

# Penerapan aljabar Boolean pada sistem warning alarm sabuk pengaman

Raditya Naufal Abiyu - 13521022  
Program Studi Teknik Informatika  
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika  
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia  
13521022@mahasiswa.itb.ac.id

**Abstract**— Aljabar Boolean adalah sebuah cabang matematika yang berfokus pada operasi logika dan pembuatan kaidah-kaidah untuk mengkombinasikan dan mengolah informasi yang bersifat benar atau salah. Seatbelt warning system adalah sebuah sistem yang terdapat pada mobil atau pesawat terbang yang berfungsi untuk memberikan peringatan kepada pengguna agar menggunakan sabuk pengaman. Kombinasi kedua hal tersebut dapat digunakan untuk membuat sebuah sistem yang dapat memproses informasi tentang penggunaan sabuk pengaman dan memberikan peringatan yang sesuai dengan logika yang telah ditetapkan. Dengan menggunakan aljabar Boolean, sistem ini dapat secara efektif mengolah informasi yang tersedia dan memberikan peringatan yang tepat untuk meningkatkan keselamatan pengguna kendaraan.

**Keywords**—Aljabar boolean, Seatbelt Warning System, operasi logika, sabuk pengaman, *alarm warning system*.

## I. PENDAHULUAN

Sabuk pengaman atau *safety belt* merupakan salah satu fitur keselamatan yang harus dimiliki oleh kendaraan. *Safety belt* sendiri dikembangkan pertama kali oleh insinyur inggris bernama George Cayley pada tahun 1800-an untuk membantu pilot pesawat glider agar tidak terlempar saat pesawat berhenti secara mendadak. Pada awalnya sabuk pengaman diciptakan untuk mengikat barang-barang, namun seiring berkembangnya zaman sabuk pengaman tidak hanya digunakan pada fitur keamanan saja, melainkan juga sudah dijadikan kewajiban yang diatur dalam undang-undang. Selain itu sabuk pengaman juga telah mengalami berbagai modifikasi mengikuti perkembangan zaman, yaitu sabuk pengaman tiga titik yang bisa kita jumpai pada kendaraan sekarang.

Di Indonesia sendiri para pengendara masih banyak yang mengacuhkan pemakaian sabuk pengaman karena dianggap mengganggu kenyamanan pengendara. Padahal sabuk pengaman memiliki peran yang sangat penting bagi keamanan saat mengemudi. Berdasarkan masalah di atas, maka diperlukan suatu perubahan dalam pemakaian sabuk pengaman. Penerapan sabuk pengaman untuk mobil pertama kali di patenkan oleh Edward J. Clanghorn. Ide ini muncul karena timbulnya rasa khawatir terhadap kecelakaan yang banyak terjadi dan berujung pada kematian karena terlempar dari kendaraan atau tumbukan saat kecelakaan. Sabuk pengaman untuk roda empat ini pertama kali di coba pada mobil taksi di New York tahun 1885.

Penggunaan sabuk pengaman dapat ditingkatkan efektifitasnya dengan adanya airbag yang umumnya terpasang di depan tempat duduk, khususnya pengemudi.

Di era teknologi saat ini, sabuk pengaman juga mengalami banyak perubahan. Salah satunya yaitu adanya fitur peringatan atau *alarm warning*. Fitur ini berfungsi untuk mengingatkan penumpang apabila sabuk pengaman belum terpasang atau tidak terpasang dengan baik. Cara kerjanya sabuk pengaman yang belum terpasang dengan baik akan memberikan getaran atau lampu sebagai penanda. Prinsip kerja dari sabuk pengaman ini menggunakan sebuah rangkaian logika sederhana yaitu penerapan dari aljabar boolean sederhana.

## II. ALJABAR BOOLEAN

### A. Definisi

Aljabar Boolean dikemukakan oleh matematikawan inggris bernama Gorge Boole, dia memperkenalkan sistem aljabar pada sebuah pamflet berjudul “The Mathematical Analysis of Logic” pada tahun 1847 dan terkenal dengan bukunya “The Laws of Thought” yang di publikasikan pada tahun 1854. Walaupun zaman semakin berkembang, Aljabar Boolean tidak terlepas dari gerbang logika dan rangkaian digitalnya. Rangkaian digital yang memakai gerbang logika memiliki beberapa fungsi untuk beroperasi, diantaranya yaitu AND, OR, NOT dan XOR.

Aljabar Boolean memiliki struktur aljabar biner yaitu 0 dan 1. 0 melambangkan *false* dan 1 melambangkan *true*, sesuai dengan tipe data Boolean. Misalkan B merupakan himpunan yang didefinisikan pada dua operator biner + dan  $\cdot$ , dan sebuah operator uner  $'$ . Jika 0 dan 1 merupakan 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:

- Identitas
  - a.  $a + 0 = a$
  - b.  $a \cdot 1 = a$
- Komutatif
  - a.  $a + b = b + a$
  - b.  $a \cdot b = b \cdot a$
- Distributif
  - a.  $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
  - b.  $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
- Komplemen
  - a.  $a + a' = 1$
  - b.  $a \cdot a' = 0$

## B. Hukum-hukum aljabar Boolean

- Identitas
  - a.  $a + 0 = a$
  - b.  $a \cdot 1 = a$
- Komplemen
  - a.  $a + a' = 1$
  - b.  $a \cdot a' = 0$
- Idempoten
  - a.  $a + a = a$
  - b.  $a \cdot a = a$
- Dominasi
  - a.  $a + 1 = 1$
  - b.  $a \cdot 0 = 0$
- Involusi
  - a.  $(a')' = a$
- Penyerapan
  - a.  $a + ab = a$
  - b.  $a(a + b) = a$
- Asosiatif
  - a.  $a + (b + c) = (a + b) + c$
  - b.  $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$
- Komulatif
  - a.  $a + b = b + a$
  - b.  $a \cdot b = b \cdot a$
- Distributif
  - a.  $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
  - b.  $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
- De Morgan
  - a.  $(a + b)' = a' \cdot b'$
  - b.  $(a \cdot b)' = a' + b'$
- Hukum 0 atau 1
  - a.  $0' = 1$
  - b.  $1' = 0$

## C. Aljabar Boolean dua nilai

Aljabar Boolean dua nilai adalah himpunan  $B$  yang memenuhi syarat aksioma, aljabar ini memiliki dua elemen yaitu 0 dan 1 ( $B = \{0,1\}$ ), selain itu juga memiliki operator biner  $+$  dan  $\cdot$ , serta operator uner  $'$ . Kaidah untuk operator biner dan operator uner adalah sebagai berikut:

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

Tabel 2.1 Operasi Penjumlahan (Munir, 2020)

$a$	$b$	$a \cdot b$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabel 2.2 Operasi Perkalian (Munir, 2020)

$a$	$a'$
0	1
1	0

Tabel 2.3 Operasi Komplemen (Munir, 2020)

## D. Bentuk Standar Fungsi Boolean

Fungsi Boolean merupakan fungsi yang dibentuk dari sekumpulan variable boolean, misalnya fungsi dengan variable  $n$  dapat dinyatakan dalam  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Contoh fungsi dengan empat variabel  $w, x, y,$  dan  $z$  yang masing-masing variable bernilai 1 atau 0:

$$f(w, x, y, z) = wx + yz$$

Fungsi Boolean memiliki tiga operasi yaitu:

- Penjumlahan
 
$$(f + g)(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + g(x_1, x_2, \dots, x_n)$$
- Perkalian
 
$$(fg)(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)g(x_1, x_2, \dots, x_n)$$
- Komplemen
 
$$g(x, y, z) = (x + y)' + xyz'$$

Ada dua bentuk standar fungsi Boolean yaitu Sum of Product (SOP) atau minterm dan Product of Sum atau maxterm. Cara membentuk maxterm dan minterm sebagai berikut:

### 1. Sum of Product atau Minterm

Cara membacanya yaitu setiap peubah yang mempunyai nilai 0 bisa dinyatakan dalam bentuk komplemen, sedangkan jika bernilai 1 bisa kita nyatakan tanpa komplemen. Dalam setiap suku operasi variabelnya adalah perkalian, setiap suku (term) dijumlahkan dan setiap suku mengandung semua variable. Contoh:

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

### 2. Product of Sum atau Minterm

Cara membacanya yaitu setiap peubah yang memiliki nilai 0 bisa dinyatakan tanpa komplemen, sedangkan

peubah yang memiliki nilai 1 bisa dinyatakan dalam bentuk komplemen. Dalam setiap suku operasi variabelnya adalah penjumlahan, setiap suku (term) dikalikan dan setiap suku mengandung semua variable. Contoh:

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

Minterm dan maxterm dengan dua peubah bisa dinyatakan dalam tabel berikut:

x	y	Minterm		Maxterm	
		suku	simbol	suku	simbol
0	0	$x'y'$	m0	$x + y$	M0
0	1	$x'y$	m1	$x + y'$	M1
1	0	$xy'$	m2	$x' + y$	M2
1	1	$xy$	m3	$x' + y'$	M3

Tabel 2.4 Kebenaran operasi minterm dan maxterm untuk dua peubah (Munir, 2020)

Minterm dan maxterm dengan dua peubah bisa dinyatakan dalam tabel berikut:

x	y	z	Minterm		Maxterm	
			suku	simbol	suku	simbol
0	0	0	$x'y'z'$	m0	$x + y + z$	M0
0	0	1	$x'y'z$	m1	$x + y + z'$	M1
0	1	0	$x'yz'$	m2	$x + y' + z$	M2
0	1	1	$x'yz$	m3	$x + y' + z'$	M3
1	0	0	$xy'z'$	m4	$x' + y + z$	M4
1	0	1	$xy'z$	m5	$x' + y + z'$	M5
1	1	0	$xyz'$	m6	$x' + y' + z$	M6
1	1	1	$xyz$	m7	$x' + y' + z'$	M7

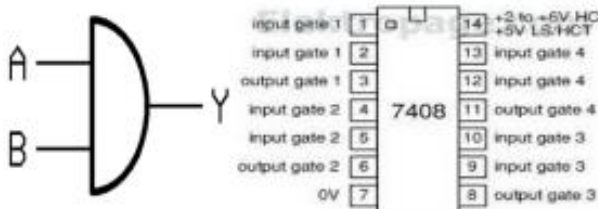
Tabel 2.5 Kebenaran operasi minterm dan maxterm untuk tiga peubah (Munir, 2020)

E. Rangkaian logika

Fungsi boolean dapat juga diimplementasikan dalam bentuk rangkaian logika, dalam sebuah rangkaian elektronik bisa digambarkan dalam suatu elemen yang bias disebut gerbang logika, gerbang ini mempunyai beberapa masukan dan satu keluaran. Ada 3 gerbang logika dasar yaitu AND, OR, dan NOT.

- Gerbang AND

Gerbang AND digunakan untuk menghasilkan logika 1 jika semua masukan berlogika 1, jika tidak maka output yang dihasilkan akan berlogika 0. Berikut symbol untuk gerbang logika AND:



Gambar 2.1 Gerbang dan symbol gerbang AND

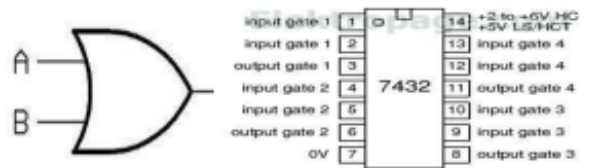
Berikut tabel kebenaran untuk mengetahui jika gerbang AND akan menghasilkan logika 1 jika semua masukan berlogika 1:

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabel 2.6 Kebenaran gerbang AND

- Gerbang OR

Gerbang OR memiliki dua input atau lebih dan menghasilkan satu pengeluaran. Untuk mendapatkan output yang bernilai 1 atau true, maka salah satu inputnya harus bernilai 1 atau true juga, dan sebaliknya jika semua inputnya yang bernilai 0 atau false, maka outputnya akan bernilai 0 atau false. Berikut symbol untuk gerbang logika OR:



Gambar 2.2 Gerbang dan symbol gerbang OR

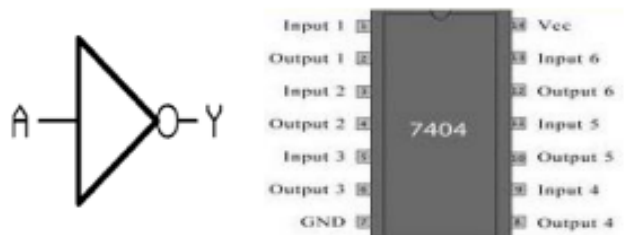
Berikut tabel kebenaran untuk mengetahui jika output pada gerbang OR hanya akan berlogika 0 jika kedua inputnya berlogika 0 dan jika tidak akan berlogika 1:

INPUT		OUTPUT
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabel 2.7 Kebenaran gerbang OR

- Gerbang NOT

Gerbang NOT berfungsi untuk menghasilkan kebalikan dari inputnya. Berikut simbol untuk gerbang logika NOT:

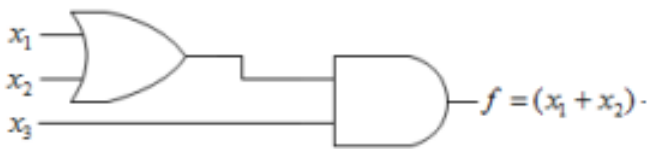


Gambar 2.3 Gerbang dan symbol gerbang NOT

Berikut tabel kebenaran untuk mengetahui bahwa input pada gerbang NOT menghasilkan output yang berbanding terbalik dengan logika inputnya:

INPUT		OUTPUT
A		Y
0		1
1		0

Tabel 2.8 Kebenaran gerbang NOT



Gambar 2.4 Gerbang logika symbol switch

### III. SEAT BELT WARNING SYSTEM

Seatbelt warning system adalah sebuah sistem yang terdapat pada mobil atau pesawat terbang yang berfungsi untuk memberikan peringatan kepada pengguna kendaraan agar menggunakan sabuk pengaman. Tujuan utama dari seatbelt adalah untuk mengurangi risiko cedera akibat kecelakaan.

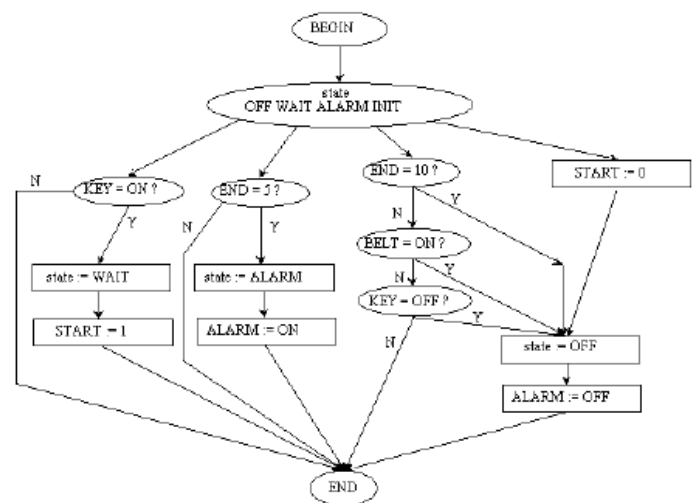
Berkembangnya era globalisasi saat ini menimbulkan banyak perubahan, terutama pada teknologi. Banyak barang-barang yang dimodifikasi mengikuti perkembangan zaman dan kebutuhan konsumen. Demikian juga halnya dengan penggunaan sabuk pengaman, salah satu bentuk improvisasi pada sabuk pengaman yaitu dengan adanya Seat Belt warning system.

Seatbelt warning system adalah sebuah sistem yang terdapat pada mobil atau pesawat terbang yang berfungsi untuk memberikan peringatan kepada pengguna kendaraan agar menggunakan sabuk pengaman. Tujuan utama dari seatbelt warning system adalah untuk meningkatkan kesadaran pengguna kendaraan tentang pentingnya menggunakan sabuk pengaman untuk mengurangi risiko cedera akibat kecelakaan.

Seatbelt warning system bekerja dengan cara menggunakan sebuah sensor untuk mendeteksi apakah sabuk pengaman telah dikenakan oleh pengguna kendaraan atau belum. Sensor ini biasanya dipasang pada bagian sabuk pengaman atau tempat duduk, dan akan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol jika terdeteksi bahwa sabuk pengaman belum dikenakan. Sistem kontrol akan mengolah informasi dari sensor dan mengeluarkan peringatan berupa suara atau lampu jika sabuk pengaman belum dikenakan. Dengan demikian, seatbelt warning system dapat membantu meningkatkan kesadaran pengguna kendaraan tentang pentingnya menggunakan sabuk pengaman untuk mengurangi risiko cedera akibat kecelakaan.

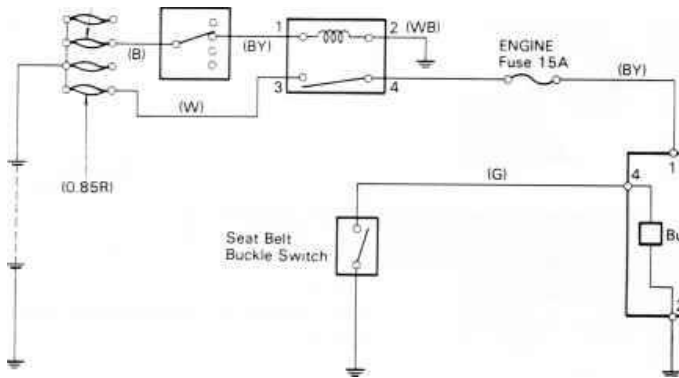
Secara umum, seatbelt warning system terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. Sensor: merupakan komponen yang bertugas untuk mendeteksi apakah sabuk pengaman telah dikenakan atau belum. Sensor ini biasanya terdiri dari sebuah switch atau saklar yang dipasang pada sabuk pengaman atau tempat duduk, dan akan mengirimkan sinyal ke sistem kontrol jika terdeteksi bahwa sabuk pengaman belum dikenakan.
2. Sistem kontrol: merupakan komponen yang bertugas untuk mengolah informasi dari sensor dan mengeluarkan peringatan sesuai dengan logika yang telah ditetapkan. Sistem kontrol ini biasanya terdiri dari sebuah komputer kecil yang terhubung ke sensor dan perangkat peringatan, dan akan mengolah informasi dari sensor untuk menentukan apakah peringatan harus dikeluarkan atau tidak.
3. Perangkat peringatan: merupakan komponen yang bertugas untuk mengeluarkan peringatan kepada pengguna kendaraan. Perangkat peringatan ini biasanya terdiri dari sebuah speaker atau lampu yang akan mengeluarkan suara atau menyalakan lampu saat peringatan dikeluarkan oleh sistem kontrol.



Gambar 3.1 graf seat belt warning system

Untuk implementasi dalam mobil, kita biasanya dapat melihat seatbelt warning system ini pada instrument cluster yang menunjukkan symbol orang menggunakan seatbelt. Untuk implementasinya, terdapat sedikit perbedaan pada sisi pengemudi dengan sisi penumpang. Untuk sisi pengemudi, hanya 2 komponen yang diperhatikan yaitu ignition dan seat belt buckle. Untuk rangkaiannya dapat dilihat di gambar dibawah ini.



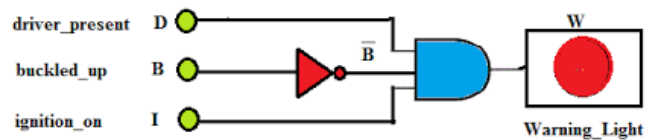
Gambar 3.2 Diagram dalam Mobil Landcruiser

Untuk sistem pada posisi penumpang, prinsip kerjanya adalah ketika penumpang duduk pada kursi, detektor penumpang akan aktif dan mengenali bahwa ada penumpang yang sedang duduk. Ketika saklar mesin berada pada posisi ON, lampu pengaman akan menyala hingga penumpang memasang sabuk pengaman.

Prinsip kerja dari sistem peringatan sabuk oengaman tersebut, dapat dijelaskan secara sederhana dengan menggunakan prinsip gerbang logika. Fungsi logika yang digunakan terdiri atas tiga variabel yaitu B, D, dan I. Variabel B menyatakan sabuk pengaman sudah dipasang, I menyatakan kunci telah dimasukkan atau saklar mesin dalam posisi ON, sedangkan D menyatakan ada atau tidaknya penumpang di tempat duduk. Lampu akan menyala jika terdapat penumpang dan kunci dimasukkan tetapi sabuk pengaman tidak terpasang. Fungsi logika yang menggambarkan kondisi tersebut adalah sebagai berikut:

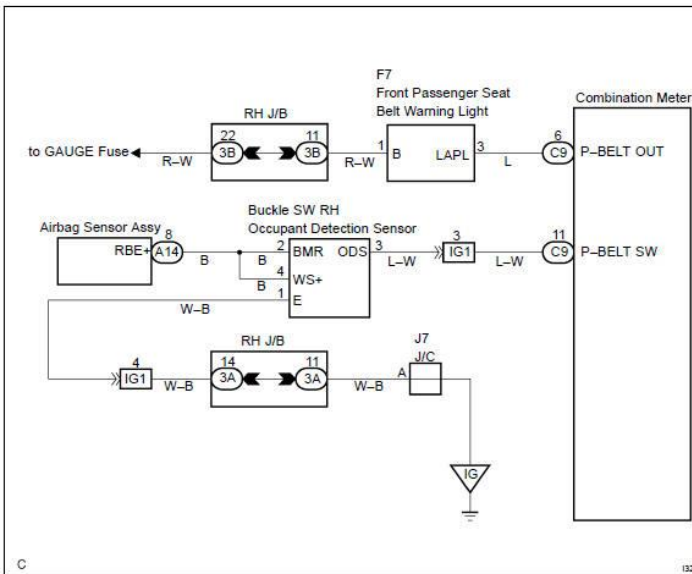
$$w(D, B, I) = D \cdot B \cdot I$$

Dimana w fungsinya untuk menyatakan sistem akan menyala atau tidak. Rangkaian logika fungsi w dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.3 Rangkaian seat belt warning

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, dapat dilihat pada gambar 3.3 bahwa peringatan akan menyala hanya jika k=1, p=1 dan s=0. Artinya sistem tidak akan menyala jika salah satu dari variabel k atau p bernilai 0, misalnya jika tidak ada penumpang atau ketika kunci belum di masukkan. Kondisi yang lebih rinci dapat dilihat pada tabel berikut



Gambar 3.2 Diagram untuk posisi penumpang pada Corolla

Perbedaan utama antara seatbelt warning system untuk pengemudi dan penumpang depan adalah terletak pada saat sistem ini akan memberikan peringatan. Pada umumnya, seatbelt warning system untuk pengemudi akan memberikan peringatan segera setelah kendaraan berjalan, sementara seatbelt warning system untuk penumpang depan hanya akan memberikan peringatan jika kendaraan sudah berjalan cukup lama atau mencapai kecepatan tertentu. Hal ini dilakukan untuk menghindari mengganggu pengemudi saat sedang mengemudikan kendaraan, sementara tetap memastikan bahwa penumpang depan juga menggunakan sabuk pengaman. Selain itu, peringatan yang dikeluarkan oleh seatbelt warning system untuk pengemudi biasanya lebih intens dibandingkan peringatan untuk penumpang depan, untuk meningkatkan efektivitasnya.

D	B	I	D.B.I
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Tabel 3.1 Kebenaran fungsi w

#### IV. KESIMPULAN

Sistem warning alarm sabuk pengaman adalah sebuah teknologi yang diterapkan pada mobil atau pesawat terbang untuk membantu meningkatkan kesadaran pengguna kendaraan tentang pentingnya menggunakan sabuk pengaman. Sistem ini terdiri dari sensor yang mendeteksi penggunaan sabuk pengaman, sistem kontrol yang mengolah informasi dari sensor, dan perangkat peringatan yang mengeluarkan suara atau lampu peringatan. Penerapan aljabar Boolean pada sistem ini membantu membuat aturan-aturan yang digunakan oleh sistem, sehingga dapat memproses informasi dengan lebih baik dan memberikan peringatan yang lebih tepat waktu. Dengan demikian, penerapan aljabar Boolean pada sistem warning alarm sabuk pengaman dapat membantu mengurangi risiko cedera akibat kecelakaan dan meningkatkan keselamatan pengguna kendaraan.

#### REFERENCES

- [1] D. Suhaedi, "Penggunaan Operasi Aljabar Boolean Dalam Desain Kontrol Gerbang", Bandung: Program Studi Matematika FMIPA Universitas Islam Bandung, 2007.
- [2] Munir. R, "Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit", Bandung: Program Studi Teknik Informatika STEI ITB. 2006.
- [3] B. D. Foulois and C. V. Glines, From the Wright Brothers to the Astronauts, "The Memoirs of Benjamin D. Foulois", New York: McGraw-Hill, 1968.
- [4] R. Andréasson, "The Seat Belt : Swedish Research and Development for Global Automotive Safety", Stockholm: Kulturvårdskommittén Vattenfall AB, 2000.
- [5] R. Garnier and Taylor, "Discrete Mathematics for New Technology, New York: Adam Hilger. 1992.
- [6] B. Ismail, "Dasar-Dasar Rangkaian Logika", ITB: Bandung. 1997.

#### 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, 11 Desember 2020



Raditya Naufal Abiyu