

PENERAPAN KONSEP NON-DETERMINISTIC FINITE AUTOMATA UNTUK PEMBUATAN SEREAL MENGGUNAKAN MESIN JUAL OTOMATIS DENGAN DUA SISTEM PEMBAYARAN

Nicholas Dwiarto Wirasbawa¹, Lucky Benedict², Bernardus Gery Santoso³, Muhammad Faisal Farhan⁴, Adhi Kusnadi⁵
^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara
nicholas.dwiarto@student.umn.ac.id

ABSTRAK

Di Indonesia, ada peningkatan dalam bisnis mesin jual otomatis sejak tahun 2017. Dari mesin jual otomatis yang eksisten di Indonesia, hanya sedikit mesin jual otomatis yang memproduksi sereal. Konsep *Non-Deterministic Finite Automata* (N DFA) digunakan untuk membuat mesin jual otomatis dengan dua sistem pembayaran. Dari penelitian sebelumnya, ada kekurangan berupa tidak adanya sistem pembayaran tanpa uang (*cashless*) dan penjelasan cara membangun mesin jual otomatis yang memproduksi sereal. Penelitian ini menggunakan sebuah N DFA dengan konsep *Mealy Machine* sebagai ilustrasi konsep dengan bahasa C (*console application*) untuk simulasi mesin jual otomatis yang bersifat konseptual, dari simulasi pemesanan hingga simulasi pembayaran. Simulasi dilakukan berulang kali dengan berbagai skenario yang diuji dan mesin jual otomatis ini bekerja sangat mangkus. Hasil penelitian bahwa konsep *Non-Deterministic Finite Automata* mampu digunakan sebagai alternatif untuk membangun mesin jual otomatis yang membuat dan menjual sereal. Adanya bisnis mesin jual otomatis menjadi lebih menguntungkan dan bervariasi dengan mesin jual otomatis yang memproduksi sereal.

Kata Kunci: Mesin Penjual Otomatis, Sereal, Automata Hingga Non-Deterministik, Teori Automata dan Bahasa, Inovasi

ABSTRACT

In Indonesia, there has been an increase in the automatic selling machine business since 2017. Of the existing automatic selling machines in Indonesia, only a few automatic selling machines produce cereal. The concept of Non-Deterministic Finite Automata (N DFA) is used to create an automatic selling machine with two payment systems. From previous research, there are drawbacks in the absence of a cashless payment system and explanation how to build an automatic selling machine that produces cereal. This study uses an N DFA with the concept of Mealy Machine as an illustration of the concept in C (console application form) for the simulation of automatic conceptual selling machines, from booking simulations to payment simulations. Simulations were carried out repeatedly with various scenarios tested and this automatic selling machine worked very well. The research results show that the concept of Non-Deterministic Finite Automata can be used as an alternative to building automatic selling machines that make and sell cereals. The business of automatic selling machines is becoming more profitable and more varied with automatic selling machines that produce cereals.

Keywords: *Vending Machines, Cereal, Non-Deterministic Finite Automata, Automata and Language Theory, Innovation*

PENDAHULUAN

Konsep Teori dan Bahasa Otomata telah banyak diterapkan pada banyak bidang, karena mampu menggambarkan logika suatu proses metode secara baik, seperti penerapan pada pembuatan aplikasi pengecekan tata Bahasa Inggris (Djaslim, 2014) dan mesin jaja (*vending machine*) otomatis untuk penjualan makanan atau minuman, misal minuman ringan, roti atau sereal. Sereal adalah makanan yang diminati oleh masyarakat Indonesia. Dilansir dari industry.co.id, 44.6% anak Indonesia mengonsumsi sarapan bergizi rendah. Sedangkan menurut merdeka.com, sereal merupakan makanan sehat yang kaya akan vitamin, serat, dan mineral. Preferensi orang Indonesia terhadap memakan sereal sangat bervariasi, ditambah dengan banyaknya produk sereal yang ada. Di Indonesia, bisnis mesin

jual otomatis masih dalam tahap perkembangan (Kompas.com, 2017), namun memiliki kemajuan sangat pesat. Kesimpulannya, mesin jual otomatis dan sereal merupakan prospek bisnis baru di Indonesia, dimana sereal menjadi sumber makanan yang bergizi, dan dengan bantuan mesin jual otomatis, mudah dijangkau oleh siapa pun, kapan pun, dimana pun.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Benny Richardson *et al.* (2019) mengenai pembuatan mesin jual otomatis untuk penjualan kopi. Namun, mesin pada penelitian tersebut belum menggunakan sistem pembayaran secara cashless. Pada tahun 2018, dilakukan penelitian tentang sistem cashless (Paris Jain, 2018, p. 7). Penelitian-penelitian ini merupakan rujukan sebagai pengembangan penelitian ini, sehingga dibuat sistem penjualan otomatis menggunakan dua sistem pembayaran, yaitu sistem tunai (*cash*) dan non tunai (*cashless*).

Untuk menggambarkan alur dari logika digunakan *Non-Deterministic Finite Automata*, atau disebut NDFA merupakan salah satu mesin pada Teori Bahasa dan Automata, dipilih karena mudah untuk diaplikasikan dan sesuai dengan logika manusia. Pada NDFA, dimungkinkan untuk satu simbol menimbulkan transisi ke lebih dari satu kondisi dan memberikan beberapa kemungkinan gerakan sehingga keluarannya tidak dapat dipastikan (Kelley, 1995: 46). Jadi, NDFA merupakan metode yang paling tepat untuk menyelesaikan masalah ini, dikarenakan mesin jual otomatis memiliki banyak luaran, tergantung yang diinginkan oleh pengguna. NDFA akan menggambarkan proses yang ada pada mesin dimulai dari menerima masukan berupa jenis mangkuk yang diinginkan pembeli, jenis sereal yang diinginkan pembeli, dan jenis susu yang diinginkan pembeli. Setelah itu, mesin akan meminta pembeli untuk melakukan pembayaran, yang mana dilakukan secara tunai (konvensional) atau *cashless* menggunakan *E-Money*. Bilamana pembayaran telah dilakukan dengan sukses, sereal akan dikeluarkan dan siap untuk dinikmati.

Pengujian dilakukan berulang kali dengan berbagai skenario yang mungkin terjadi dalam kenyataan di lapangan, seperti kesalahan input, mencoba memasukkan uang bukan pecahan lima ribu dan sepuluh ribu, dan hasilnya mesin konseptual yang dibuat mampu menyelesaikan setiap skenario secara baik, tepat, dan akurat. Dengan adanya penelitian ini, dihasilkan sebuah pemodelan mesin jual otomatis untuk membuat sereal dengan basis pembayaran tidak hanya cashless, namun juga menerima uang secara tunai. Hal ini mempermudah pengguna dalam bertransaksi, sehingga pengguna memiliki banyak alternatif pembayaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan piranti lunak SDLC, terdiri dari 5 tahapan, yaitu perencanaan, desain, implementasi, uji coba, dan perawatan.

Perencanaan

Pada penelitian ini, berdasarkan pengembangan dari mesin pada penelitian sebelumnya dimana mesin jual otomatis hanya digunakan untuk membuat kopi dengan sistem pembayaran konvensional, sehingga pada penelitian ini dilakukan perbaikan dengan menambahkan sistem pembayaran tambahan berupa sistem *cashless* dan perubahan produk yang berupa sereal.

Desain

Desian mesin jual otomatis digambarkan secara formal dan diagram state pada gambar 1, dengan NFA *Mealy Machine*, didefinisikan dengan enam tupel, dengan rumus seperti dibawah,

$$M = \{Q, \Sigma, \delta, \Delta, S, \lambda\}$$

Dimana,

Q = himpunan state yang ada dan finite,

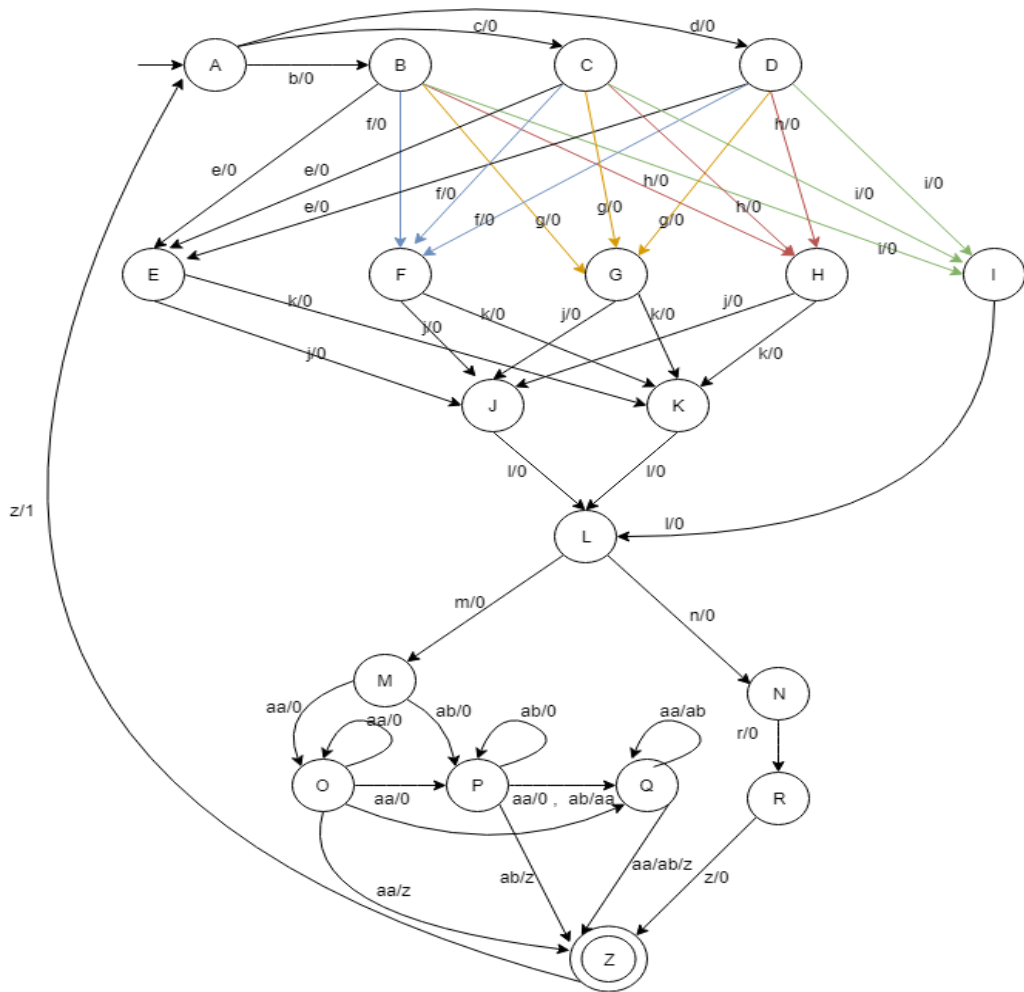
Σ = himpunan input

δ = fungsi transisi

S = state awal

Δ = himpunan output

λ = fungsi output untuk setiap transisi



Gambar 1. Diagram State Aplikasi

Pada diagram state diatas, konfigurasi mesin dijelaskan sebagai berikut:

Q = {A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, Z}

Σ = {b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, z, aa, ab, 0, 1}

$S = \{A\}$

$\blacktriangle = \{0, 1, aa, ab\}$

Pada diagram state ini, mesin memiliki beberapa state yang menyimbolkan proses, sebagai berikut.

- A = Start State
- B = Mangkuk Kecil
- C = Magkuk Sedang
- D = Mangkuk Besar
- E = KK
- F = ML
- G = HS
- H = KL
- I = ENRG
- J = Susu Putih
- K = Susu Coklat
- L = Total Harga
- M = Tipe Pembayaran Tunai
- N = Tipe Pembayaran Cashless
- O = Menerima Input Tunai 5000
- P = Menerima Input Tunai 10000
- Q = Total Penambahan State O dan P
- R = Tapping Kartu E-Money Cashless
- Z = Sereal Turun (Final State)

Diagram state tersebut menerima input berupa state yang akan dituju serta nol dan satu. Nol berarti diagram state tersebut berlanjut ke state berikutnya, sedangkan menerima input satu berarti mesin khayali telah menyelesaikan tugasnya (sudah mengeluarkan sereal) dan akan kembali ke state awal. Diagram state tersebut juga memiliki beberapa input spesial untuk pembayaran tunai, yaitu aa, dan ab, yang menyimbolkan uang tunai 5.000 dan 10.000 rupiah. Sedangkan, untuk state yang dituju, disimbolkan input-nya dengan huruf kecil dari state yang akan dituju. Mesin tersebut akan berjalan apabila input yang dituju sesuai dengan state yang akan dituju.

Diagram alir (*flowchart*) akan dibuat berdasarkan diagram state diatas. Alur diagram tersebut apabila dibentuk dalam bentuk diagram alir, menjadi seperti pada gambar 2. Diagram alir digunakan sebagai alat bantu dan desain awal program yang akan dibuat untuk pengujian mesin jual otomatis. Disimpulkan bahwa diagram alir akan meminta pengguna untuk memilih mangkuk, kemudian memilih sereal yang diinginkan, dan yang terakhir adalah memilih metode pembayaran, yang di dalamnya ada metode pembayaran *cashless* maupun konvensional. Setelah semua tahapan dilakukan, mesin akan merekapitulasi pemesanan yang dilakukan oleh pengguna dan sereal akan dibuat olehnya, tak lupa memberikan kembalian kepada pengguna bila melakukan pembayaran secara konvensional dan uangnya berlebih saat membayar.



Gambar 2. Diagram Alir Aplikasi

Dengan adanya diagram state, diagram alir, serta aplikasi, maka implementasi dari aplikasi mesin jual otomatis ini sudah terpenuhi.

Implementasi

Implementasi menggunakan aplikasi OnlineGDB.com dan GCC *Compiler* untuk bahasa C, dengan membuat simulasi program tanpa menggunakan *hardware* yang memiliki harga mahal. Pada awal program dinyalakan, program akan meminta user untuk mengisi saldo *E-Money* yang mereka miliki. Setelah diisi oleh user, maka program akan meminta jenis mangkuk yang ingin dipakai oleh user. Mangkuk yang dipilih akan disimpan oleh program, dan akan diisi sereal. Dalam program ini, sereal yang tersedia adalah KK, ML, HS, KL, serta ENRG. Apabila user memilih ENRG, maka program akan langsung melanjutkan ke pembayaran (tidak diminta untuk memasukkan susu). Jika user memilih sereal sereal yang lain selain ENRG, maka program akan melanjutkan dengan meminta susu yang ingin ditambahkan ke dalam sereal oleh user.

Setelah semua pilihan berupa sereal dan susu dipilih oleh user, maka program akan melanjutkan pembayaran dengan dua pilihan metode. Metode pertama yaitu menggunakan tunai. Metode ini meminta user untuk memasukkan uang pecahan 5.000 dan 10.000 ke dalam program hingga uang tersebut berjumlah sama dengan total harga yang harus dibayar oleh user. Apabila user mencoba memasukkan uang selain 5.000 dan 10.000, maka uang tersebut akan ditolak oleh mesin dan user harus mengulang input kembali dari awal. Metode kedua adalah *cashless*. Bila dari awal user sudah ingin melakukan transaksi *cashless*, maka user sejak awal sudah memasukkan jumlah uang di dalam *E-Money* miliknya, sehingga saat melakukan pembayaran, user hanya tinggal melakukan tapping kartu.

Setelah membayar, maka program akan mengeluarkan output berupa sereal dengan kustomisasi yang sudah dipilih oleh user, yaitu berupa mangkuk yang dipilih, jenis sereal yang dipilih oleh user, dan susu yang dipilih oleh user. Tampilan dari program ini menggunakan Terminal Windows dengan ukuran font 20, warna teks berwarna hitam dan latar belakang berwarna putih untuk memudahkan para user saat menggunakan program ini, dan memudahkan para peneliti lain yang menggunakan paper ini sebagai referensi.

Hasil Program

Pada awal, program akan menampilkan tampilan menu utama seperti pada gambar 3. Program akan meminta *user* untuk memasukkan jumlah *E-Money* yang *user* miliki. Jika tidak memiliki *E-Money*, maka *user* hanya tinggal memasukkan angka nol lalu menekan *enter*.

```
=====
Vending Machine Tester
=====
Dengan sistem pembayaran Cashless maupun Tunai.
Menyediakan berbagai macam sereal, susu, serta mangkuk yang dibutuhkan.
Dibuat oleh: Nicholas Dwiarto Wirasbawa, Lucky Benedict, B. Gery Santoso, M. Faisal Farhan.
Mesin Terbaru, Tahun 2019.
Automata and Language Theory - Non Deterministic Finite Automata Application.

Silakan masukkan saldo E-Money Anda (tuliskan 0 jika tidak memiliki):
```

Gambar 3. Menu Utama Program

Selanjutnya, program akan meminta user untuk memilih jenis mangkuk, sereal, dan juga susu yang diminati oleh user. User yang tidak memiliki E-Money atau kurang saldonya akan diminta oleh program untuk membayar dengan tunai. Program akan terus melakukan pengulangan sampai user menekan 2 untuk membayar dengan metode pembayaran tunai. Untuk membayar dengan metode tunai dengan user menekan 2. Program akan meminta user untuk memasukkan uang pecahan 5000 atau 10000 hingga jumlahnya sama dengan total harga. Apabila user melakukan input uang tidak sama dengan 5000 atau 10000, maka program akan menolak dan meminta user memasukkan uang kembali.

```
Sereal Anda:
1. KK (Rp. 15.000)
2. ML (Rp. 10.000)
3. HS (Rp. 20.000)
4. KL (Rp. 20.000)
5. ENRG (Rp. 10.000)
Pilihan Anda: 3
Sereal Anda adalah HS. Total pemesanan Anda seharga Rp. 20000.

Pilihan Susu (harga Rp. 5.000):
* Tidak ada perbedaan harga karena sedang promo!
1. Susu Putih
2. Susu Coklat
Pilihan Anda: 1
Anda memilih Putih. Total pemesanan Anda seharga Rp. 25000.

Pesanan Anda:
Mangkuk: Sedang
Sereal: HS
Susu: Putih
Total Harga: 25000

Tekan 1 untuk membayar dengan E-Money, dan 2 untuk membayar dengan cash.
Pilihan Anda: 1
Saldo Anda: 50000
Pembayaran dengan E-Money berhasil!
Sisa Saldo Anda: 25000.
Silakan ambil sereal Anda!
Terima kasih telah berbisnis dan silakan datang kembali!
```

Gambar 4. Pembayaran Cashless

Gambar diatas menunjukkan bahwa user telah berhasil membayar dengan E-Money, dan saldo di E-Money akan langsung berkurang secara otomatis. Sisa saldo dari E-Money juga akan ditampilkan dalam program.

```
Pesanan Anda:
Mangkuk: Besar
Sereal: KK
Susu: Putih
Total Harga: 20000

Tekan 1 untuk membayar dengan E-Money, dan 2 untuk membayar dengan cash.
Pilihan Anda: 1
Saldo Anda: 0
E-Money Anda tidak mencukupi! Silakan membayar dengan uang biasa!

Tekan 1 untuk membayar dengan E-Money, dan 2 untuk membayar dengan cash.
Pilihan Anda: 2
Masukkan uang lalu tekan tombol apapun!
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): 10000
Anda memasukkan Rp. 10000.
Total Uang di mesin: Rp. 10000.

Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): 5000
Anda memasukkan Rp. 5000.
Total Uang di mesin: Rp. 15000.

Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): 10000
Anda memasukkan Rp. 10000.
Total Uang di mesin: Rp. 25000.

Kembalian Anda adalah: Rp. 5000.
Silakan ambil sereal Anda!
Terima kasih telah berbisnis dan silakan datang kembali!
```

Gambar 5. Pembayaran Konvensional

Pada gambar diatas, ditunjukkan sebuah metode pembayaran lain yaitu konvensional. User mencoba membayar menggunakan E-Money yang tidak ada saldo, maka tidak mampu dilakukan dan harus membayar menggunakan uang tunai. User membayar menggunakan uang tunai 25.000 dan mesin telah mengeluarkan kembalian berupa lima ribu rupiah.

HASIL

Ada pula error-checking yang ada bila user memasukkan sembarang input yang tidak sesuai dengan kriteria awal pada program. Hasil program diperlihatkan pada gambar 6.

```
Pesanan Anda:
Mangkuk: Besar
Sereal: ENRG
Susu: Tidak Ada
Total Harga: 10000

Tekan 1 untuk membayar dengan E-Money, dan 2 untuk membayar dengan cash.
Pilihan Anda: 2
Masukkan uang lalu tekan tombol apapun!
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): 1213123123
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): sdfsd
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): bdfkdf1b
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): -
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): 000
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): ka;kl;ksd;alksd
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): ;
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): ...
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): /
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): ?
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): 109823109281283
Uang bukan kelipatan 5000 atau 10.000! Uang dikeluarkan...
Isi Uang (dalam jumlah 5.000, 10.000): -
```

Gambar 6. Kesalahan Input

Kemudian telah dilakukan uji coba dengan input sembarang dan input yang bukan lima ribu atau sepuluh ribu, dengan hasil input ditolak (*rejected*). Tabel 1 (pada halaman selanjutnya), mengulas mengenai hasil aplikasi pengujian dengan pengujian dengan berbagai skenario.

Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian Aplikasi

No	Fungsi	Hasil
1	Kesesuaian output untuk sisa uang yang ada pada E-Money	Baik
2	Kesesuaian produk sereal dan susu pada program	Baik
3	Kesesuaian input uang yang dimasukkan oleh user dalam pembayaran tunai.	Baik
4	Kesesuaian kembalian uang yang diterima user dalam pembayaran tunai.	Baik
5	Interface aplikasi berupa terminal dalam bahasa C	Baik
6	User melakukan input dengan mengetik angka yang ada disamping menu yang ingin dipilih	Baik
7	User menekan enter saat sudah selesai memilih	Baik
8	Header awal program sebagai bentuk estetika dalam program yang dibuat.	Baik

Tabel 1 memperlihatkan hasil yang baik yang dihasilkan oleh aplikasi dengan pengujian berbagai macam skenario, tidak ada fungsi yang gagal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian ini, muncul simpulan bahwa konsep *Non-Deterministic Finite Automata* (N DFA) mampu dijadikan sebagai panduan untuk membuat mesin jual otomatis yang mampu menghasilkan sereal. Konsep N DFA akan menerima simbol input dan menerjemahkannya dalam bahasa mesin. Pengujiannya sendiri sudah dicoba dalam bentuk bahasa C, dan hasilnya sudah sesuai ekspektasi dan diagram state yang sudah dibuat sebelumnya. Adapun saran yang mungkin dilakukan dalam penelitian selanjutnya, yaitu tampilan dalam penelitian ini masih kurang menarik dan terlalu sederhana. Dengan tampilan yang lebih menarik, maka mampu menarik perhatian konsumen dan kemungkinan investor untuk menerapkan ide ini dalam bisnis. Saran lain yang mungkin dilakukan dalam penelitian selanjutnya adalah memberikan takaran dengan menggunakan sensor, agar mesin jual otomatis yang mampu membuat sereal menjadi kenyataan di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa pemilik segala ilmu, karena tanpa bantuan-Nya, kami tidak mampu menyelesaikan makalah ini; kepada kedua orang tua masing-masing penulis atas segala cinta dan kasih sayang yang diberikan; kepada Universitas Indraprasta PGRI, karena bersedia untuk menerima makalah penulis; kepada teman-teman dari masing-masing penulis karena bersedia bersuka dan berduka bersama; kepada Universitas Multimedia Nusantara selaku tempat belajar penulis.

DAFTAR RUJUKAN

- Benny Richardson, K. H. (2019). Penerapan Konsep NDFA pada Aplikasi Simulasi Mesin Kopi Vending. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 1-8.
- Destriyana. (2012). *Ingin sarapan bergizi? Makan 4 jenis sereal ini!* Retrieved from Merdeka.com: <https://www.merdeka.com/sehat/ingin-sarapan-bergizi-makan-4-jenis-sereal-ini.html>
- Djaslim, V. P., & Kusnadi, A. (2014). Implementation of Nondeterministic Finite Automata for Tenses Identification in English Translator. *International Journal of New Media Technology*, 1(1), 27-37.
- Febriyani, C. (2017). *44,6 Persen Anak Indonesia Konsumsi Sarapan Bergizi Rendah*. Retrieved from Industry.co.id: <https://www.industry.co.id/read/6065/446-persen-anak-indonesia-konsumsi-sarapan-bergizi-rendah>
- Jain, P. (2017). Cashless system of colleges in India. *International Journal of Social Sciences and Humanities*, 1-7.
- Kelley, D. (1998). *Automata and Formal Languages: An Introduction (1st Edition)*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kompas.com. (2017). *Riwayat dan Asa "Vending Machine" di Indonesia*. Retrieved from Biz.kompas.com: <https://biz.kompas.com/read/2017/12/08/114616128/riwayat-dan-asa-vending-machine-di-indonesia>
- Patel, K. (2019). *United States of America Patent No. US20190087823A1*.
- Poutanen, K. (2014). How can technology help to deliver more of grain in cereal foods for a healthy diet? *Journal of Cereal Science*, 327-336.
- Utdirartatmo, F. (2007). *Teori Bahasa dan Otomata (Edisi 2)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- V, K. (2019). Automatic Chocolate Vending Machine. *2019 5th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS)*, 584-587.