

Prinsip Aljabar Boolean Sederhana pada *Seat Belt Warning System*

Rama Febriyan 13511067
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13511067@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Aljabar boolean merupakan salah satu jenis aljabar yang menggunakan sifat dari operasi logika. Meskipun aljabar boolean merupakan salah satu dari bahasan dunia matematika, namun kenyataannya kehidupan tidak lepas dari aljabar boolean. Contoh sederhana dari penggunaan aljabar boolean pada sistem peringatan sabuk pengamab kendaraan. Pada makalah ini akan dibahas mengenai prinsip sederhana dari aljabar boolean yang digunakan pada *seat belt warning system*.

Keywords—Aljabar boolean, gerbang logika, rangkaian digital, *seat belt warning system*.

I. PENDAHULUAN

Seat belt atau sabuk pengaman mungkin bukan istilah yang baru lagi di abad ke-21. Sabuk pengaman menjaga pengemudi serta penumpang dari tumbukan yang mungkin terjadi karena kendaraan berhenti secara mendadak. Penggunaan sabuk pengaman dapat ditingkatkan efektifitasnya dengan adanya *airbag* yang umumnya terpasang di depan tempat duduk, khususnya pengemudi.

Beberapa sumber menyatakan bahwa sabuk pengaman diciptakan oleh George Cayley pada pertengahan abad ke-19 [1]. Pada tahun 1911, Benjamin Foulois menggunakan sabuk pengaman pertama kali pada Wright Flyer Signal Corps 1 [2]. Foulois menggunakan sabuk pengaman untuk menjaganya di pesawat ketika ia melakukan pemetaan.

Three piont seat belt yang saat ini umum digunakan dipatenkan oleh Roger W. Griswold dan Hugh DeHaven pada tahun 1955 [3] dan kemudian di kembangkan oleh Nils Bohlin untuk manufaktur kendaraan Volvo sebagai perangkat standar [4]. Sabuk pengaman yang sekarang ini beredar sudah mengalami banyak perubahan. Salah satunya adalah adanya fungsi peringatan. Fungsi ini akan memperingatkan penumpang apabila sabuk pengaman belum terpasang atau tidak terpasang dengan baik. Sabuk pengaman ini akan memberikan peringatan berupa getaran atau lampu.

Prinsip kerja sabuk pengaman ini menggunakan sebuah rangkaian logika sederhana. Rangkain logika ini ridak lepas dari salah satu penerapan dari aljabar boolean sederhana.



Gambar 1 Three point seat belt

II. LOGIKA ALJABAR BOOLEAN

Aljabar boolean ditemukan oleh George Boole. Boole merupakan seorang matematikawan Inggris yang memperkenalkan sistem aljabar pada sebuah pamflet berjudul *The Mathematical Analysis of Logic* yang di terbitkan pada 1847 dan terkenal dengan bukunya *The Laws of Thought* yang di publikasikan pada tahun 1854.

Aljabar boolean pada zaman sekarang ini tidak lepas dari hubungannya dengan gerbang logika pada rangkaian digital. Rangkaian digital yang menggunakan gerbang logika hanya terdiri dari fungsi AND, OR, NOT dan XOR untuk beroperasi.

A. Definisi

Misalkan B adalah himpunan yang didefinisikan pada du aoperator biner (+) dan (-) dan sebuah operator uner ($'$). Misalkan 0 dan 1 adalah dua elemen yang berbeda dari B . Maka, tupel

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

disebut aljabar boolean jika untuk setiap a, b, c elemen dari B berlaku aksioma berikut [5]:

1. Identitas

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

2. Komutatif

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

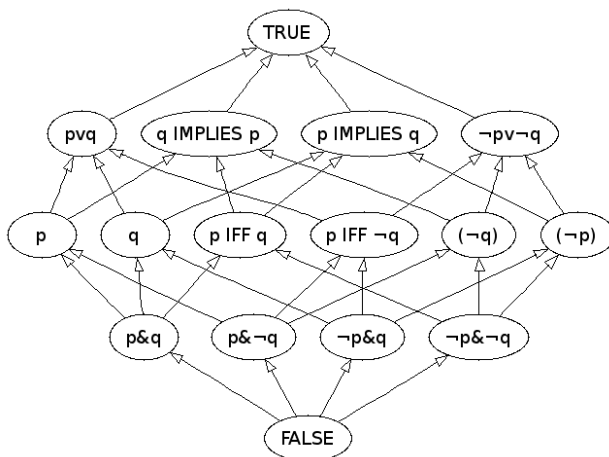
3. Distributif

- (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 $a' \in B$ sehingga

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



Gambar 2 Sebuah notasi aljabar boolean dalam diagram Hasse (Wikipedia)

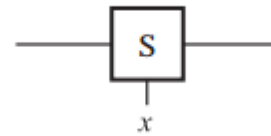
B. Fungsi dan Variabel

Dalam sistem digital, penggunaan sistem biner sangat mendominasi sebagai bentuk penyederhanaan. Hasil dari penggunaan sistem ini adalah hanya ada dua kemungkinan hasil yaitu 0 yang menyatakan *off* dan 1 yang menyatakan *on*.

Pada sebuah rangkaian logika, sebuah *switch* digunakan untuk mengatur masukan ke rangkaian. Pada *switch*, nilai 0 menyatakan bahwa *switch* sedang terbuka, artinya tidak ada masukan dan arus tidak mengalir. Sedangkan nilai 1 menyatakan bahwa *switch* tertutup dan arus mengalir menuju rangkaian.



Gambar 3 State pada switch [6]



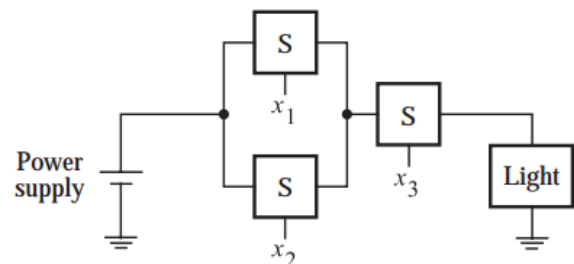
Gambar 4 Simbol switch [6]

Sebuah contoh sederhana dalam penggunaan *switch* adalah pada senter. Diketahui bahwa setiap senter memiliki tombol yang digunakan untuk menyalakan atau mematikan lampu senter. Misal pada kondisi awal tombol dalam posisi *off*, kondisi ini dimisalkan dengan $x = 0$. Sebagai akibat dari kondisi ini, lampu tidak menyala dan dilambangkan dengan $L = 0$. Kemudian jika tombol ditekan lampu senter akan menyala, kondisi ini dinyatakan dengan $x = 1$ dan $L = 1$. Karena kondisi dari L bergantung kepada x , dapat dinyatakan bahwa

$$L(x) = x$$

Persamaan $L(x) = x$ adalah sebuah fungsi logika dan x merupakan variabel masukan.

Sebuah rangkaian logika dasar AND dan OR jika dimisalkan dengan sebuah senter menggunakan *switch*, fungsi AND akan dapat digambarkan sebagai senter dengan dua *switch* yang terpasang secara seri. *Switch* akan terpasang secara paralel jika ingin memisalkan fungsi OR pada senter biasa. Sebuah contoh yang menggambarkan rangkaian dengan kombinasi fungsi AND dan OR dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 5 Rangkaian seri-paralel [6]

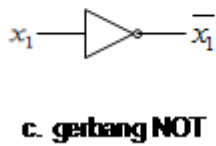
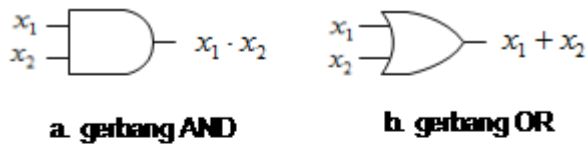
Pada gambar 4, terdapat tiga *switch* dengan masukan x_1, x_2, x_3 . Jika gambar tersebut dibuat fungsi logikanya maka akan terbentuk fungsi sebagai berikut

$$L(x_1, x_2, x_3) = (x_1 + x_2) \cdot x_3$$

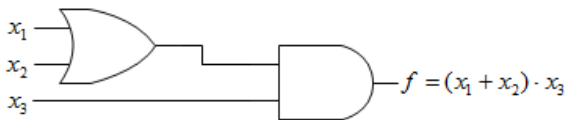
di mana tanda (+) menyatakan logika OR dan (.) menyatakan logika AND.

C. Rangkaian Gerbang Logika

Setiap fungsi logika yang telah disebutkan pada bagian II.B, dalam sebuah rangkaian elektronik dapat digambarkan sebagai sebuah elemen yang disebut gerbang logika. Gerbang ini memiliki beberapa masukan dan hanya satu keluaran. Gerbang logika dasar dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 6 Gerbang logika dasar



Gambar 7 Gerbang logika untuk gambar 4

Tabel 1 Tabel kebenaran untuk gambar 7

x_1	x_2	x_3	f
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

III. SEAT BELT WARNING SYSTEM

Pentingnya penggunaan sabuk pengaman membuat produsen mobil mulai melakukan improvisasi pada sabuk pengaman. Salah satu bentuk peningkatan tersebut adalah dengan adanya sebuah sistem yang akan memberikan peringatan kepada pengemudi atau penumpang jika sabuk pengaman belum terpasang atau tidak terpasang dengan baik. Peringatan yang diberikan dapat berupa lampu atau getaran kepada pengemudi atau penumpang.

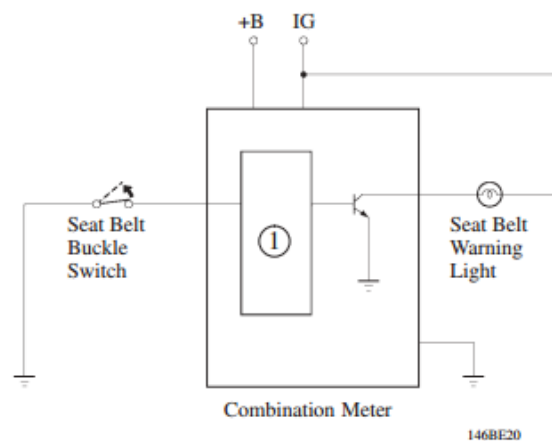


Gambar 8 Lampu peringatan sabuk pengaman

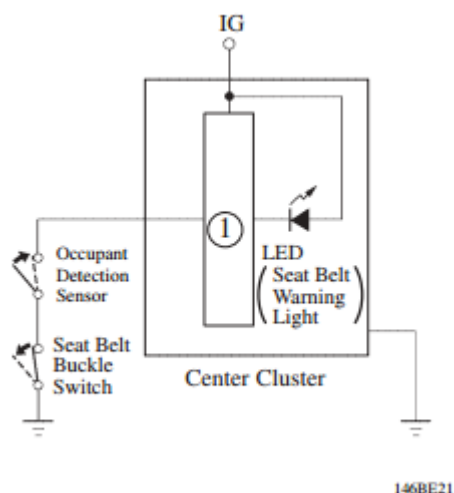
Seat Belt Warning terdiri dari tiga komponen, diantaranya [7]:

1. Seat Belt Buckle Switch
Switch ini terletak di dalam kepala dari sabuk pengaman. Switch akan mendeteksi apakah sabuk pengaman sudah terpasang atau belum.
2. Seat Belt Warning Light/Buzzer
Lampu akan terletak di dashboard dari pengemudi. Lampu akan menyala jika sabuk pengaman belum terpasang. Fitur buzzer juga berfungsi dengan cara yang sama.
3. Belt Warning Occupant Detection Sensor
Perangkat ini akan mendeteksi adanya penumpang di tempat duduk depan.

Untuk pengemudi, sistem akan bekerja ketika saklar mesin berada pada posisi ON namun sabuk pengaman belum terpasang. Lampu pengaman akan terus berkedip hingga pengemudi memasang sabuk pengaman. 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 pengamannya.



Gambar 9 Diagram untuk posisi pengemudi [7]



Gambar 10 Diagram untuk posisi penumpang [7]

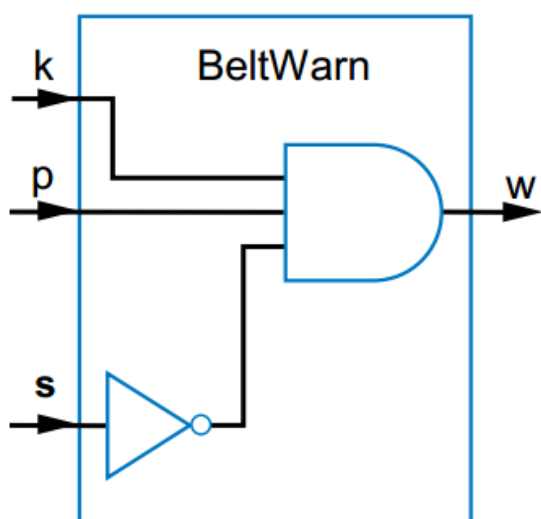
Prinsip kerja dari sistem peringatan sabuk pengaman tersebut, dapat dijelaskan secara sederhana dengan menggunakan prinsip gerbang logika. Fungsi logika yang digunakan terdiri atas tiga variabel yaitu s , k , dan p .

Variabel s menyatakan sabuk pengaman sudah dipasang, k menyatakan kunci telah dimasukkan atau saklar mesin dalam posisi ON, sedangkan p 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:

$$w(p, k, s) = p \cdot k \cdot \bar{s}$$

dimana w adalah fungsi yang menyatakan sistem akan menyala atau tidak.

Rangkaian logika untuk fungsi w dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 11 Rangkaian seat belt warning [8]

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, dapat dilihat pada gambar 10 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 dimasukkan. Kondisi yang lebih rinci dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2 Tabel kebenaran fungsi w

p	k	s	$p \cdot k \cdot \bar{s}$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

IV. KESIMPULAN

Kehidupan sehari-hari pada zaman sekarang ini tidak lepas dari penggunaan aljabar boolean. Sistem peringatan pada sabuk pengaman hanya salah satu contoh sederhana dari penggunaan aljabar boolean. Masih banyak terdapat hal lain dalam kehidupan sehari-hari yang menggunakan aljabar boolean sebagai prinsip dasar, seperti multiplexer (MUX), sebuah rangkaian untuk melakukan seleksi dari 2^n masukan sehingga muncul di saluran keluarannya. Contoh lain adalah lampu 7-segment. Lampu ini akan menyala mengikuti sebuah fungsi logika dengan 7 variabel. Papan ketik dari ponsel juga menggunakan prinsip yang hampir sama hanya saja dibuat mampu menangani kondisi yang lebih rumit.

REFERENCES

- [1] The Yorkshire Post, "Clunk, click – an invention that's saved lives for 50 years," 24 August 2009. [Online]. Available: <http://www.yorkshirepost.co.uk/news/features/clunk-click-an-invention-that-s-saved-lives-for-50-years-1-2296965>. [Accessed 8 December 2015].
- [2] 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.
- [3] R. Andréasson, The Seat Belt : Swedish Research and Development for Global Automotive Safety, Stockholm: Kulturvårdskommittén Vattenfall AB, 2000.
- [4] Independent, "The man who saved a million lives: Nils Bohlin - inventor of the seatbelt," 19 August 2009. [Online]. Available: <http://www.independent.co.uk/life-style/motoring/features/the-man-who-saved-a-million-lives-nils-bohlin-inventor-of-the-seatbelt-1773844.html>. [Accessed 8 December 2015].
- [5] R. Munir, "Homepage Rinaldi Munir," 2015. [Online]. Available: <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2015-2016/Aljabar%20Boolean.pptx>. [Accessed 14 October 2015].
- [6] S. Brown and Z. Vranesic, Fundamental of Digital Logic with VHDL Design Third edition, New York: McGraw-Hill, 2009.

- [7] [Online]. Available:
http://www.moranbahweather.com/toyota/100series/lc_70_fzj10/ncf/ncf147e/m_be_0300.pdf. [Accessed 9 December 2015].
- [8] F. Vahid, 2007. [Online]. Available: <http://www.ddvahid.com>.

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, 10 Desember 2015



Rama Febriyan 13511067