

# Dekoder Heksadesimal dengan *Output Seven Segment*

M Rahadian Alamsyah P W 13518011  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13518011@std.stei.itb.ac.id

**Abstrak**— Di era yang serba digital seperti saat ini semua data tersimpan dalam bentuk binari karena perangkat elektronik lebih efektif mengolah data dalam bentuk binari. Bilangan dalam digital juga disimpan dalam bentuk binari sehingga sulit dibaca oleh manusia. Oleh karena itu terdapat alat bernama *Seven Segment* yang bisa merepresentasikan data dalam perangkat elektronik kedalam bentuk yang mudah dipahami secara visual oleh mata manusia

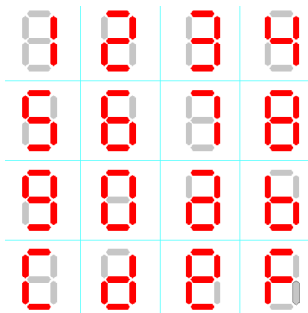
**Keywords**—Aljabar boolean, gerbang logika, peta Karnaugh, *seven segment*.

## I. PENDAHULUAN

Saat ini informasi dapat tersalurkan dengan sangat cepat. Orang yang jauh bisa berkomunikasi seperti saat sedang bertemu. Berita dan juga hiburan dapat dengan mudah diakses melalui gawai yang dapat digenggam. Ini semua bisa terjadi berkat adanya teknologi digital yang berkembang pesat saat ini. Pekerjaan manusia menjadi lebih mudah dan praktis.

Dibalik semua kemudahan dalam penyebaran informasi tersebut terdapat suatu konsep yang tidak mudah yaitu aljabar boolean. Dalam mengolah data yang berbentuk digital konsep ini sangatlah penting. Konsep aljabar boolean membuat data digital yang susah dipahami manusia menjadi berbagai macam bentuk data lain yang bisa dipahami manusia pada umumnya. Pada makalah ini penulis akan mengulas tentang pengolahan data dalam bentuk binary menjadi dalam bentuk heksadesimal menggunakan *Seven Segment*.

*Seven Segment* komponen elektronika yang tiap segmennya terdiri dari *light emitting diode*(led). Led ini merupakan komponen elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi cahaya. Sesuai dengan namanya *Seven Segment* terdiri dari tujuh led yang membentuk mirip angka delapan sehingga dari tiap segmennya bisa dikombinasikan menjadi berbagai angka dan huruf.



Gambar 1. Kombinasi segmen pada *seven segment*.

## II. ALJABAR BOOLEAN

### A. Definisi

Aljabar Boolean ditemukan pada tahun 1854 oleh George Boole. Saat itu ia memerhatikan bahwa himpunan dan logika proposisi memiliki sifat yang mirip sehingga Boole memaparkan aturan-aturan dasar logika dalam buku *The Laws of Thought*. Aturan-aturan tersebut membentuk struktur matematika yang kemudian disebut aljabar Boolean.

Jika B adalah himpunan yang didefinisikan pada dua operator biner, + dan ., dan sebuah operator uner, ‘. Lalu 0 dan 1 adalah dua elemen 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
  - a.  $a + 0 = a$
  - b.  $a \cdot 1 = a$
2. Komutatif
  - a.  $a + b = b + a$
  - b.  $a \cdot b = b \cdot a$
3. Distributif
  - a.  $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
  - b.  $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
4. Komplemen
  - a.  $a + a' = 1$
  - b.  $a \cdot a' = 0$

Aljabar boolean yang paling populer digunakan yaitu aljabar boolean dua nilai. Pada aljabar boolean dua nilai memiliki himpunan  $B = \{0,1\}$ , operator biner + dan ., dan operator uner ‘ dengan kaidah untuk tiap operator sebagai berikut:

a	b	a . b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabel 1. Kaidah operator +

a	b	a + b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabel 2. Kaidah operator .

$a$	$a'$
0	1
1	0

Tabel 3. Kaidah operator '

B. Hukum-hukum

1. Hukum Identitas
  - a.  $a + 0 = a$
  - b.  $a \cdot 1 = a$
2. Hukum Idempoten
  - a.  $a + a = a$
  - b.  $a \cdot a = a$
3. Hukum Komplemen
  - a.  $a + a' = 1$
  - b.  $a \cdot a' = 0$
4. Hukum Dominasi
  - a.  $a + 1 = 1$
  - b.  $a \cdot 0 = 0$
5. Hukum Involusi
  - a.  $(a')' = a$
6. Hukum Penyerapan
  - a.  $a + ab = a$
  - b.  $a(a + b) = a$
7. Hukum Komutatif
  - a.  $a + b = b + a$
  - b.  $ab = ba$
8. Hukum Asosiatif
  - a.  $a + (b + c) = (a + b) + c$
  - b.  $a(bc) = (ab)c$
9. Hukum Distributif
  - a.  $a + (bc) = (a + b)(a + c)$
  - b.  $a(b + c) = ab + ac$
10. Hukum De Morgan
  - a.  $(a + b)' = a'b'$
  - b.  $(ab)' = a' + b'$
11. Hukum 0/1
  - a.  $0' = 1$
  - b.  $1' = 0$

C. Fungsi

Seperti aljabar pada umumnya, aljabar boolean juga memiliki bentuk fungsi dengan variabel. Berikut adalah contoh fungsi pada aljabar boolean.

$$f(x) = x$$

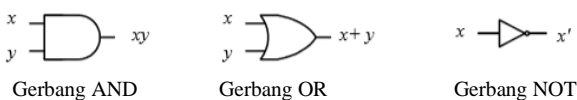
$$f(x, y) = x + y'$$

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

$$f(x, y, z) = (x + (xz)')(x'y)$$

III. RANGKAIAN LOGIKA

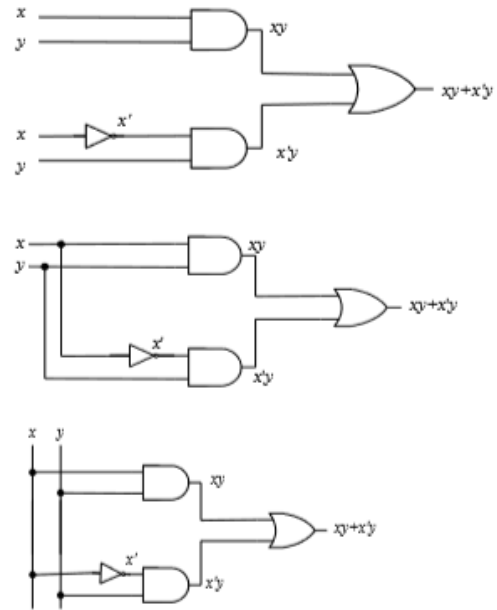
Gerbang logika adalah bentuk lain dari aljabar boolean namun dalam konteks elektronika. Gerbang logika adalah dasar dari teknologi digital yang diimplementasikan dengan rangkaian transistor dan dioda. Terdapat tiga gerbang logika dasar yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. Gerbang logika dasar.

Dari gerbang logika tersebut bisa dirangkai menjadi rangkaian logika. Berikut ini adalah contoh rangkaian logika yang dirangkai berdasarkan dari fungsi aljabar boolean

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

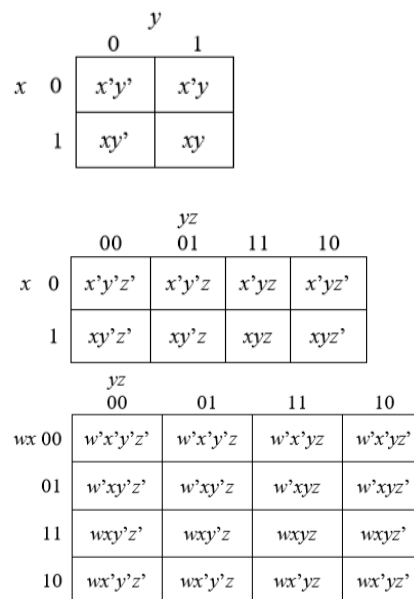


Gambar 3. Rangkaian logika dari suatu fungsi.

IV. PETA KARNAUGH

Peta Karnaugh atau biasa disebut K-map merupakan metode grafis untuk menyederhanakan fungsi boolean. Metode ini ditemukan oleh Maurice Karnaugh pada tahun 1953. Penyederhanaan ini sangat penting karena pada pembuatan rangkaian logika diperlukan fungsi boolean yang sederhana agar dapat menekan jumlah gerbang logika.

Peta Karnaugh adalah diagram berbentuk kotak yang berdampingan dengan setiap kotak merepresentasikan sebuah minterm. Berikut merupakan contoh dari peta Karnaugh:



Gambar 4. Contoh peta Karnaugh dengan 2,3, dan 4 peubah.

Lalu pengisian peta Karnaugh dari tabel kebenaran dengan meninjau hasil fungsi yang memberikan nilai 1.

x	y	z	$f(x, y, z)$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

	yz			
x	00	01	11	10
0	0	1	0	0
1	1	1	1	0

Gambar 5. Tabel kebenaran dan peta Karnaughnya.

Setelah peta Karnaugh terisi maka langkah selanjutnya adalah meminimasi fungsi boolean dengan mencari pasangan, kuad, atau oktet pada kotak-kotak yang terdapat di peta Karnaugh. Pasangan adalah dua buah kotak bernilai satu yang saling berhimpitan. Begitupun dengan kuad yaitu dengan jumlah empat dan oktet dengan jumlah delapan.

Fungsi boolean yang disederhanakan dengan bentuk pasangan pada peta Karnaugh seperti pada fungsi berikut:

$$f(w, x, y, z) = wxyz + wxyz'$$

Lalu terbentuklah peta Karnaugh sebagai berikut:

wx \ yz	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	1
10	0	0	0	0

Gambar 6. Pasangan pada peta Karnaugh.

Lalu peubah yang berkomplemen diiadakan sehingga fungsi booleannya menjadi  $f(w, x, y, z) = wxy$ . Hal ini juga dapat dibuktikan secara aljabar.

$$\begin{aligned} f(w, x, y, z) &= wxyz + wxyz' \\ &= wxy(z + z') \\ &= wxy(1) \\ &= wxy \end{aligned}$$

Lalu pada bentuk kuad contohnya seperti pada fungsi  $f(w, x, y, z) = wxy'z' + wxy'z + wx'y'z' + wx'y'z$  jika digambarkan peta Karnaughnya akan berbentuk seperti berikut:

wx \ yz	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	0	0
10	1	1	0	0

Gambar 7. Kuad(1) pada peta Karnaugh.

lalu peubah yang berkomplemen dieliminasi sehingga fungsi sesudah disederhanakan menjadi  $f(w, x, y, z) = wy'$ . Selain itu bentuk kuad juga bisa berbentuk garis lurus seperti fungsi boolean  $f(w, x, y, z) = wxy'z' + wxy'z + wxyz + wxyz'$  jika digambarkan peta Karnaughnya akan menjadi seperti berikut.:

wx \ yz	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	0	0	0	0

Gambar 8. Kuad(2) pada peta Karnaugh.

Lalu dilakukan cara yang sama hingga menghasilkan fungsi  $f(w, x, y, z) = wx$ .

Untuk peta Karnaugh dalam bentuk oktet dapat dicontohkan dengan fungsi  $f(w, x, y, z) = wxy'z' + wxy'z + wxyz' + wxyz + wx'y'z' + wx'y'z + wx'y'z + wx'y'z'$  jika digambarkan peta Karnaughnya akan menjadi seperti berikut:

wx \ yz	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

Gambar 9. Oktet pada peta Karnaugh.

sehingga setelah dilakukan penyederhanaan persamaannya akan menjadi  $f(w, x, y, z) = w$ .

## V. DEKODER HEKSADDESIMAL

Dekoder heksadesimal adalah desain alat untuk mengolah data biner empat digit menjadi heksadesimal yang bisa dimengerti langsung oleh mata. Perhatikan *seven segment* berikut!



**Gambar 10.** *Seven segment* dengan label.

Lalu jika kita memerhatikan *seven segment* pada gambar 1 maka jika kita membuat tabel kebenaran akan menjadi seperti berikut.

Heksadesimal	wxyz	a	b	c	d	e	f	G
0	0000	1	1	1	1	1	1	0
1	0001	0	1	1	0	0	0	0
2	0010	1	1	0	1	1	0	1
3	0011	1	1	1	1	0	0	1
4	0100	0	1	1	0	0	1	1
5	0101	1	0	1	1	0	1	1
6	0110	1	0	1	1	1	1	1
7	0111	1	1	1	0	0	0	0
8	1000	1	1	1	1	1	1	1
9	1001	1	1	1	1	0	1	1
a	1010	1	1	1	1	1	0	1
b	1011	0	0	1	1	1	1	1
c	1100	1	0	0	1	1	1	0
d	1101	0	1	1	1	1	0	1
e	1110	1	0	0	1	1	1	1
f	1111	1	0	0	0	1	1	1

**Tabel 4.** Tabel kebenaran untuk dekoder heksadesimal.

Setelah dibuat tabel kebenaran selanjutnya haruslah dibuat peta Karnough untuk masing-masing segmen sehingga didapatkan fungsi boolean yang nantinya dapat dibuat rangkaian logika.

wx\yz	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	0	1	1	1
11	1	0	1	1
10	1	1	0	1

**Tabel 5.** Peta Karnough untuk segmen a.

wx\yz	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	0	1	0
11	0	1	0	0
10	1	1	0	1

**Tabel 6.** Peta Karnough untuk segmen b.

wx\yz	00	01	11	10
00	1	1	1	0
01	1	1	1	1
11	0	1	0	0
10	1	1	1	1

**Tabel 7.** Peta Karnough untuk segmen c.

wx\yz	00	01	11	10
00	1	0	1	1
01	0	1	0	1
11	1	1	0	1
10	1	1	1	1

**Tabel 8.** Peta Karnough untuk segmen d.

wx\yz	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	0	0	1
11	1	1	1	1
10	1	0	1	1

**Tabel 9.** Peta Karnough untuk segmen e.

wx\yz	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	1	0	1
11	1	0	1	1
10	1	1	1	0

**Tabel 10.** Peta Karnough untuk segmen f.

wx\yz	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	0	1
11	0	1	1	1
10	1	1	1	1

**Tabel 11.** Peta Karnough untuk segmen g.

Setelah semua peta Karnough selesai selanjutnya adalah melakukan pembuatan untuk fungsi boolean pada masing-masing segmen.

$$a(w, z, y, z) = w'xz + wx'y' + x'z' + w'y + xy + wz'$$

$$b(w, x, y, z) = w'y'z' + w'yz + wy'z + x'y' + x'z'$$

$$c(w, z, y, z) = x'y' + x'z + y'z + w'x + wy'$$

$$d(w, x, y, z) = xy'z + x'z' + x'y + yz' + wz' + wx'$$

$$e(w, z, y, z) = x'z' + yz' + wx + wy$$

$$f(w, x, y, z) = w'xy' + wyz + wx'z + y'z' + xz'$$

$$g(w, z, y, z) = w'xz' + xy'z + x'y + wy + wx'$$

Jadi persamaan logika untuk membuat decoder heksadesimal ini telah selesai. Setelah itu selanjutnya membuat rangkaian logika sehingga fungsi boolean tiap segmen bisa diimplementasikan.

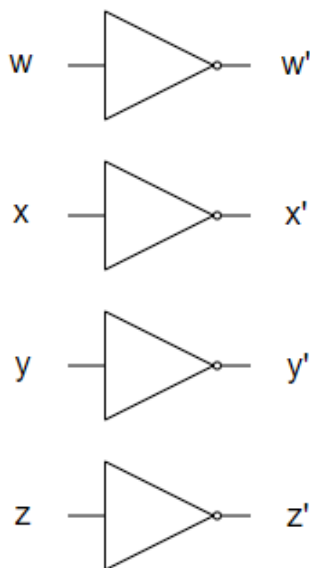
Selanjutnya menghitung jumlah gerbang logika yang dibutuhkan. Awalnya menghitung jumlah gerbang logika NOT yang dibutuhkan.

peubah	peubah'
w	butuh
x	Butuh
y	butuh
z	Butuh

**Tabel 12.** Tabel gerbang logika NOT.

Berdasarkan tabel diatas dibutuhkan gerbang logika NOT berjumlah empat sehingga rangkaian yang dihasilkan untuk

memenuhi kebutuhan tersebut sebagai berikut:



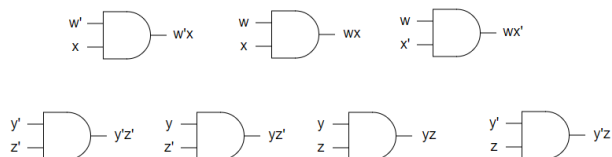
Gambar 11. Rangkaian logika NOT.

Kemudia menghitung kebutuhan gerbang logika untuk simpul  $w'x'$ ,  $w'x$ ,  $wx$ ,  $wx'$ ,  $y'z'$ ,  $yz'$ ,  $yz$ , dan  $y'z$ .

simpul	Jumlah
$w'x'$	0
$w'x$	4
$wx$	1
$wx'$	4
$y'z'$	2
$yz'$	2
$yz$	2
$y'z$	4

Tabel 13. Kebutuhan gerbang logika AND(1).

Terlihat dari tabel diatas bahwa untuk memenuhi kebutuhan simpul tersebut diperlukan tujuh gerbang logika AND sehingga rangkaian logika yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan diatas sebagai berikut:



Gambar 12. Rangkaian logika AND(1).

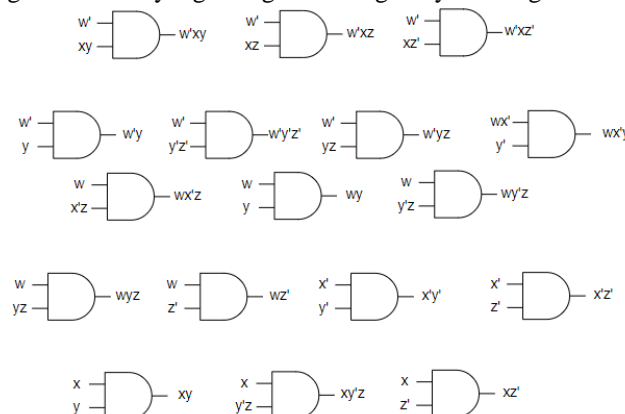
Kemudian mencari kesamaan masing-masing minterm yang dihasilkan peta Karnough untuk meminimalisir penggunaan gerbang logika

Minterm	Jumlah
$w'xy$	1
$w'xz$	2
$w'xz'$	1
$w'y$	1
$w'y'z'$	1
$w'yz$	1

$wx'y'$	1
$wx'z$	1
$wy$	1
$wy'z$	3
$wyz$	1
$wz'$	1
$x'y'$	4
$x'z'$	3
$xy$	1
$xy'z$	2
$xz'$	1

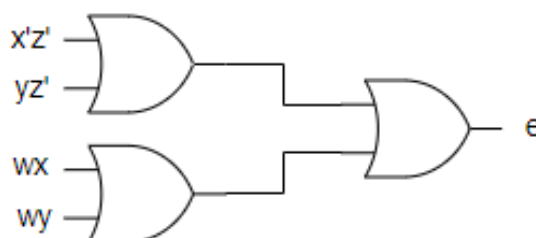
Tabel 14. Kebutuhan gerbang logika AND(2).

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dibutuhkan 17 gerbang logika AND yang rangkaian logikanya sebagai berikut:



Gambar 13. Rangkaian logika AND(2).

Selanjutnya rangkaian logika dari minterm-minterm yang dibutuhkan dirangkai dengan menggunakan gerbang logika OR sesuai dengan fungsi boolean yang telah ditentukan. Gerbang logika OR yang dibutuhkan berjumlah 21 buah. Misalkan pada segmen e dengan fungsi  $e(w,x,y,z)$  maka pemasangan rangkaian logika akan seperti berikut:



Gambar 14. Rangkaian logika OR.

cara pemasangan yang sama erlaku juga untuk segmen-segmen lainnya.

## VI. KESIMPULAN

Konsep aljabar boolean pada matematika diskrit sangatlah penting melihat kebutuhan teknologi digital saat ini yang sangat banyak sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut mahasiswa Teknik Informatika perlu untuk menguasai konsep ini. Untuk membuat bentuk visual dari heksadesimal konsep ini sangat berguna untuk mengerjakannya. Konsep ini adalah dasar dari teknologi digital saat ini. Lalu decoder heksadesimal yang ingin dirancang dengan konsep tersebut membutuhkan empat gerbang logika NOT, 24 gerbang logika AND, dan 21 gerbang logika OR.

## VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Tuhan YME karena atas karunianya penulis bisa menulis makalah ini. Tidak lupa juga kepada Ibu Dra. Harlili S., M.Sc. selaku dosen pengajar mata kuliah Matematika Diskrit kelas 2 yang telah memberikan ilmu yang digunakan dalam penulisan makalah ini. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir yang telah membuat bahan bacaan berupa *slide* kuliah yang saya gunakan sebagai acuan dalam penulisan makalah ini dan juga laman jejaring visual-paradigm.com atas peralatannya yang telah membantu penulis dalam menggambar gerbang logika.

## REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. (2016). Aljabar Boolean. <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2016-2017/Aljabar-Boolean-2016.pdf>.
- [2] Fahim. (2008). Merancang Seven Segment Display Decoder. <https://fahim007.wordpress.com/2008/10/20/merancang-seven-segment-display-decoder/>. Diakses pada Kamis, 5 Desember 2019, pukul 19.23

## 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, 6 Desember 2019



Muhammad Rahadian Alamsyah Putra Winarno  
13518011