

Mengatur Palang Pintu Kereta Api Menggunakan Aplikasi Aljabar Boolean

Ridho Novan Imanda 202151101
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Muria Kudus
202151101@std.umk.ac.id

Abstract—Beruntungnya manusia lahir di zaman era modern ini kenapa tidak, semakin maju perkembangan zaman semakin mudah dan praktis. Salah satu kemajuan zaman pada era modern adalah alat transportasi. Seperti kereta api adalah kemajuan transportasi darat, tetapi masih ada beberapa kendala pada keamanan setiap alat transportasi. Banyak dan sering di Indonesia kecelakaan kereta api, entah diakibatkan oleh pengaman lintasan atau pengguna jalan. Oleh sebab itu dalam makalah ini akan membahas Aljabar Boolean untuk mengatur palang pintu kereta api. Agar mengurangi tragedi penerobosan palang dan menyebabkan kecelakaan.

Keywords—Era modern,Transportasi,Palang pintu kereta api, Aljabar Boolean.

I. PENDAHULUAN

Transportasi pertama diciptakan oleh penjelajah Australia untuk melintasi air, yaitu perahu. Dan orang pertama yang menyebrangi lautan, meskipun ada beberapa bukti pelayaran yang dilakukan 90.000 tahun yang lalu.

Perahu sederhana adalah perahu pertama yang dikenal, dibuat dengan cara melubangi batang pohon besar. Artefak yang membuktikan perahu pertama sekitar 7000-10.000 tahun yang lalu.

Semakin berkembangnya zaman dari beberapa ribu tahun akhirnya manusia mulai menjinakan kuda digunakan sebagai alat transportasi untuk mengangkut barang sekitar pada zaman itu juga manusia mengenal roda untuk memudahkan transportasi. Pada 3500 SM catatan arkeologi menunjukkan bahwa kendaraan beroda pertama kali digunakan, dengan bukti adanya alat yang ditemukan di Mesopotamia, Kaukasus Utara, dan Eropa Tengah.

Lokomotif jalam raya ditemukan oleh penemu inggris Richard Trevithick pada tahun 1801, dengan memanfaatkan mesin uap yang telah ditemukan pada tahun 1769. 3 tahun kemudian Trevithick mendesain ulang lokomotif yang berjalan di atas rel dan dapat mengangkut 10 ton besi dengan kecepatan 4 mph.

Seiring perkembangan zaman, penemuan-penemuan semakin hebat dan praktis. Maka dari itu transportasi seperti kereta api harus memberikan rasa aman dan nyaman. Untuk itu maka harus dibangun sebuah gerbang pintu di setiap persimpangan kereta api. Agar mengurangi terjadinya kecelakaan antara kereta api dengan kendaraan lain atau pejalan kaki yang sedang melintas.

II. ALJABAR BOOLEAN

Aljabar Boolean ditemukan oleh George Boole, pada tahun 1854. Boole melihat bahwa himpunan logika proposisi mempunyai sifat sifat yang serupa pada kemiripan antara hukum-hukum aljabar logika dan hukum-hukum aljabar himpunan. Boole juga menerapkan aturan aturan dasar logikanya di buku The Laws of Thought. Aljabar Boolean merupakan aljabar yang berhubungan dengan variabel-variabel biner dan operasi logika. Variabel-variabel diperlihatkan dengan huruf-huruf alfabet dan tiga operasi dasar dengan AND, OR, dan NOT.

A. PENGERTIAN

Aljabar boolean adalah struktur aljabar yang memiliki basis biner(0 dan 1), sesuai dengan tipe data Boolean, 1 jika true dan 0 jika false. Berdasarkan definisi: misalkan B adalah himpunan yang didefinisikan pada dua operator biner + 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 $a, b, c \in B$ berlaku aksioma berikut:

1. Closure
 - i. $a + b \in B$
 - ii. $a \cdot b \in B$
2. Identitas
 - i. $a + 0 = a$
 - ii. $a \cdot 1 = a$
3. Komutatif
 - i. $a + b = b + a$
 - ii. $a \cdot b = b \cdot a$
4. Distributif
 - i. $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
 - ii. $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
5. Komplemen
 - i. $a + a' = 1$
 - ii. $a \cdot a' = 0$

B. Hukum-hukum aljabar boolean

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

C. Aljabar Boolean dua nilai

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

Tabel 2.1 Operator biner dan Operator uner

a	b	$a \cdot b$	a	b	$a + b$	a	a'
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0

D. Fungsi Boolean

Suatu fungsi yang dibentuk dari beberapa variable boolean. Setiap perubah di dalam fungsi boolean, termasuk dalam bentuk komplemennya, disebut literal.

Contoh-contoh fungsi boolean :

$$f(x) = x$$

$$\begin{aligned} f(x, y) &= x'y + xy' + y' \\ f(x, y) &= x'y' \\ f(x, y) &= (x + y)' \\ f(x, y, z) &= xyz' \end{aligned}$$

Fungsi $h(x, y, z) = xyz'$ terdiri dari 3 buah literal, yaitu x, y, dan z.

Jika diberikan $x = 1, y = 1, z = 0$, maka nilai fungsinya:

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

E. Bentuk Kanonik

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

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

dan

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

dua contoh diatas adalah dua buah fungsi yang sama.

Bentuk kanonik yang dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. SOP (Sum of Product)

Merupakan perkalian dari hasil jumlah. Dapat disebut juga *maxterm* dengan lambing M.

Bentuknya : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$

Notasi : \sum

2. POS (Product of Sum)

Merupakan perkalian dari hasil jumlah. Dapat disebut juga *minterm* dengan lambing m.

Bentuknya : $X_1 X_2 \dots X_n$

Notasi : \prod

Maxterm : Suku (term) di dalam ekspresi Boolean mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil jumlah

Minterm : Suku (term) di dalam ekspresi Boolean mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil kali

Cara membentuk Minterm dan Maxterm dari tabel kebenaran untuk dua perubah

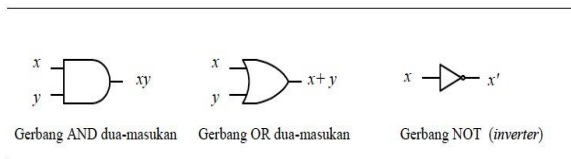
x	y	Minterm		Maxterm	
		Suku	Lambang	Suku	Lambang
0	0	$x'y'$	m_0	$x + y$	M_0
0	1	$x'y$	m_1	$x + y'$	M_1
1	0	xy'	m_2	$x' + y$	M_2
1	1	xy	m_3	$x' + y'$	M_3

Cara membentuk minterm dan maxterm dari tabel kebenaran untuk tiga perubah

x	y	z	Minterm		Maxterm	
			Suku	Lambang	Suku	Lambang
0	0	0	$x'y'z'$	m_0	$x + y + z$	M_0
0	0	1	$x'y'z$	m_1	$x + y + z'$	M_1
0	1	0	$x'yz'$	m_2	$x + y' + z$	M_2
0	1	1	$x'yz$	m_3	$x + y' + z'$	M_3
1	0	0	$xy'z'$	m_4	$x' + y + z$	M_4
1	0	1	$xy'z$	m_5	$x' + y + z'$	M_5
1	1	0	xyz'	m_6	$x' + y' + z$	M_6
1	1	1	xyz	m_7	$x' + y' + z'$	M_7

F. Rangkaian Logika

Fungsi Boolean dapat juga direpresentasikan dalam bentuk rangkaian logika. Ada tiga gerbang logika dasar : gerbang AND, gerbang OR, dan gerbang NOT



1. Gerbang AND



Gambar 2.1 Gerbang AND

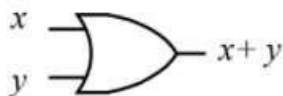
Gerbang AND mempunyai dua atau lebih input dan menghasilkan satu output. Untuk mendapatkan output yang bernilai 1 atau *true*, juga sebaliknya jika ada salah satu input yang bernilai 0 atau *false*.

Berikut adalah tabel kebenaran gerbang AND:

Tabel 2.5 Gerbang AND dua input

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

2. Gerbang OR



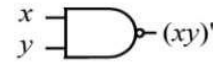
Gambar 2.2 Gerbang OR

Gerbang OR mempunyai dua atau lebih input dan menghasilkan satu output. Untuk mendapatkan output yang bernilai 1 atau *true*, maka salah satu inputnya harus bernilai 1 atau *true* juga, sebaliknya jika semua inputnya yang bernilai 0 atau *false*, maka outputnya akan bernilai 0 atau *false*.

Berikut adalah tabel kebenaran gerbang OR:

Tabel 2.6 Gerbang OR dua input

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



Gambar 2.3 Gerbang NAND

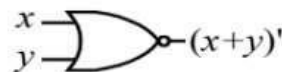
Pada gerbang NAND jika salah satu atau semua inputnya bernilai *false*, maka akan menghasilkan output yang bernilai 1 atau *true*, sebaliknya jika semua inputnya bernilai *true*, maka outputnya akan bernilai 0 atau *false*.

Berikut adalah tabel kebenaran gerbang NAND:

Tabel 2.7 Gerbang NAND

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

4. Gerbang NOR



Gambar 2.4 Gerbang NOR

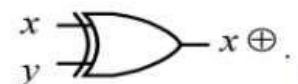
Pada gerbang NOR jika salah satu atau semua inputnya bernilai *true*, maka akan menghasilkan output yang bernilai 0 atau *false*, sebaliknya jika semua inputnya bernilai *false*, maka outputnya akan bernilai 1 atau *true*.

Berikut adalah tabel kebenaran gerbang NOR:

Tabel 2.8 Gerbang NOR

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

5. Gerbang XOR



Gambar 2.5 Gerbang XOR

Gerbang XOR akan menghasilkan output *true* jika kedua input memiliki nilai yang berbeda.

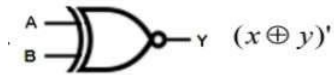
Berikut adalah tabel kebenaran gerbang XOR:

3. Gerbang NAND

Tabel 2.9 Gerbang XOR

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

6. Gerbang XNOR



Gambar 2.6 Gerbang XNOR

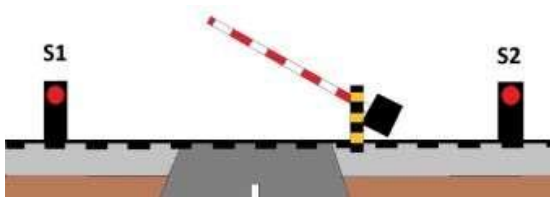
Gerbang XNOR akan menghasilkan output *true* jika kedua input memiliki nilai yang sama.

Berikut adalah tabel kebenaran gerbang XNOR:

Tabel 2.10 Gerbang XNOR

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

III. PENERAPAN ALJABAR BOOLEAN PADA PALANG PINTU KERETA API



Gambar 4.1 Ilustrasi

Pada gambar diatas merupakan ilustrasi dua sensor yang menangkap datangnya kereta. Sensor tersebut dapat berupa nilai *true* dan menunjukan warna hijau atau bernilai *false* menunjukan warna merah. Kedua sensor tersebut (S1 dan S2) hanya dapat merespon jika yang lewat didepannya adalah kereta api.



Gambar 4.2 Ilustrasi dengan kereta

Ada beberapa cara penerapan aljabar Boolean yang dapat digunakan untuk mengatur palang pintu kereta api.

1. Menggunakan gerbang OR

Gerbang OR menghasilkan output yang bernilai *true* jika salah satu atau kedua sensor bernilai *true*, maka dapat dimisalkan kedua sensor tersebut di inialisasikan dengan nilai *false* dan lampu sensor akan berwarna merah. Palang pintu dapat ditutup jika bernilai *true* dan menggunakan gerbang OR. Jadi jika kereta melewati sensor pertama sensor akan bernilai *true* sehingga outputnya gerbang OR maka palang pintu akan tertutup secara otomatis. Sebaliknya jika kereta bagian belakang meninggalkan sensor outputnya *false* maka palang pintu akan terbuka.

Berikut adalah tabel kebenaran penggunaan gerbang OR pada palang pintu kereta api

Tabel 4.1 Kondisi palang pintu OR.

Kondisi kereta	S1	S2	Kondisi pintu (S1 + S2)
1	<i>false</i>	<i>false</i>	Membuka
2	<i>true</i>	<i>false</i>	Menutup
3	<i>true</i>	<i>true</i>	Menutup
4	<i>false</i>	<i>true</i>	Menutup
5	<i>false</i>	<i>false</i>	Membuka

2. Menggunakan gerbang AND

Jika kedua inputnya bernilai *true* maka kedua sensor menunjukan warna hijau. Jika hasil dari S1 dan S2 menggunakan gerbang AND bernilai *false* maka palang pintu akan menutup. Jadi jika kereta api melewati sensor pertama sensor akan bernilai *false* sehingga outputnya *false* dan palang pintu akan menutup secara otomatis. Sebaliknya jika kereta bagian belakang meninggalkan sensor outputnya *true* maka palang pintu akan terbuka.

Tabel 4.2 Kondisi palang pintu AND

Kondisi kereta	S1	S2	Kondisi pintu (S1 · S2)
1	<i>true</i>	<i>true</i>	Membuka
2	<i>false</i>	<i>true</i>	Menutup
3	<i>false</i>	<i>false</i>	Menutup
4	<i>true</i>	<i>false</i>	Menutup
5	<i>true</i>	<i>true</i>	Membuka

3. Menggunakan gerbang NOR

Jika kedua inputnya bernilai *false* outputnya akan *true* maka kedua sensor menunjukan warna merah. Jika hasil dari S1 dan S2 menggunakan gerbang NOR bernilai *false* maka palang pintu akan menutup. Jadi jika kereta melewati sensor pertama, sensor akan bernilai *true* sehingga outputnya *false* dan palang pintu akan menutup otomatis. Sebaliknya jika kereta bagian belakang meninggalkan sensor, outputnya *true*

maka palang pintu akan terbuka. Berikut adalah tabel kebenaran penggunaan gerbang NOR pada palang pintu kereta api

Tabel 4.3 Kondisi palang pintu gerbang NOR

Kondisi kereta	S1	S2	Kondisi pintu (S1 NOR S2)
1	false	false	Membuka
2	true	false	Menutup
3	true	true	Menutup
4	false	true	Menutup
5	false	false	Membuka

4. Menggunakan gerbang NAND

Jika kedua inputnya bernilai *false* outputnya akan *true* maka kedua sensor menunjukkan warna hijau. Jika hasil dari S1 dan S2 menggunakan gerbang NOR bernilai *true* maka palang pintu akan menutup. Jadi jika kereta melewati sensor pertama, sensor akan bernilai *false* sehingga outputnya *true* dan palang pintu akan menutup otomatis. Sebaliknya jika kereta bagian belakang meninggalkan sensor, outputnya *false* maka palang pintu akan terbuka. Berikut adalah tabel kebenaran penggunaan gerbang NAND pada palang pintu kereta api

Tabel 4.4 Kondisi palang pintu gerbang NAND

Kondisi kereta	S1	S2	Kondisi pintu (S1 NAND S2)
1	true	true	Membuka
2	false	true	Menutup
3	false	false	Menutup
4	true	false	Menutup
5	true	true	Membuka

5. Menggunakan gerbang XOR

Jika kedua inputnya memiliki nilai berbeda maka outputnya akan *true* maka kedua sensor menunjukan warna merah. Jika hasil dari S1 dan S2 menggunakan gerbang XOR bernilai *true* maka palang pintu akan menutup. Jadi jika kereta melewati sensor pertama, sensor akan bernilai *true* sehingga outputnya *true* dan palang pintu akan menutup otomatis. Sebaliknya jika kereta bagian belakang meninggalkan sensor, outputnya *false* maka palang pintu akan terbuka. Berikut adalah tabel kebenaran penggunaan gerbang XOR pada palang pintu kereta api.

Tabel 4.5 Kondisi palang pintu gerbang XOR

Kondisi kereta	S1	S2	Kondisi pintu (S1 \oplus S2) OR (S1 · S2)
1	false	false	Membuka
2	true	false	Menutup
3	true	true	Menutup
4	false	true	Menutup
5	false	false	Membuka

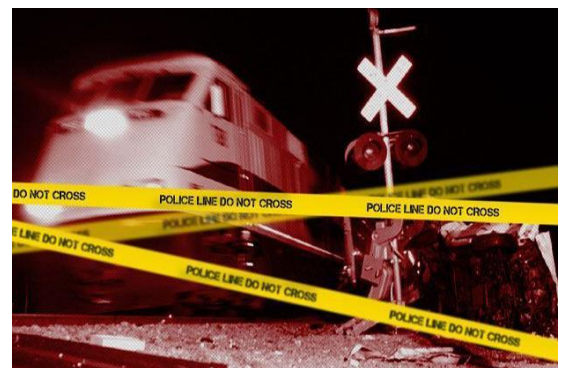
6. Menggunakan gerbang XNOR

Jika kedua inputnya memiliki nilai yang sama maka outputnya akan *true* maka kedua sensor menunjukkan warna hijau. Jika hasil dari S1 dan S2 menggunakan gerbang XNOR bernilai *false* maka palang pintu akan menutup. Jadi jika kereta melewati sensor pertama, sensor akan bernilai *false* sehingga outputnya *false* dan palang pintu akan menutup otomatis. Sebaliknya jika kereta bagian belakang meninggalkan sensor, outputnya *true* maka palang pintu akan terbuka. Berikut adalah tabel kebenaran penggunaan gerbang XNOR pada palang pintu kereta api.

Tabel 4.6 Kondisi palang pintu gerbang XNOR

Kondisi kereta	S1	S2	Kondisi pintu (S1 \oplus S2)' OR (S1' · S2')
1	true	true	Membuka
2	false	true	Menutup
3	false	false	Menutup
4	true	false	Menutup
5	true	true	Membuka

IV. KERETA API



Gambar 3.1 Bahayanya menerobos palang pintu Kereta (Sumber: <https://www.google..sindonews.com>)

Kereta Api adalah transportasi darat yang cepat, dan memiliki jalur sendiri yaitu rel. Seiring berkembangnya jaman, rel kereta api telah memperluas daerahnya dan memiliki teman-teman kereta yang lebih canggih. Pada akhirnya jalur yang digunakan dari kota ke kota itu telah bersimpangan jalan dengan pengguna jalan raya. Karna terdapat banyak kecelakaan terjadi, maka terciptalah palang pintu untuk menyetop pengguna jalan.

V. KESIMPULAN

Kereta Api adalah alat transportasi yang bergerak khusus di jalur rel. Rel ini yang menggabungkan kota ke kota sehingga kereta dapat berjalan sesuai alurnya, dan bebas hambatan. Tetapi rel kereta masih bersilangan dengan jalan raya, dan pada akhirnya pengguna jalan raya lah yang harus mengalah.

Demi keamanan dan kenyamanan pengguna jalan raya, akhirnya terdapat pintu palang yang memberikan informasi untuk berhenti. Terbangunnya palang pintu rel dapat mengurangi resiko kecelakaan dan memberikan rasa aman.

REFERENCES

- [1] Suhaedi, Didi. 2007. Penggunaan Operasi Aljabar Boolean Dalam Desain Kontrol Gerbang Lintas Kereta Api. Bandung: Program Studi Matematika FMIPA Universitas Islam Bandung
- [2] <https://www.thoughtco.com/history-of-transportation-4067885>
- [3] Munir, Rinaldi. 2006. *Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit*
- [4] Septinez, Arnetha. 2015. Aplikasi Aljabar Boolean dalam Sistem Digital. Bandung: Program Studi Teknik Informatika STEI ITB.

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.

Kudus, 26 Desember 2021



Ridho Novan Imanda 202151101