

Penerapan Konsep *Finite State Automata* (FSA) pada Mesin Pembuat *Ice cream* Otomatis

Fergie Joanda Kaunang

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Advent Indonesia
e-mail: fergie.kaunang@unai.edu

Abstrak

Teknologi adalah alat yang berfungsi untuk membantu manusia dalam melakukan suatu aktivitas. Dengan penggunaan teknologi dalam bidang industri membuat hasil produksi barang lebih banyak. Salah satu teknologi yang memiliki dampak paling besar di bidang industri yaitu mesin otomatis. Mesin otomatis adalah suatu rangkaian teknologi yang bertujuan untuk merubah kegiatan yang bersifat manual ke otomatis yang memiliki tujuan untuk mempercepat proses pembuatan barang, dan memiliki hasil barang yang lebih berkualitas. Teori *Automata* adalah cabang ilmu yang belum dikenal banyak orang namun memiliki peranan penting dalam bidang ilmu komputer. Konsep utama dari teori automata itu sendiri adalah bagaimana membuat mesin bekerja secara otomatis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan implementasi konsep teori *Automata* pada mesin pembuat *ice cream* otomatis. Penelitian ini menggabungkan dua metode untuk menganalisis dan merancang aplikasi yang merupakan simulasi dari mesin pembuat *ice cream* itu sendiri. Metode formal digunakan untuk menganalisa cara kerja mesin mulai dari pembacaan *input* hingga penyelesaian untuk memberikan hasil akhir dari mesin. Metode lainnya yang digunakan adalah metode *prototyping* di mana metode ini digunakan untuk merancang aplikasi simulasi dari mesin pembuat *ice cream* otomatis dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Finite State Automata* dapat menjadi salah satu alternatif untuk menganalisa mesin pembuat *ice cream* otomatis dengan membaca *input* yang diberikan oleh pengguna kemudian mengenali pola-pola yang dimasukkan.

Kata Kunci: *Finite State Automata*, Metode Formal, Metode *Prototyping*, Mesin Otomatis

The Implementation of Finite State Automata in an Automatic Ice cream Maker Machine

Abstract

Technology is a tool that helps humans in carrying out an activity. With the use of technology in the industrial field, more goods are being produced. One type of technology that has a large part in the industry is automatic machinery. An automatic machine is a series of technologies intended to change activities that are manual to automatic that have the aim to improve the process of making goods, and have a higher quality product. Automata Theory is a branch of science that is not yet well known to many people but has an important role in the field of computer science. The main concept of the automata theory itself is how to make machines work automatically. Therefore, this study aims to apply the concept of the Automata theory to the automatic ice cream maker. This study discusses two methods for analyzing and supporting applications which are simulations of the ice cream maker itself. The formal method used to analyze the workings from reading the input to updating to give the final result of the machine. Another method used is the prototyping method where this method is used for the application of automatic ice cream maker applications in this study. The results of this study indicate that Finite State Automata can be an alternative for analyzing automatic ice cream making machines by reading the input provided by the user and then developing the patterns used.

Keywords: *Finite State Automata*, Formal Method, Prototyping, Automatic Machine

1. Pendahuluan

Teknologi adalah alat yang berfungsi untuk membantu manusia dalam melakukan suatu aktivitas di berbagai bidang termasuk dalam bidang industri. Dengan penggunaan teknologi dalam bidang industrial membuat produksi barang lebih banyak, produksi yang stabil, dan memiliki hasil dengan kualitas yang baik. Salah satu jenis teknologi yang memiliki dampak paling besar di bidang industri yaitu mesin otomatis. Mesin otomatis merupakan suatu rangkaian teknologi yang bertujuan untuk merubah kegiatan yang bersifat manual ke otomatis yang memiliki tujuan untuk mempercepat proses pembuatan barang, dan memiliki hasil barang yang lebih berkualitas. Mesin pembuat *ice cream* merupakan salah satu contoh dari mesin otomatis.

Mesin pembuat *ice cream* otomatis ini bertujuan untuk mempercepat serta memudahkan dalam pembuatan *ice cream*. Dengan banyaknya pilihan rasa *ice cream* dan *topping* yang ada, sebuah mesin pembuat *ice cream* otomatis ini harus memiliki hasil pembuatan *ice cream* yang sesuai dengan pilihan yang telah *user* masukkan. Untuk mencegah terjadinya kesalahan dalam proses hasil pembuatan *ice cream* secara otomatis, maka peneliti menerapkan konsep *Finite State Automata* (FSA) dalam suatu mesin pembuat *ice cream* otomatis untuk memodelkan proses pembuatan *ice cream* otomatis [1].

Finite State Automata (FSA) atau *Finite State Machine* (FSM) adalah suatu pemodelan matematika yang menerima *input* kemudian menghasilkan *output* di mana mesin ini memiliki jumlah *state* terbatas dan dapat berpindah dari satu kondisi ke kondisi lain berdasarkan fungsi *input* dan transisi [2]. FSA memiliki himpunan *state* yang dapat menghasilkan keputusan. Masing-masing *state* dapat beralih dari satu *state* ke *state* lainnya apabila memenuhi kondisi yang sebelumnya telah didefinisikan [3]. Prinsip kerja FSA adalah sebagai berikut: (1) Menerima *string input*, (2) Membaca (memindai *substring*) karakter awal dengan kontrol sesuai dengan kondisi awal, (3) Menggunakan kontrol dan karakter awal yang telah dipindai, *state* akan pindah ke kondisi baru, (4) Proses ini berlanjut sampai semua *string* dipindai atau dibaca, (5) Jika keadaan terakhir berada di set keadaan akhir yang telah ditentukan, maka *string* diterima atau dikenali oleh FSA. Jika tidak, maka *string* ditolak atau tidak dikenali oleh FSA [4]. Dengan menerapkan konsep *Finite State Automata* (FSA) dapat membuat mesin *ice cream* otomatis memiliki hasil *output* sesuai dengan *input* dari *user*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat suatu mesin *ice cream* otomatis yang dapat membuat *ice cream* dengan 3 varian rasa yaitu coklat, vanilla, *strawberry*, dan dapat memberikan *topping* yang memiliki 5 varian yaitu *matcha*, *choco*, a, b, c. Dalam penelitian ini juga, peneliti menerapkan konsep *Finite State Automata* (FSA) ke dalam mesin *ice cream* otomatis ini untuk menghasilkan suatu *grammar* atau tata bahasa agar menghasilkan ke 3 varian rasa dan 5 varian *topping* untuk memastikan mesin *ice cream* otomatis ini dapat beroperasi dengan benar. Dengan demikian, hasil akhir yang diberikan mesin ini sesuai dengan pilihan yang dimasukkan pengguna, sehingga para pengguna dapat memperoleh rasa *ice cream* yang sesuai dengan selera dengan cepat dan tepat.

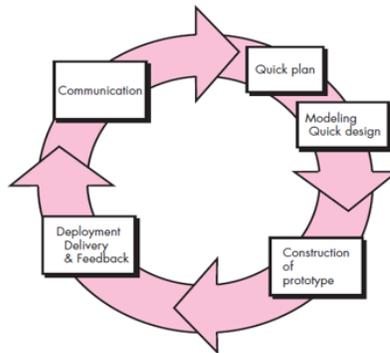
2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode formal dan metode *prototyping* di mana masing-masing digunakan dalam proses analisa cara kerja mesin pembuat *ice cream* serta perancangan aplikasi simulasi dari mesin ini.

Prototyping

Prototyping adalah proses pembuatan purwarupa aplikasi perangkat lunak. *Prototyping* secara khusus menunjukkan sebagian aspek dari aplikasi yang belum tentu benar-benar sama dengan hasil akhir[5]. Metode ini biasanya digunakan dalam mengembangkan aplikasi di mana spesifikasi kebutuhan belum lengkap atau belum dengan jelas diketahui [6]. Gambar 1 [6] menunjukkan tahapan yang dilakukan pada metode *prototyping* dalam penelitian ini yakni:

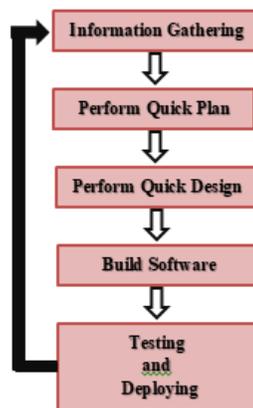
1. *Communication*: Melakukan pengumpulan data untuk kebutuhan penelitian dalam berkomunikasi, di mana data yang dibutuhkan merupakan data yang menjadi *requirement* dari penelitian ini.
2. *Quick Plan*: Melakukan perencanaan terhadap apa saja yang akan dilakukan sesuai dengan *requirement* yang telah dikumpulkan.
3. *Modeling Quick Design*: Melakukan perancangan yang dibutuhkan dalam penelitian dan menjadi dasar pembuatan prototipe.
4. *Construction of Prototype*: Mengembangkan prototipe sesuai dengan perancangan. Proses pengembangan disesuaikan dengan *requirement* yang telah dikumpulkan, direncanakan, dan dirancang.
5. *Development Delivery and Feedback*: Melakukan evaluasi terhadap rancangan prototipe apakah sudah sesuai dengan tujuan atau tidak.



Gambar 1 Model *Prototyping*

Kerangka Konseptual Penelitian

Peneliti menggunakan model *prototyping* karena dengan model ini sistem dapat dikembangkan dengan lebih cepat dibandingkan metode lainnya. Model *prototyping* juga memiliki kelebihan lainnya yaitu pengembangan aplikasi dapat terus dilakukan walaupun *requirement* belum lengkap dan masih terdapat kekurangan atau masih terdapat tahap yang memerlukan perubahan. Berikut adalah langkah-langkah penelitian:



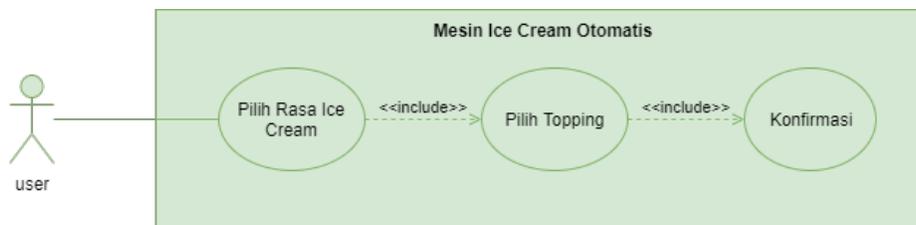
Gambar 2 Kerangka Konseptual Penelitian

Gambar 2 merupakan kerangka konseptual penelitian yang dilakukan peneliti dalam penelitian ini. Berikut penjelasan dari setiap langkah yang dilakukan :

1. *Information Gathering*: Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data untuk memenuhi kebutuhan aplikasi. Data yang diperlukan diperoleh dari Internet sebagai referensi tentang penerapan metode FSA ke dalam *Ice cream Machine Automatic*.
2. *Perform Quick Plan*: Pada tahap ini, peneliti melakukan perencanaan untuk aplikasi yang akan dibuat. Peneliti menentukan *topping-topping* dari *ice cream* yang akan di masukkan ke dalam mesin pembuat *ice cream* otomatis. Peneliti juga menentukan *software* dan *hardware* apa saja yang dibutuhkan.
3. *Perform Quick Design*: Pada tahap ini, peneliti menentukan konsep untuk *interface* aplikasi.
4. *Build Software*: Pada tahap ini peneliti memulai pengembangan aplikasi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat sebelumnya.
5. *Testing & Deployment*: Pada tahap terakhir, peneliti akan melakukan sebuah pengujian aplikasi yang telah dibuat akan dijalankan dan uji coba. Sehingga peneliti dapat mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan sesuai dengan tujuan atau belum. Jika aplikasi tidak sesuai, maka akan dilakukan perancangan ulang sampai aplikasi sudah berjalan sesuai dengan tujuan.

Use Case Diagram

Use Case Diagram adalah salah satu diagram yang sering digunakan untuk mengidentifikasi pengguna serta perilaku dari sistem dari rangkaian diagram *Unified Modeling Language (UML)* [7, 8]. *Use case diagram* juga digunakan untuk mendeskripsikan fungsionalitas sistem. Gambar 3 adalah *use case diagram* dari penelitian ini.



Gambar 3 *Use Case Diagram* dari Mesin Ice Cream Otomatis

Tabel 1 – 3 adalah deskripsi dari *use case* dalam penelitian ini yang menjelaskan lebih rinci perilaku dan fungsionalitas dari mesin *ice cream* otomatis ketika digunakan oleh *user*.

Tabel 1 Deskripsi *use case* pilih rasa *ice cream*

Elemen	Deskripsi
Use Case Name	Pilih rasa <i>ice cream</i>
Actor	<i>User</i>
Brief Description	Memasukkan pilihan rasa <i>ice cream</i>
Pre-condition	<i>User</i> berada pada menu utama
Post-condition	<i>User</i> memasukkan pilihan rasa <i>ice cream</i> yang disediakan
Steps Performed	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>User</i> membuka Aplikasi Penerapan Konsep <i>Finite State Automata (FSA)</i> Pada Mesin Pembuat <i>Ice cream</i> Otomatis. 2. <i>User</i> memilih rasa <i>ice cream</i>. 3. Mesin menyimpan <i>input</i> rasa dari <i>user</i>.

Tabel 2 Deskripsi *use case* pilih *topping*

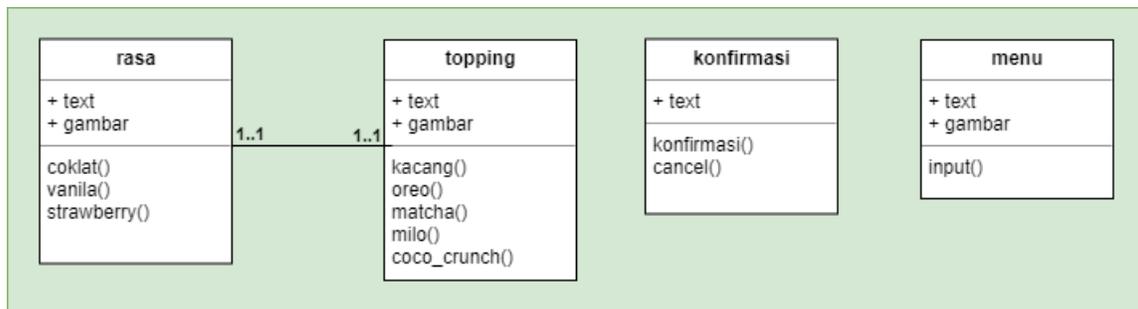
Elemen	Deskripsi
Use Case Name	Pilih <i>topping</i>
Actor	<i>User</i>
Brief Description	Memasukkan pilihan <i>topping</i> dari <i>ice cream</i>
Pre-condition	<i>User</i> telah selesai memasukkan rasa <i>ice cream</i>
Post-condition	<i>User</i> memasukkan pilihan <i>topping ice cream</i> yang disediakan
Steps Performed	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>User</i> telah selesai memasukkan rasa <i>ice cream</i>. 2. <i>User</i> memilih <i>topping ice cream</i> 3. Mesin menyimpan <i>input topping</i> dari <i>user</i>.

Tabel 3 Deskripsi *use case* konfirmasi

Elemen	Deskripsi
Use Case Name	Konfirmasi
Actor	<i>User</i>
Brief Description	Melakukan konfirmasi pembuatan <i>ice cream</i>
Pre-condition	<i>User</i> telah memilih <i>topping ice cream</i>
Post-condition	Mesin membuat <i>ice cream</i> berdasarkan <i>input user</i>
Steps Performed	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>User</i> telah selesai memasukkan <i>topping ice cream</i> 2. <i>User</i> memasukkan konfirmasi pembuatan <i>ice cream</i> 3. Mesin membuat <i>ice cream</i> sesuai dengan <i>input user</i>.

Class Diagram

Class diagram adalah diagram yang terdiri atas *class-class* yang memiliki hubungan satu sama lain. Dengan kata lain, satu kelas dengan kelas lainnya saling terhubung menggunakan *multiplicity* [9]. Gambar 4 adalah *class diagram* dari penelitian ini yang menggambarkan rancangan *class-class* yang dimiliki oleh mesin *ice cream* otomatis ini.



Gambar 4 *Class diagram* mesin *ice cream* otomatis

Berikut penjelasan dari tiap *class*:

1. *Class Menu*, menampilkan tampilan utama yang berisi menu pilihan untuk membuat suatu *ice cream*.
2. *Class rasa*, berisi pilihan-pilihan objek *ice cream*, yang di antaranya yaitu *rasa coklat, vanila, strawberry*
3. *Class topping*, berisi pilihan-pilihan objek *topping ice cream*, yang di antaranya yaitu *topping milo, matcha, oreo, kacang, coco crunch*.
4. *Class Konfirmasi*, berisi pilihan untuk melakukan *cancel*/pembuatan *ice cream*, atau konfirmasi untuk melanjutkan pembuatan *ice cream*.

Spesifikasi Formal

Spesifikasi formal adalah spesifikasi yang dinyatakan dalam bentuk bahasa yang didefinisikan secara formal untuk menggambarkan apa yang harus dilakukan perangkat lunak [10]. Pada penelitian ini peneliti menggunakan teknik spesifikasi formal berorientasi model dengan membuat suatu model perilaku sistem menggunakan obyek matematika seperti set dan urutan, yaitu di antaranya *state charts* dan automata model teoritis.

Berdasarkan diagram transisi tersebut maka aturan produksi dari FSA aplikasi simulasi mesin pembuat *ice cream* otomatis yaitu sebagai berikut :

Misalkan:

q0 = S, q1 = A, q2 = B, q3 = C, q4 = D, q5 = E, q6 = F, q7 = G, q8 = H, q9 = I, q10 = J (*final state*).

Maka,

$G = \{ VT, VN, S, P \}$

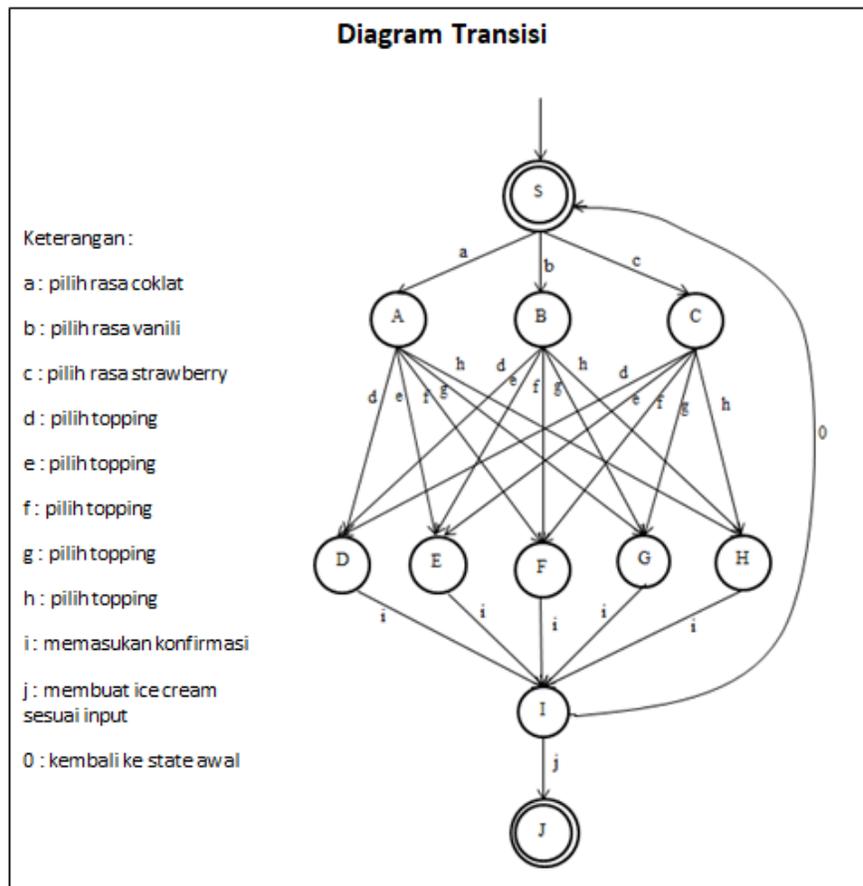
$VT = \{ a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, 0 \}$

$VN = \{ S, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J \}$

$S = S$

$P = \{ S \rightarrow aA \mid bB \mid cC \mid 0, A \rightarrow dD \mid eE \mid fF \mid gG \mid hH, B \rightarrow dD \mid eE \mid fF \mid gG \mid hH, C \rightarrow dD \mid eE \mid fF \mid gG \mid hH, D \rightarrow iI, E \rightarrow iI, F \rightarrow iI, G \rightarrow iI, H \rightarrow iI, I \rightarrow 0S \mid jJ \}$

Diagram transisi tersebut menggambarkan spesifikasi proses yang terdapat pada mesin pembuat *ice cream* otomatis yang menerapkan konsep FSA. Mesin akan mengikuti pola alur dari proses pembuatan *ice cream* sesuai dengan pilihan jenis *ice cream* dan *topping* yang ada. Sehingga, dimungkinkan tidak terjadi kesalahan dalam proses pembuatan *ice cream* yang sesuai dengan jenis pilihan *ice cream* nya. FSA berfungsi untuk membaca simbol masukan dari *start state* sampai *final state* sehingga diperoleh suatu bahasa yang dikenali oleh mesin. Selanjutnya dilakukan proses pembuatan *ice cream* sesuai dengan bahasa yang dibaca.



Gambar 5 Diagram transisi cara kerja mesin *ice cream* otomatis

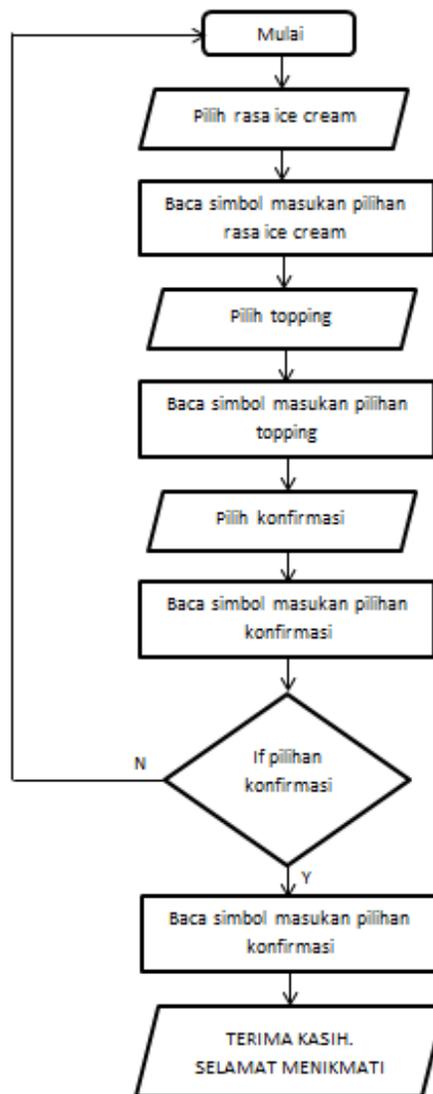
Implementasi

Setelah tahap spesifikasi formal selesai dilakukan maka tahap selanjutnya adalah melakukan implementasi terhadap spesifikasi formal yang telah ditentukan sebelumnya. Pada aplikasi simulasi mesin pembuat *ice cream* otomatis diterapkan konsep FSA untuk pemodelan proses pembuatan *ice cream* secara

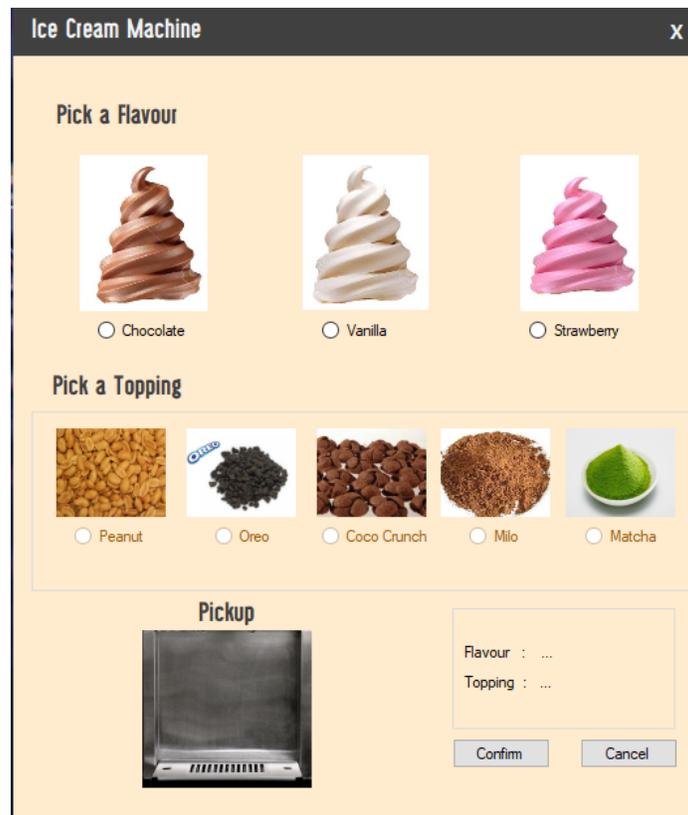
otomatis, di mana spesifikasi formal tersebut diimplementasikan ke dalam sebuah program yang menerapkan konsep FSA.

4. Hasil dan Pembahasan

Mesin Simulasi Mesin Pembuat *Ice cream* Otomatis adalah suatu mesin yang dapat melakukan proses pembuatan *ice cream* secara otomatis dengan menggunakan konsep *Finite State Automata* (FSA). Konsep FSA digunakan untuk menangkap dan mengenali pola dalam proses pembuatan *ice cream* pada mesin pembuat *ice cream* otomatis, dengan membaca *input* yang diberikan dan masuk ke dalam proses pengecekan *inputan* tersebut sampai dengan *state* akhir kemudian akan melakukan proses sesuai dengan jalur *input* tersebut (Gambar 6).



Gambar 6 Flowchart aplikasi mesin *ice cream* otomatis menggunakan konsep FSA



Gambar 7 Tampilan utama dari Aplikasi Simulasi Mesin Pembuat *Ice Cream* Otomatis

Metode pengujian yang digunakan adalah model checking. Dalam model checking ingin diuji apakah desain ini memang seperti yang yang diharapkan. Teknik pengujian yang digunakan adalah dengan membuat daftar dari kemungkinan kesalahan yang terjadi pada aplikasi dan selanjutnya mengikuti alur pengujian sesuai dengan daftar.

Tabel 4 Daftar Pengujian Mesin *Ice cream* Otomatis

No.	Pengujian	Detail
1	Fungsi	a. Kesesuaian <i>Ice cream</i> yang di <i>input</i> dengan <i>output</i> b. Kesesuaian <i>output</i> dari grammar dengan pilihan yang diberikan oleh mesin.
2	<i>Interface</i>	Respon informasi <i>input</i> yang dimasukkan. a. Apakah tombol yang ada dalam aplikasi sesuai, dengan <i>ice cream</i> yang akan dipilih. b. Memanipulasi tombol yang ada.

Tabel 5 Hasil Pengujian Mesin *Ice cream* Otomatis

No.	Pengujian	Detail	Keterangan
1	Fungsi	Kesesuaian <i>Ice cream</i> yang di <i>input</i> dengan <i>output</i>	Baik
		Kesesuaian <i>output</i> dari grammar dengan pilihan yang diberikan oleh mesin.	Baik
2	<i>Interface</i> (Respon informasi <i>input</i> yang dimasukkan)	Apakah tombol yang ada dalam aplikasi sesuai, dengan <i>ice cream</i> yang akan dipilih.	Baik
		Memanipulasi tombol yang ada.	Baik

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dari penerapan *Finite State Automata* (FSA) pada mesin pembuat mesin *ice cream* otomatis, disimpulkan bahwa *Finite State Automata* (FSA) dapat menjadi salah

satu metode untuk merancang suatu mesin pembuat *ice cream* otomatis yang *flexible* dan memiliki *accuracy* yang tinggi dalam mengenal dan menangkap pola dalam pembuatan *ice cream* dengan 3 rasa dan 5 *topping*. Konsep FSA pada mesin pembuat *ice cream* otomatis ini di terapkan dengan cara FSA membaca setiap simbol masukkan yang diberikan menjadi suatu Bahasa yang dikenali oleh FSA. Mesin ini selanjutnya akan melakukan proses pembuatan *ice cream* sesuai simbol yang dimasukkan dan memproses sesuai bahasa yang telah dibaca oleh FSA. Dan mesin pembuatan *ice cream* ini tidak memiliki proses transaksi penjualan hanya pembuatan *ice cream*, hanya bisa 1 item dalam setiap proses pembuatan *ice cream*, dan mesin ini hanya dapat memproses 1 rasa dalam 1 item pembelian. Saran untuk penelitian lanjutan dari penelitian ini yakni dalam 1 item pembelian bisa dapat memproses berbagai rasa yang ada dalam mesin pembuat *ice cream* secara otomatis, kemudian dapat melakukan pembuatan *ice cream* lebih dari 1 item dalam setiap pembuatannya, dan juga ke depannya diharapkan mesin ini memiliki proses transaksi penjualan *ice cream* secara otomatis.

6. Referensi

- [1] K. Mukherjee and A. Ray, "State splitting and merging in probabilistic *Finite State Automata* for signal representation and analysis," *Signal processing*, vol. 104, pp. 105-119, 2014.
- [2] Y. M. R. Putra, "Sentence Analysis with Artificial Intelligence Machine Learning Using *Finite State Automata*," *PROXIES*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2017.
- [3] S. Rostianingsih, G. S. Budhi, and H. K. Wijaya, "Game Simulasi Finite State Machine untuk Pertanian dan Peternakan," *Surabaya: Universitas Kristen Petra*, 2013.
- [4] F. Utdirartatmo, "Teori Bahasa dan Otomata," *Graha Ilmu, Yogyakarta, Edisi*, vol. 2, 2005.
- [5] W. Scacchi, "Process models in software engineering," *Encyclopedia of software engineering*, 2002.
- [6] R. S. Pressman, *Software engineering: a practitioner's approach*. Palgrave Macmillan, 2005.
- [7] D. Rosenberg and K. Scott, *Use case driven object modeling with UML*. Springer, 1999.
- [8] T. von der Maßen and H. Lichter, "Modeling variability by UML use case diagrams," in *Proceedings of the International Workshop on Requirements Engineering for product lines*, 2002: Citeseer, pp. 19-25.
- [9] J. W. Satzinger, R. B. Jackson, and S. D. Burd, *Systems analysis and design in a changing world*. Cengage learning, 2011.
- [10] B. Rahardjo, "Penggunaan formal methods dalam disain perangkat keras," *PPAU-ME I.[Januari 1999]*, 1999.