

Pengaplikasian Aljabar Boolean dalam Menghias Permukaan Roti Panggang oleh Pemanggang Roti Pintar (*Smart Toaster*)

Yoga Prasetyo/13515148¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13515148@std.stei.itb.ac.id

Abstrak – Roti merupakan salah satu makanan yang terbuat dari tepung yang di campur dengan susu atau air. Roti biasanya dimakan di pagi hari sebagai sarapan karena kandungan karbohidrat yang berasal dari tepung dipercaya akan membuat kita kenyang sampai waktu makan siang tiba. Banyak cara untuk memakan roti, dan salah satunya adalah dipanggang terlebih dahulu. Roti panggang digemari karena disajikan saat masih hangat yang mana cocok untuk dimakan di pagi hari yang masih sejuk. Di zaman yang serba canggih ini, mendapatkan roti panggang tidak harus membeli di toko roti, kita pun dapat membuatnya di rumah dengan alat pemanggang roti (*toaster*). Hanya saja pemanggang roti yang umumnya ada di rumah biasanya hanya bisa memanggang roti saja, tanpa menambahkan sedikit hiasan sehingga terkadang kita pun menjadi bosan dengan roti panggang yang polos. Oleh karena itu, penulis ingin membahas tentang aplikasi Aplikasi Aljabar Boolean dalam Menghias Permukaan Roti Panggang oleh Pemanggang Roti Pintar (*Smart Toaster*) agar roti panggang di pagi hari menjadi lebih menarik dan tidak membosankan.

Keywords—Aljabar Boolean, Menghias Roti Pangaang, Pemanggang Roti Pintar.

I. PENDAHULUAN

Roti merupakan salah satu makanan yang terbuat dari tepung yang dicampur dengan susu atau air. Roti biasanya dimakan di pagi hari sebagai sarapan karena mengandung karbohidrat yang bisa membuat kita merasa kenyang sampai waktu makan siang tiba. Roti seringkali menjadi alternatif makanan di pagi hari karena kepraktisannya dan juga kandungan karbohidratnya sehingga bisa menggantikan nasi yang menjadi makanan pokok kebanyakan orang Indonesia. Selain itu roti juga bisa di beri rasa sesuai selera kita. Misalnya di olesi selai, di olesi susu atau di taburi coklat butir.

Cara orang untuk menikmati roti pun beragam. Ada yang dimakan langsung, ada yang dikukus terlebih dahulu, ada yang dipanggang terlebih dahulu dan ada juga yang dibakar terlebih dahulu. Memakan langsung merupakan cara paling praktis untuk memakan roti karena langsung dimakan tanpa di kukus/panggang/bakar terlebih dahulu yang akan memakan waktu beberapa menit. Namun beberapa orang kurang suka memakan langsung rotinya karena beberapa alasan seperti kurang enak, kurang panas dll. Sehingga muncullah ide untuk

memproses roti terlebih dahulu sebelum dimakan.

Memanggang merupakan salah satu cara pemrosesan roti sebelum dimakan. Cara ini sederhana dan tidak memakan banyak waktu dan biaya. Untuk memanggang roti biasanya orang akan menggunakan pemanggang roti (*toaster*). Pemanggang roti bisa didapatkan di toko daring atau luring dengan kisaran harga Rp.100.000,- s/d Rp.1.200.000,-. Cara mengunakannya pun cukup mudah. Pertama hubungkan pemanggang roti ke aliran listrik. Selanjutnya masukkan roti kedalam lubang yang telah disediakan, kemudian tentukan tingkat kematangan roti. Dan terakhir tekan tombol dan tunggu sampai rotinya keluar dari pemanggang. Dengan hanya berbekal roti panggang di pagi hari, kita bisa mendapatkan sarapan dengan mudah dan cepat. Tak heran jika orang banyak mengandalkan roti panggang sebagai menu sarapan.

Akan tetapi, hampir semua pemanggang roti yang ada di seluruh dunia ini hanya menawarkan fitur untuk memanggang roti saja. Sebagian orang sering merasa bosan dengan desain roti panggangnya yang hanya itu-itu saja.

Dengan semakin berkembangnya teknologi dan maraknya pengembang *Internet of Things (IoT)*, maka hadir lah solusi yang bisa mengurangi rasa bosan para penikmat roti panggang di seluruh dunia, yaitu dengan pemanggang roti yang bisa menghias permukaan roti sesuai dengan keinginan kita. Salah satu pemanggang roti yang terdapat fitur tersebut adalah *Toasteroid*[®].

II. TOASTEROID

Toasteroid merupakan alat pemanggang roti pintar yang merupakan proyek yang didanai oleh *kickstarter*. *Toasteroid* mempunyai fungsi utama untuk memanggang roti, dan juga fungsi tambahan untuk membentuk hiasan yang akan dicetak di atas permukaan roti panggang. *Toasteroid* mempunyai aplikasi pendukung yang membuat kita bisa mendesain sendiri hiasan apa yang nantinya akan dicetak melalui *Toasteroid*. Tidak hanya hiasan, sebagai piranti *internet of things (IoT)* yang terhubung ke jaringan internet, *Toasteroid* juga bisa mencetak cuaca dan temperatur udara di suatu tempat pada waktu itu. Yang membuat *Toasteroid* bisa mencetak hiasan di atas permukaan roti panggang adalah karena system pemanasnya. Ditenagai dengan *high density micro-filament heating technology*, bisa membuat

Toasteroid mencetak hiasan sembari memanggang roti.

Aplikasi pendukung Toasteroid pun cukup sederhana. Secara umum, tampilan antarmuka pada aplikasi ini berupa *pixel-pixel* yang setiap *pixel*-nya bisa dimodelkan dengan aljabar Boolean.



Gambar 1. Toasteroid (sumber : <https://pbs.twimg.com/media/CsR4POsUAAA7t7O.png>)

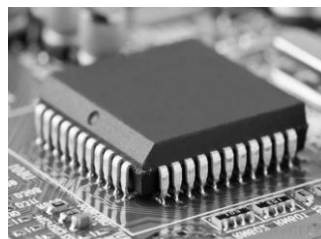
III. LANDASAN TEORI

A. Aljabar Boolean

Aljabar Boolean pertama kali ditemukan oleh George Boole, pada tahun 1854. Boole melihat bahwa himpunan dan logika proposisi mempunyai sifat-sifat yang serupa. Dalam buku *The Laws of Thought*, Boole memaparkan aturan-aturan dasar logika. Aturan dasar logika ini membentuk struktur matematika yang disebut Aljabar Boolean. Contoh penerapan aljabar Boolean adalah pada perancangan rangkaian pensaklaran, rangkaian digital dan rangkai IC (*Integrated Circuit*) computer.



Gambar 2. Peraga Digital (sumber : <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Aljabar-Boolean-2016.pdf>)



Gambar 3. *Integrated Circuit* (IC) (sumber : <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Aljabar-Boolean-2016.pdf>)

B. Definisi Aljabar Boolean

Misalkan B adalah himpunan yang didefinisikan pada dua operator biner, $+$ dan \cdot , dan sebuah operator uner, $'$. Misalkan 0 dan 1 adalah dua elemen yang berbeda dari B . Maka, tupel

$$\langle B, +, \cdot, ', 0, 1 \rangle$$

disebut aljabar Boolean jika untuk setiap $a, b, c \in B$ berlaku aksioma berikut:

1. Identitas
 - (i) $a + 0 = a$
 - (ii) $a \cdot 1 = a$
2. Komutatif

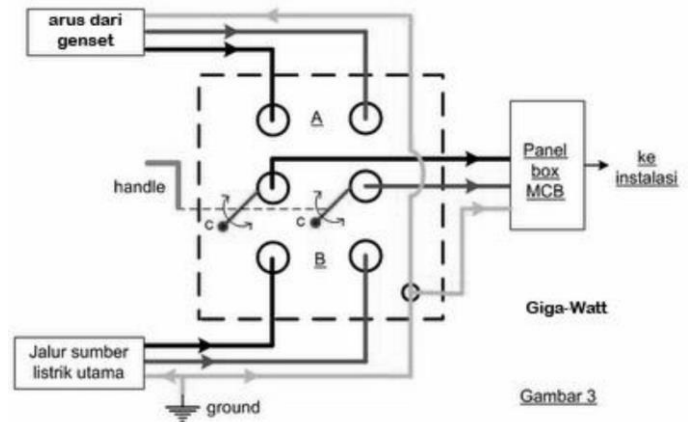
- (i) $a + b = b + a$
- (ii) $a \cdot b = b \cdot a$

3. Distributif

- (i) $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
- (ii) $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$

4. Komplemen Untuk setiap $a \in B$ terdapat elemen unik a' di B sehingga

- (i) $a + a' = 1$
- (ii) $a \cdot a' = 0$



Gambar 3

Gambar 4. Jaringan Saklar (sumber : <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Aljabar-Boolean-2016.pdf>)

C. Hukum-hukum Aljabar Boolean

1. Hukum identitas:
 - (i) $a + 0 = a$
 - (ii) $a \cdot 1 = a$
2. Hukum idempoten:
 - (i) $a + a = a$
 - (ii) $a \cdot a = a$
3. Hukum komplemen:
 - (i) $a + a' = 1$
 - (ii) $aa' = 0$
4. Hukum dominansi:
 - (i) $a \cdot 0 = 0$
 - (ii) $a + 1 = 1$
5. Hukum involusi:
 - (i) $(a')' = a$
6. Hukum penyerapan:
 - (i) $a + ab = a$
 - (ii) $a(a + b) = a$
7. Hukum komutatif:
 - (i) $a + b = b + a$
 - (ii) $ab = ba$
8. Hukum asosiatif:
 - (i) $a + (b + c) = (a + b) + c$
 - (ii) $a (b c) = (a b) c$
9. Hukum distributif:
 - (i) $a + (b c) = (a + b) (a + c)$
 - (ii) $a (b + c) = a b + a c$
10. Hukum De Morgan:
 - (i) $(a + b)' = a' b'$
 - (ii) $(ab)' = a' + b'$
11. Hukum 0/1
 - (i) $0' = 1$

(ii) $1' = 0$

D. Fungsi Boolean

Contoh-contoh fungsi Boolean:

- $f(x) = x$
- $f(x, y) = x'y + xy' + y'$
- $f(x, y) = x'y'$
- $f(x, y) = (x + y)'$
- $f(x, y, z) = xyz'$

Setiap peubah di dalam fungsi Boolean, termasuk dalam bentuk komplemennya, disebut **literal**. Fungsi $f(x,y,z) = xyz'$ terdiri dari 3 buah literal, yaitu x , y , dan z' . Jika diberikan $x = 1$, $y = 1$, $z = 0$, maka nilai fungsinya

$$f(1,1,0) = 1 \cdot 1 \cdot 0' = (1 \cdot 1) \cdot 1 = 1$$

Ekspresi Boolean yang menspesifikasikan suatu fungsi dapat disajikan dalam dua bentuk yang berbeda. Pertama, sebagai **penjumlahan dari hasil kali** dan kedua sebagai **perkalian dari hasil jumlah**.

Contoh :

$$f(x, y, z) = x'y'z + xy'z' + xyz$$

dan

$$g(x, y, z) = (x + y + z)(x + y' + z)(x + y' + z')(x' + y + z')(x' + y' + z)$$

adalah dua buah fungsi yang sama.

Dua bentuk ekspresi Boolean tadi bisa disebut *Minterm* dan *Maxterm*. *Minterm* adalah bentuk ekspresi Boolean dimana suku (*term*) di dalam ekspresi Boolean mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil kali. Sedangkan *Maxterm* adalah bentuk ekspresi Boolean dimana suku (*term*) di dalam ekspresi Boolean mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil jumlah. Contoh : $f(x,y,z) = xyz + x'yz'$ mempunyai 2 buah *minterm*, yaitu xyz dan $x'yz'$. $g(x,y,z) = (x + y + z)$ mempunyai 1 buah *maxterm*, yaitu $(x + y + z)$. Ekspresi Boolean yang dinyatakan sebagai penjumlahan dari satu atau lebih *minterm* atau perkalian dari satu atau lebih *maxterm* disebut dalam **bentuk kanonik**.

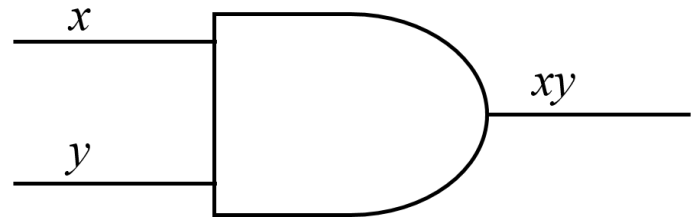
Cara membentuk *minterm* dan *maxterm*:

- Untuk *minterm*, setiap peubah yang bernilai 0 dinyatakan dalam bentuk komplemen, sedangkan peubah yang bernilai 1 dinyatakan tanpa komplemen.
- Untuk *maxterm*, setiap peubah yang bernilai 0 dinyatakan tanpa komplemen, sedangkan peubah yang bernilai 1 dinyatakan dalam bentuk komplemen.

E. Rangkaian Logika

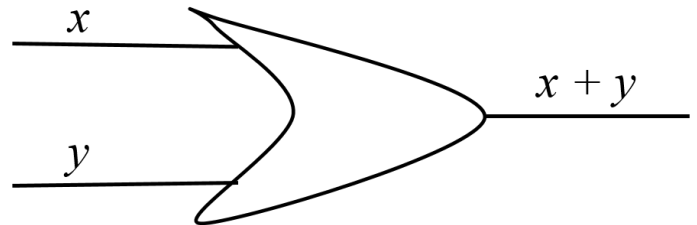
Fungsi Boolean dapat juga direpresentasikan dalam bentuk rangkaian logika. Ada 3 gerbang logika dasar :

- Gerbang AND



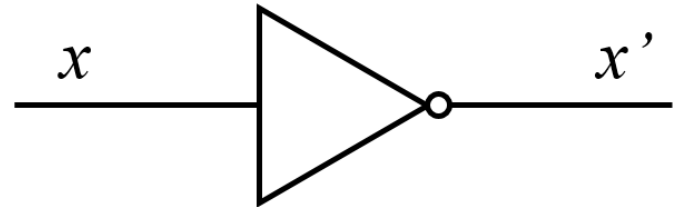
Gambar 5. Gerbang AND dua-masukan

- Gerbang OR



Gambar 6. Gerbang OR dua-masukan

- Gerbang NOT



Gambar 7. Gerbang NOT (inverter)

IV. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini adalah langkah-langkah dari cara kerja menghias permukaan roti dengan pemanggang roti pintar berbasis aljabar Boolean:

1. Asumsikan pixel berukuran 4x5 yang direpresentasikan oleh huruf a sampai t.
2. Menerjemahkan representasi pixel tersebut ke dalam bentuk tabel

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o
p	q	r	s	t

Gambar 8. Tabel representasi pixel awal

- Membuat gambar/tulisan dari tabel representasi pixel tersebut. Pada kesempatan kali ini penulis hanya akan memberikan 3 buah contoh gambar/tulisan :

- Gambar hati

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o
p	q	r	s	t

Gambar 9. Tabel representasi pixel berbentuk gambar hati

- Tulisan "hi"

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o
p	q	r	s	t

Gambar 10. Tabel representasi pixel berbentuk tulisan "hi"

- Gambar Bentuk check

a	b	c	d	e
f	g	h	i	j
k	l	m	n	o
p	q	r	s	t

Gambar 11. Tabel representasi pixel berbentuk gambar check

- Mengubah representasi tabel menjadi fungsi Boolean. Ekspresi Booleannya adalah *minterm*, dimana setiap peubah yang bernilai 0 dinyatakan dalam bentuk komplemen, sedangkan peubah yang bernilai 1 dinyatakan tanpa komplemen. Suatu literal dinyatakan bernilai 1 jika di tabel berwarna hitam dan bernilai 0 jika di tabel berwarna putih.

- Gambar hati

$$f(a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t) = a'bc'de'fghijk'lmno'p'q'rs't'$$

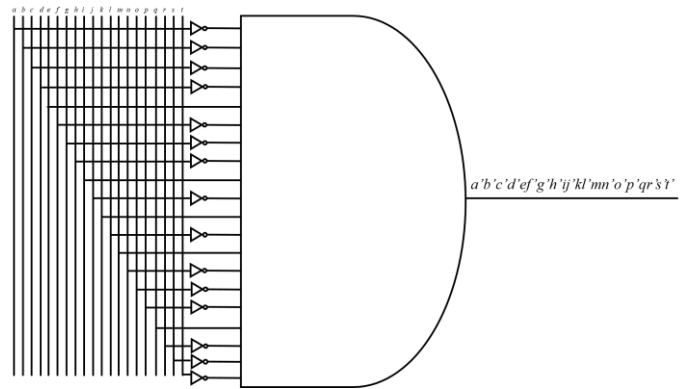
- Tulisan "hi"

$$f(a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t) =$$

$ab'c'd'efg'h'i'j'klmn'opq'rs't$

- Gambar check
 $f(a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t) = a'b'c'd'ef'g'h'ij'kl'mn'o'p'qr's't'$

5. Aplikasi mengirim fungsi tersebut kepada pemanggang roti pintar untuk kemudian diproses lebih lanjut
6. Pemanggang roti pintar tersebut mengubah fungsi Boolean ke dalam bentuk rangkaian logika.



Gambar 14. Rangkaian logika pada representasi gambar check

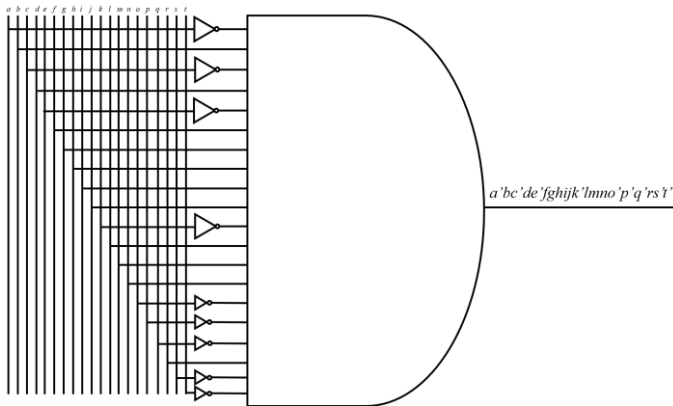
7. Rangkaian logika tersebut membuat setiap *pixel* yang ada dalam *micro-filament heating* bekerja sesuai dengan rangkaian logika.
8. Roti panggang dengan permukaan yang telah kita hias siap disantap.

V. KESIMPULAN

Jadi, proses menghias permukaan roti panggang oleh pemanggang roti pintar bisa dimodelkan dengan Aljabar Boolean.

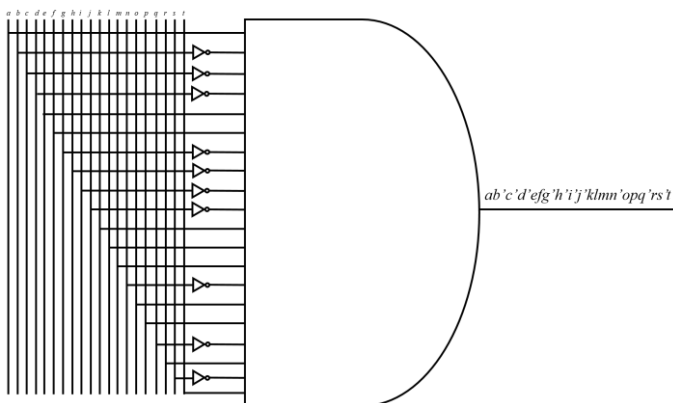
Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan bentuk yang kita inginkan ada di permukaan roti panggang kita dengan cara menggambar di aplikasi pendukung. Lalu aplikasi tersebut akan mengubahnya menjadi fungsi Boolean yang nantinya akan dikirim ke pemanggang roti pintar tersebut via *wifi direct*. Setelah fungsi tersebut tiba di pemanggang roti pintar, maka pemanggang roti pintar tersebut akan mengubah fungsi tersebut menjadi rangkaian logika sesuai dengan fungsi tersebut. Bilamana sudah diubah menjadi rangkaian logika, maka setiap *pixel* yang ada pada *micro-filament heating* akan menghambat atau menyalurkan panas sesuai dengan rangkaian logika tadi. Akhirnya terbentuklah roti panggang dengan hiasan permukaan sesuai keinginan kita.

- Gambar hati



Gambar 12. Rangkaian logika pada representasi gambar hati

- Tulisan "hi"



Gambar 13. Rangkaian logika pada representasi tulisan "hi"

- Gambar check

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://www.dictionary.com/browse/bread?s=t>
- [2] <http://www.bakeinfo.co.nz/Facts/Nutrition-Properties-of-Bread>
- [3] <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Aljabar-Boolean-2016.pdf>
- [4] <https://m.tokopedia.com/p/dapur/food-drink-maker/toaster>
- [5] <https://m.wikihow.com/Use-a-Toaster?amp=1>
- [6] <https://www.kickstarter.com/projects/258723592/toasteroid-first-app-controlled-smart-image-toaste>
- [7] <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Makalah2016/Makalah-Matdis-2016-008.pdf>

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 3 Desember 2017



Yoga Prasetyo 13515148