

Pengenalan Konsep Dasar Automata: Sebuah Tinjauan melalui Contoh Mesin Penjual Otomatis

Fahreza Mandala Putra, Rifqi Arya Putra, Muhammad Dhiwa Rahma Fathani,

Faiz Nur Aqil, Merdeka Agustia Rizkyani

Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

E-mail: tedy.setiadi@tif.uad.ac.id, 2200018249@webmail.uad.ac.id,
2200018250@webmail.uad.ac.id, 2200018252@webmail.uad.ac.id,
2200018256@webmail.uad.ac.id

ABSTRAK

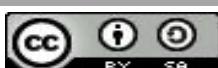
Automata theory merupakan cabang ilmu komputer yang mempelajari model matematika untuk komputasi. Salah satu aplikasi nyata dari konsep ini adalah mesin penjual otomatis (vending machine). Tujuan penelitian ini adalah untuk memperkenalkan konsep dasar automata, khususnya finite state automata (FSA), dan menunjukkan aplikasinya melalui contoh mesin penjual otomatis. Metode yang digunakan adalah studi literatur dan simulasi, di mana model FSA dikembangkan dan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model FSA berhasil menangani validasi input, memberikan kembalian, dan memastikan transisi status yang tepat dalam mesin penjual otomatis. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan teori automata dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem komputasi dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam aplikasi automata di berbagai bidang.

Kata Kunci: teori automata; FSA; mesin penjual otomatis; model komputasi; diagram state.

ABSTRACT

Automata theory is a branch of computer science that studies mathematical models for computation. One of the real applications of this concept is vending machines. The purpose of this study is to introduce the basic concept of automata, especially finite state automata (FSA), and demonstrate its application through the example of a vending machine. The methods used are literature study and simulation, where the FSA model is developed and implemented using the Python programming language. The results of the study show that the FSA model successfully handles input validation, provides returns, and ensures proper state transitions in vending machines. The conclusion of this study is that the application of automata theory can improve the efficiency and reliability of computing systems in everyday life. This study also opens up opportunities for further development in automata applications in various fields.

Keywords: automata theory; FSA; vending machine; computation model; state diagram.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International

PENDAHULUAN

Automata adalah model formal yang digunakan untuk mempelajari proses komputasi. Teori ini memiliki beragam aplikasi, seperti dalam pengenalan pola, pengolahan bahasa alami, dan desain sistem terdistribusi (Mitzenmacher & Upfal, 2017). Salah satu contoh

praktis yang mudah dipahami adalah mesin penjual otomatis, yang dapat dimodelkan menggunakan finite state automata (Dean, 2015). Automata berfungsi untuk memodelkan perilaku sistem yang memiliki sejumlah status terbatas dan transisi antar status berdasarkan input yang diterima (Alrehily et al., 2015). Dalam konteks ini, automata dapat menggambarkan bagaimana sistem beroperasi dan mengambil keputusan berdasarkan kondisi saat ini dan masukan yang diberikan (F-MIPA, n.d.).

FSA adalah jenis automata yang memiliki jumlah status terbatas dan berfungsi untuk menentukan bagaimana sistem bertransisi dari satu status ke status lainnya berdasarkan input tertentu (Saragih et al., 2020). Dalam mesin penjual otomatis, status mencerminkan jumlah uang yang telah dimasukkan, sementara fungsi transisi menentukan bagaimana mesin beralih dari satu status ke status lainnya berdasarkan input uang yang diberikan. Dengan menggunakan model FSA, kita dapat memahami bagaimana mesin penjual otomatis beroperasi dan menghasilkan output sesuai dengan input yang diterima (Khodijah et al., 2024).

Konsep automata menjadi semakin penting seiring dengan berkembangnya teknologi komputasi modern (Abdullah et al., 2022). Dalam era digital ini, pemahaman mendalam tentang teori automata membantu para insinyur dan pengembang dalam merancang sistem yang lebih efisien dan handal (Irawan et al., 2012). Implementasi automata dapat ditemukan dalam berbagai bidang, mulai dari sistem keamanan hingga *artificial intelligence* (Erni et al., 2020).

Automata theory penting dalam memahami bagaimana sistem komputer bekerja, terutama yang melibatkan proses keputusan (Hamdan, 2022). Mesin penjual otomatis adalah contoh nyata penerapan konsep ini, di mana status sistem bergantung pada masukan yang diterima (Fauzi et al., 2024). Dalam artikel ini, dijelaskan secara rinci model automata, aplikasi dalam mesin penjual otomatis, dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari (Arifin et al., 2017).

Mesin penjual otomatis merupakan perangkat yang menerima input berupa uang dan memberikan output berupa barang yang diinginkan oleh pengguna (Ezhilarasu & Krishnaraj, 2015). Mesin ini harus dapat mengenali denominasi uang yang valid, menghitung jumlah uang yang dimasukkan, dan menentukan kapan barang harus dikeluarkan atau kapan harus mengembalikan uang jika jumlah yang dimasukkan melebihi harga barang (Nabhan et al., 2023).

Dalam konteks teori automata, mesin penjual otomatis dapat dimodelkan sebagai finite state automata (FSA), yang terdiri dari himpunan status terbatas, fungsi transisi, status awal, dan status akhir. Status-status dalam mesin ini mencerminkan jumlah uang yang telah dimasukkan pengguna, sementara fungsi transisi menentukan bagaimana mesin beralih dari satu status ke status lainnya berdasarkan input uang yang diberikan. Dengan pemodelan ini, kita dapat memahami bagaimana konsep automata diterapkan dalam kehidupan nyata untuk menyelesaikan permasalahan praktis.

Di era digital saat ini, pemahaman tentang teori automata menjadi semakin penting, terutama dengan berkembangnya teknologi komputasi yang kompleks. Automata berfungsi sebagai dasar dalam memodelkan sistem yang memiliki status terbatas dan transisi

berdasarkan input tertentu. Meskipun banyak yang telah dibahas tentang teori automata, masih terdapat kesenjangan dalam pemahaman aplikasi praktisnya, terutama dalam konteks mesin penjual otomatis. Banyak orang belum memahami bagaimana automata dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah sehari-hari dalam sistem yang tampaknya sederhana.

Beberapa penelitian sebelumnya mengeksplorasi konsep dan teori automata, namun sedikit yang fokus pada penerapannya dalam sistem nyata, seperti mesin penjual otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan tersebut dengan memberikan contoh konkret.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk memahami cara kerja sistem yang sering kita gunakan sehari-hari. Dengan memahami dasar-dasar teori automata, kita dapat meningkatkan desain dan implementasi sistem yang lebih efisien dan andal. Novelty dari penelitian ini adalah pemodelan mesin penjual otomatis sebagai finite state automata (FSA) serta simulasi yang dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python. Hal ini memberikan pendekatan yang lebih praktis dan mudah dipahami bagi pembaca.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperkenalkan konsep dasar automata dan menunjukkan aplikasinya melalui contoh mesin penjual otomatis, serta menerangkan bagaimana FSA berfungsi dalam konteks sistem nyata. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang penerapan teori automata dalam kehidupan sehari-hari, serta meningkatkan pemahaman tentang desain sistem komputasi yang efisien. Implikasi dari penelitian ini mencakup potensi pengembangan lebih lanjut dalam aplikasi automata di berbagai bidang, seperti sistem keamanan, pengolahan bahasa, dan kecerdasan buatan, yang dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan teknologi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan simulasi. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

1. Studi Literatur: Mengumpulkan informasi dari buku, artikel, dan jurnal yang membahas teori automata dan implementasinya.
2. Pemodelan Matematis: Mendesain finite state automata (FSA) untuk mesin penjual otomatis berdasarkan fungsi transisi dan status.
3. Simulasi: Mengimplementasikan model FSA menggunakan bahasa pemrograman Python untuk mensimulasikan mesin penjual otomatis.
4. Analisis: Menganalisis hasil simulasi untuk memahami bagaimana model FSA bekerja dalam kondisi nyata.

Langkah-langkah ini dilakukan untuk memastikan bahwa model automata yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan sistem nyata dan mampu menangani berbagai skenario yang mungkin terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Matematis

Mesin penjual otomatis dimodelkan dengan status sebagai berikut:

1. q0q_0: Awal (Rp0)
2. q1q_1: Rp1000
3. q2q_2: Rp2000
4. q3q_3: Rp3000
5. q4q_4: Rp4000
6. q5q_5: Barang dikeluarkan (Rp5000)

Fungsi transisi δ didefinisikan sebagai: $\delta(q_i, uang) = q_{i+1}$, jika $uang = Rp1000 \delta(q_i, \text{uang}) = q_{i+1}$, jika $uang = Rp1000$. Jika pengguna memasukkan uang lebih dari Rp5000, mesin memberikan kembalian dan kembali ke status awal q0q_0.

Implementasi Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan Python dengan implementasi sebagai berikut:

```
class VendingMachineFSA:
    def __init__(self):
        self.state = 0
        self.selected_item = None
        self.items = {"A": 5000, "B": 7000, "C": 10000} # Barang dengan harga

    def select_item(self, item):
        if item in self.items:
            self.selected_item = item
            print(f"Barang {item} dipilih, harga: {self.items[item]}")
        else:
            print("Barang tidak tersedia.")

    def insert_coin(self, value):
        if self.selected_item is None:
            print("Pilih barang terlebih dahulu.")
            return

        if self.state < self.items[self.selected_item]:
            self.state += value

        if self.state >= self.items[self.selected_item]:
            print(f"Barang {self.selected_item} dikeluarkan.")
            if self.state > self.items[self.selected_item]:
                print(f"Kembalian: {self.state - self.items[self.selected_item]}")
            self.state = 0
            self.selected_item = None
```

Gambar 1. Implementasi Simulasi menggunakan Python

Kode ini mengimplementasikan mesin penjual otomatis berbasis Finite State Automata (FSA) menggunakan bahasa Python. Program ini memiliki kelas VendingMachineFSA yang merepresentasikan mesin penjual otomatis dengan beberapa fitur utama:

Pemilihan Barang (select_item)

Pengguna memilih barang yang ingin dibeli dari daftar barang yang tersedia beserta harganya.

Jika barang tersedia, sistem menyimpan pilihan barang dan menampilkan harga barang tersebut.

Penerimaan Uang (insert_coin)

Pengguna memasukkan uang secara bertahap. Mesin menghitung total uang yang telah dimasukkan. Jika uang yang dimasukkan cukup atau lebih, mesin mengeluarkan barang. Jika uang yang dimasukkan lebih dari harga barang, mesin memberikan kembalian. Setelah transaksi selesai, mesin kembali ke keadaan awal.

Kode ini menunjukkan bagaimana konsep FSA diterapkan dalam pemodelan sistem nyata dengan transisi status yang jelas berdasarkan input pengguna.

Diagram Transisi

Berikut adalah diagram transisi untuk memvisualisasikan model:

```
q0 --(Rp1000)--> q1 --(Rp1000)--> q2 --(Rp1000)--> q3 --(Rp1000)--> q4 --(Rp1000)--> q5
q5 --(Barang dikeluarkan)--> q0
```

Analisis Hasil

Hasil simulasi menunjukkan bahwa:

- Model FSA berhasil menangani validasi input dan memastikan transisi status berjalan sesuai desain.
- Sistem dapat memberikan kembalian jika uang yang dimasukkan melebihi harga barang.
- Dengan pemodelan yang sederhana, FSA mampu mengakomodasi skenario umum dalam mesin penjual otomatis.
- Simulasi mengungkapkan pentingnya pemilihan status dan transisi agar mesin bekerja secara optimal.
- Sistem ini juga menunjukkan fleksibilitas untuk dikembangkan lebih lanjut, seperti menambahkan opsi pilihan barang.
- Pengujian menunjukkan bahwa mesin dapat menangani berbagai kemungkinan kombinasi input tanpa mengalami error atau deadlock.
- Pendekatan berbasis automata memungkinkan analisis yang lebih sistematis dibandingkan dengan pendekatan berbasis pemrograman prosedural.

Selain itu, hasil simulasi mengonfirmasi bahwa pendekatan finite state automata mampu menangani berbagai skenario yang terjadi di dunia nyata (Bhone & Thakur, 2018). Dengan memanfaatkan model ini, mesin penjual otomatis dapat dioptimalkan lebih lanjut dengan fitur tambahan, seperti dukungan untuk berbagai mata uang atau pilihan transaksi digital. Hal ini menunjukkan bahwa teori automata tidak hanya relevan dalam konteks akademik, tetapi juga memiliki aplikasi luas dalam bidang rekayasa perangkat lunak dan sistem otomatisasi.

Penelitian ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana automata dapat digunakan dalam sistem nyata. Konsep ini dapat diperluas untuk aplikasi lain seperti ATM, sistem penguncian otomatis, dan pengenalan pola dalam kecerdasan buatan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa melalui contoh mesin penjual otomatis, kita dapat memahami bagaimana finite state automata digunakan untuk memodelkan sistem yang memiliki status terbatas dan transisi berdasarkan input tertentu. Model ini efektif untuk memecahkan permasalahan validasi input, kelebihan pembayaran,

dan desain status. Studi ini juga menunjukkan pentingnya pemodelan dan simulasi dalam memahami penerapan teori automata dalam sistem nyata. Penelitian ini memberikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penggunaan *pushdown* automata atau *Turing machine* untuk sistem yang lebih kompleks.

REFERENSI

- Abdullah, M., Gata, W., Putra, J. L., Novitasari, H. B., & Rahayu, S. (2022). Desain Vending machine dengan Penerapan Finite State Automata Overview Methods. *Jurnal Algoritma*, 19(1), 342–348.
- Alrehily, A., Fallatah, R., & Thayananthan, V. (2015). Design of vending machine using finite state machine and visual automata simulator. *International Journal of Computer Applications*, 115(18).
- Arifin, S. M. S., Syai'In, M., Endrasmono, J., Sarena, S. T., Subiyanto, L., Setyoko, A. S., Herijono, B., Soelistijono, R. T., Wahidin, A., & Soeprijanto, A. (2017). Smart vending machine based on SMS gateway for general transactions. *2017 15th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering*, 34–39.
- Bhone, P. V., & Thakur, S. (2018). Review on Design Simulation of Smart Vending Machine Using FPGA. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*
- Dean, W. (2015). *Computational complexity theory*.
- Erni, E., Titiani, F., Putri, S. A., & Gata, W. (2020). Penerapan Konsep Finite State Automata Pada Aplikasi Simulasi Vending Machine Jamu Tradisional. *Jurnal Informatika*, 7(2), 141–147.
- Ezhilarasu, P., & Krishnaraj, N. (2015). Applications of Finite Automata in Lexical Analysis and as a Ticket Vending Machine—A Review. *Int. J. Comput. Sci. Eng. Technol.*, 6(05), 267–270.
- F-MIPA, D. I. K. (n.d.). *Buku Pedoman Program Studi Ilmu Komputer*.
- Fauzi, D., Hanim, H., Elwirehardja, G. N., Isnand, M., & Ihksan, M. (2024). *Fondasi Ilmu Komputer dari Algoritma hingga Kecerdasan Buatan*.
- Hamdan, H. (2022). Analisis Penerapan Konsep Finite State Automata dalam Proses Penjurusan Menggunakan Aplikasi Automatic Skills Analysis Tools (Asa) pada Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Bidang Keahlian Teknologi Informasi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 8(1), 20–25.
- Irawan, J. C., Pakereng, I. M. A., & Somya, R. (2012). Perancangan dan Implementasi Finite Automata pada Simulasi Vending Machine. *D'Cartesian: Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 1(1), 42–52.
- Khodijah, V., Thoyyibah, T., & Yunial, A. H. (2024). *Buku Ajar Teori Bahasa dan Automata*.
- Mitzenmacher, M., & Upfal, E. (2017). *Probability and computing: Randomization and probabilistic techniques in algorithms and data analysis*. Cambridge university press.
- Nabhan, M. F., Lantana, D., Zidni, P., Arofi, A., Habibullah, P., Mukti, A. F., & Khadavi, M. I. (2023). Simulator Mesin Deterministic Finite Automata (DFA) Berdasarkan Diagram Transisi Menggunakan Python. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 7(1), 23–30.
- Saragih, G. V., Faisal, A., & Gata, W. (2020). Desain Vending Machine Rokok Dengan Mengimplementasikan Finite State Automata Terintegrasi Dengan E-KTP. *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi (Journal of Computer Science and*

Information Technology), 12(1), 55–60.