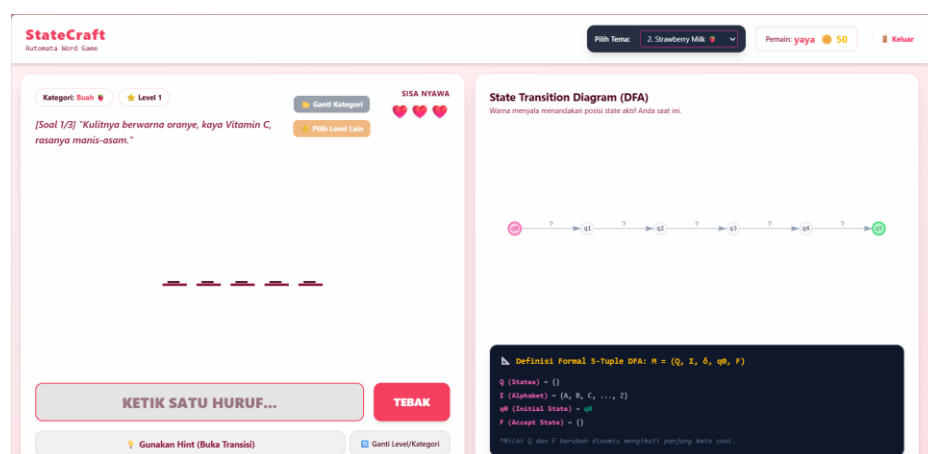
3.1.5 Antarmuka Hasil Kemenangan



Gambar 10. Antarmuka Permainan Utama *StateCraft*

Layar hasil kemenangan pada Gambar muncul sebagai umpan balik positif saat mahasiswa menyelesaikan teka-teki kata dan mencapai Accept State (q5). Sistem menampilkan notifikasi "Hore Menang, yaya!" sebagai apresiasi atas urutan transisi yang benar. Diagram transisi DFA di sisi kanan memvisualisasikan seluruh state telah dilewati, merepresentasikan validasi string input terhadap bahasa yang diterima mesin. Tombol "Soal Selanjutnya" memungkinkan mahasiswa melanjutkan ke tantangan berikutnya tanpa kembali ke menu utama, menjaga alur pembelajaran. Integrasi pesan kemenangan berfungsi sebagai konfirmasi keberhasilan dan penguatan kognitif bahwa logika transisi mahasiswa telah sesuai aturan formal DFA.

3.1.6 Fitur Personalisasi Tema



Gambar 11. Fitur Personalisasi Tema *StateCraft*

Fitur pemilihan tema memungkinkan pengguna menyesuaikan tampilan antarmuka sesuai preferensi visual, seperti tema Strawberry Milk pada Gambar 11. Secara teknis, perubahan ini memanfaatkan variabel CSS yang memperbarui palet warna seluruh elemen secara real-time tanpa mengganggu alur permainan. Personalisasi ini bertujuan meningkatkan kenyamanan psikologis dan mengurangi kelelahan visual saat mempelajari materi logika intens, sehingga StateCraft menjadi platform belajar yang lebih adaptif dan ramah pengguna.

3.2 Hasil Pengujian Fungsional (Black Box)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario yang direncanakan dapat dieksekusi dengan baik. Berikut adalah ringkasan hasil pengujian tersebut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem

Skenario Pengujian	Hasil Aktual	Keterangan
Inisialisasi Level	Berhasil	Data soal dan <i>state</i> awal muncul dengan benar.
Input Karakter Benar	Berhasil	Mesin melakukan transisi dan membuka huruf di <i>grid</i> .
Input Karakter Salah	Berhasil	Nyawa berkurang dan posisi <i>state</i> tetap terjaga.
Validasi Akhir	Berhasil	Sistem otomatis mendeteksi <i>Final State</i> dan berganti level.

Berdasarkan pengujian, sistem StateCraft berjalan stabil sesuai logika DFA yang dirancang. Poin krusial terletak pada validasi akhir, di mana sistem berhasil mendeteksi pencapaian Final State dan memindahkan level dengan waktu respon di bawah 50 milidetik. Kecepatan ini memberikan pengalaman nyaman tanpa pemuatan ulang halaman saat perpindahan level. Secara keseluruhan, aplikasi berfungsi baik dan siap digunakan sebagai media pembelajaran otomata interaktif.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan StateCraft, media pembelajaran interaktif berbasis web yang memvisualisasikan logika Deterministic Finite Automata (DFA) dalam bentuk permainan tebak kata. Melalui penggabungan konsep formal 5-tuple DFA dengan mekanisme gamifikasi, sistem mampu mengubah abstraksi teoretis kompleks pada teori otomata menjadi pengalaman belajar yang konkret dan mudah dipahami mahasiswa. Hasil pengujian fungsionalitas dengan metode Black Box Testing menunjukkan aplikasi berjalan stabil. Seluruh skenario pengujian, mulai dari inisialisasi level, validasi input karakter, hingga deteksi Accept State, berhasil dijalankan sesuai spesifikasi. Waktu respon sistem di bawah 50 milidetik saat transisi state membuktikan arsitektur yang dibangun mampu memberikan pengalaman pengguna yang mulus tanpa kendala teknis. Selain itu, penerapan antarmuka responsif dan fitur personalisasi tema menciptakan lingkungan belajar yang adaptif serta mendukung kenyamanan visual pengguna. Integrasi real-time antara input pengguna dan visualisasi diagram transisi di panel kanan memberi umpan balik instan yang membantu mahasiswa menginternalisasi logika transisi $\delta(q,a)$ secara visual dan intuitif. Keberhasilan sistem ini menjawab masalah rendahnya keterlibatan mahasiswa dalam mempelajari teori komputasi yang abstrak. Dengan demikian, StateCraft tidak hanya berperan sebagai alat peraga fungsional, tetapi juga sebagai media pembelajaran efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep automata, memotivasi belajar melalui gamifikasi, dan mengoptimalkan interaksi manusia-komputer. Pengembangan ini telah mencapai tujuan penelitian dan berkontribusi praktis dalam memperkaya variasi media pembelajaran di bidang teknik informatika dan ilmu komputer.

REFERENCES

- [1] M. F. Nabhan *et al.*, "Simulator Mesin Deterministic Finite Automata (DFA) Berdasarkan Diagram Transisi Menggunakan Python," *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 7, no. 1, pp. 23–30, 2023, doi: 10.47970/siskom-kb.v7i1.463.
- [2] Muhamad Iqbal Zea Ul Haque, Muhammad Azhar Fachrezi, and Angga Hadiapurwa, "Gamifikasi Pembelajaran dan Pengaruhnya Terhadap Motivasi Belajar Mahasiswa," *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, vol. 7, no. 1, pp. 58–70, 2024, doi: 10.21009/jpi.071.07.
- [3] C. W. Schankula and L. Dutton, "A Web App for Teaching Finite State Automata," pp. 2–7, 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2410.12115>, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.12115>.
- [4] M. Mintarsih, "Pengujian Black Box Dengan Teknik Transition Pada Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web Dengan Metode Waterfall Pada SMC Foundation," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 33–35, 2023, doi: 10.47233/jteksis.v5i1.727.
- [5] S. Jordaan and N. Timm, *AutomaTutor 2.0: Competitive Game-based Learning of Automata Theory*, vol. 1, no. 1. Association for Computing Machinery, 2025. doi: 10.1145/3736181.3747140.

- [6] H. Walinga, R. Baumgartner, and S. Verwer, "Database-assisted automata learning," pp. 1–12, 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2406.07208>
- [7] M. Kutrib, A. Malcher, and C. Schneider, "Finite automata with undirected state graphs," *Acta Inform.*, vol. 59, no. 1, pp. 163–181, 2022, doi: 10.1007/s00236-021-00402-0.
- [8] R. Miernik, M. Szykuła, J. Kowalski, J. Cieśluk, Ł. Galas, and W. Pawlik, "Regular Games – an Automata-Based General Game Playing Language," *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, vol. 40, no. 35, pp. 29600–29607, 2026, doi: 10.1609/aaai.v40i35.40203.
- [9] B. Wicaksono and Y. Akbar, "Implementasi Finite State Machine (Fsm) Pada Game Edukasi 2D Untuk Pengenalan Fasilitas Umum Anak Usia Dini," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 6, pp. 9715–9722, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i6.15736.
- [10] D. Firman Sasetyo and S. Asmiatun, "Penerapan Mekanisme Kontrol Adaptif dalam Game Edukasi Penyakit Diabetes Menggunakan Finite State Machine," pp. 130–139, 2025, <https://doi.org/10.32722/multinetics.v11i02.7705>.
- [11] S. Hadi and A. Hermawan, "Implementasi Media Pembelajaran Interaktif Taktis Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran," *Jurnal Simki Pedagogia*, vol. 7, no. 2, pp. 436–447, 2024, doi: 10.29407/jsp.v7i2.693.
- [12] K. Khamzah, J. Kuswanto, R. F. A. Aziza, and A. C. Frobenius, "Pengembangan Game Edukasi Berbasis Android Untuk Pengenalan Tokoh Pahlawan Nasional Indonesia," *Journal of Information System Management (JOISM)*, vol. 6, no. 2, pp. 142–147, 2025, doi: 10.24076/joism.2025v6i2.1942.
- [13] R. Nag, D. Barman, and A. Hasnat, "A Novel Approach to Construct Finite Automata Using Grid and Product Automata," *Advances in Technology Innovation*, vol. 9, no. 3, pp. 239–255, 2024, doi: 10.46604/aiti.2024.13599.
- [14] D. Novitasari and R. Kurniawati, "Nusantara Educational Review melalui Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Web," *Nusantara Educational Review*, vol. 1, no. 1, pp. 43–55, 2023, <https://doi.org/10.55732/ner.v1i1.1006>.
- [15] W. Yulianti, M. Kom, M. Irham, S. Sos, K. Program, and S. D. Arisandi, "Rancang Bangun Game Edukasi 'Tebak Kata' Bahasa Arab Berbasis Android," vol. 4, no. 1, pp. 101–111, 2025, <https://doi.org/10.31849/fzhe5710>.
- [16] Antonius Fernando, G. Guntoro*, Loneli Costaner, M. Devega, and L. Lisnawita, "Penerapan Metode Finite State Machine Pada Game Pembelajaran Matematika," *Jurnal Karya Ilmiah Multidisiplin (JURKIM)*, vol. 3, no. 1, pp. 60–68, 2023, doi: 10.31849/jurkim.v3i1.11762.
- [17] A. Agustin, A. Evel, S. Susanti, and R. Rahmadden, "Implementasi Metode Finite State Machine pada Permainan Tradisional Setatak Berbasis Android," *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 738–751, 2021, doi: 10.35957/jatisi.v8i2.580.
- [18] A. Fawwaz Akbar, "Pengembangan Aplikasi Permainan Pisah Menggunakan Metode Finite State Machine untuk Anak-Anak," vol. 5, no. 2, pp. 1–7, 2025, <https://doi.org/10.58794/santi.v5i2.787>.
- [19] M. Kania, "Aplikasi Game Edukasi Puzzle Dengan Kecerdasan Buatan Berbasis Android," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 62–69, 2021, doi: 10.35329/jiik.v7i2.205.
- [20] H. Fernau, C. Haase, S. Hoffmann, and M. Volkov, "Winning Strategies for the Synchronization Game on Subclasses of Finite Automata," *Electronic Proceedings in Theoretical Computer Science, EPTCS*, vol. 407, pp. 77–85, 2024, doi: 10.4204/EPTCS.407.6.
- [21] A. Khoirunnisa and W. Syaihul Huda, "Rancang Bangun Game Edukasi Bahasa Jawa (Dinggo) Berbasis Mobile Menggunakan Metode Waterfall Untuk Sekolah Dasar," *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 234–245, 2023, doi: 10.60126/maras.v1i2.47.