

# Penerapan Aljabar Boolean untuk Tahap Awal Skrining Diabetes Mellitus

Arleen Chrysantha Gunardi - 13521059<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

<sup>1</sup>13521059@std.stei.itb.ac.id

**Abstract**—Diabetes mellitus adalah gangguan metabolisme kronis akibat gangguan pada sekresi insulin. Gangguan metabolisme ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor risiko, seperti profil fisik, riwayat keturunan penyakit, serta pola hidup. Penderita diabetes mellitus memiliki risiko untuk komplikasi penyakit dan gangguan lainnya. Oleh karena itu, pemeriksaan diabetes mellitus perlu dilakukan untuk tindakan pencegahan dan penanganan dini. Tahap awal pemeriksaan dapat dilakukan dengan skrining, yaitu proses untuk menentukan potensi seseorang menderita diabetes mellitus berdasarkan beberapa faktor risiko. Untuk mempermudah proses skrining, aljabar Boolean dan rangkaian logika dapat dimanfaatkan. Fungsi Boolean dirancang berdasarkan faktor-faktor risiko sehingga dapat menentukan apakah seseorang berpotensi menderita diabetes mellitus.

**Keywords**—Aljabar Boolean, Diabetes Mellitus, Diagnosis, Skrining.

## I. PENDAHULUAN

Menurut World Health Organization (WHO), diabetes mellitus merupakan suatu gangguan metabolisme kronis yang dapat diketahui dengan adanya hiperglikemia akibat gangguan pada sekresi insulin, yaitu hormon yang diproduksi oleh pankreas untuk mengontrol kadar gula darah dalam tubuh. Gangguan sekresi insulin yang dimaksud adalah ketika pankreas tidak menghasilkan insulin yang cukup atau ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin dengan efektif. Akibatnya, metabolisme karbohidrat, lipid, serta protein penderita diabetes mellitus terganggu dan mengakibatkan kadar gula darah dalam tubuh penderita diabetes mellitus lebih tinggi daripada kadar gula darah normal [1]–[2].

Terdapat dua tipe diabetes mellitus, yaitu diabetes mellitus tipe 1 dan tipe 2. Keduanya memiliki penyebab, karakteristik, dan penanganan yang berbeda. Diabetes mellitus tipe 1 biasa disebut sebagai diabetes autoimun sebab gangguan ini terjadi akibat kurangnya produksi insulin karena pankreas dirusak oleh sistem kekebalan tubuh sendiri. Diabetes tipe ini umumnya diderita sejak penderita masih muda atau anak-anak. Gejala yang ditimbulkan oleh diabetes tipe 1 antara lain *polyuria* (produksi urin berlebih), *polydipsia* (rasa haus berlebih), *polyphagia* (rasa lapar berlebih), sering merasa cepat lelah, berat badan menurun, dan gangguan penglihatan [3]–[4].

Karakteristik yang berbeda ditunjukkan oleh diabetes mellitus tipe 2. Diabetes mellitus tipe 2 merupakan gangguan akibat resistensi insulin, yaitu ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang telah diproduksi secara efektif,

sehingga kadar gula darah dalam tubuh tidak dapat terkontrol dengan baik. Berbeda dengan diabetes tipe 1, diabetes mellitus tipe 2 cenderung lebih sering dijumpai pada orang dewasa, walaupun tidak menutup kemungkinan bagi anak-anak untuk menderita diabetes tipe 2. Diabetes tipe ini umumnya disebabkan karena kurangnya aktivitas fisik, obesitas, atau berat badan berlebih [3]–[4].

Diabetes mellitus dapat menimbulkan berbagai komplikasi penyakit lainnya, seperti penyakit kardiovaskular, stroke, gangguan saraf, gangguan penglihatan, gangguan pendengaran, depresi, demensia, dan gangguan ketika tubuh sulit melakukan proses penyembuhan luka atau infeksi [3]. Oleh karena itu, diabetes mellitus harus dicegah dan ditangani sedini mungkin. Salah satu bentuk langkah awal upaya penanganan diabetes mellitus adalah dengan pemeriksaan kesehatan untuk mengecek apakah kadar gula darah dalam tubuh normal. Jika hasil pemeriksaan menunjukkan penderita diabetes mellitus, maka penderita bisa memperoleh penanganan yang lebih awal. Penanganan dini sangat penting untuk meminimalisir berbagai risiko yang dapat ditimbulkan dari diabetes mellitus.

Tahap awal pemeriksaan diabetes mellitus dapat dilakukan dengan skrining (*screening*) berdasarkan beberapa faktor, misalnya profil fisik, seperti usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh (BMI), riwayat keturunan diabetes, riwayat hipertensi (tekanan darah tinggi), serta pola hidup, seperti tingkat stress, aktivitas fisik, dan preferensi makanan asin. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, dapat diketahui apakah seseorang berpotensi menderita diabetes mellitus atau tidak. Tahap awal ini tentu tidak dapat menentukan secara pasti apakah seseorang menderita diabetes mellitus. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pemeriksaan lebih lanjut. Tahap selanjutnya adalah diagnosis melalui berbagai macam metode, salah satunya dengan cara mengukur kadar glukosa pada sel darah merah setelah berpuasa selama delapan hingga sepuluh jam, disebut sebagai Fasting Plasma Glucose (FPG) atau Gula Darah Puasa (GDP) [2]. Menurut WHO, penderita diabetes mellitus memiliki kadar GDP lebih dari atau sama dengan 126 mg/dL [5]. Setelah mengetahui apakah seseorang menderita diabetes mellitus, penderita dapat memperoleh penanganan dari pihak profesional.

Pada dasarnya, penanganan diabetes mellitus berbeda sesuai dengan tipenya. Namun, secara umum, penanganan diabetes mellitus biasanya dilakukan dengan terapi insulin untuk mengatur kadar gula darah dalam tubuh. Terapi insulin biasanya dilakukan melalui konsumsi obat-obatan atau suntik insulin. Penderita diabetes juga disarankan untuk mengubah pola hidup dengan cara berolahraga serta mengatur nutrisi yang dikonsumsi

sehari-hari, misalnya dengan memperbanyak konsumsi buah, sayur, protein dari biji-bijian, serta makanan rendah kalori dan lemak, serta menghindari makanan dengan kandungan gula yang tinggi [3].

## II. LANDASAN TEORI

Teori yang melandasi penulisan makalah ini adalah teori mengenai Aljabar Boolean serta faktor-faktor risiko diabetes mellitus. Berikut merupakan penjabaran dari landasan teori yang digunakan.

### A. Definisi Aljabar Boolean

Aljabar Boolean merupakan salah satu bentuk aljabar yang berfokus kepada logika. George Boole (1854) menyatakan bahwa terdapat kemiripan antara logika proposisi dengan himpunan. Oleh karena itu, aturan dasar logika yang dipaparkan oleh George Boole (1854) kini disebut sebagai aljabar Boolean.

Adapun definisi dari aljabar Boolean adalah sebagai berikut. Misalkan  $B$  adalah himpunan yang didefinisikan pada dua operator biner, yaitu  $+$  dan  $\cdot$ , serta sebuah operator uner, yaitu  $'$ . Misalkan  $0$  dan  $1$  adalah dua elemen yang berbeda dari  $B$ , maka tuple

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

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  $a' \in B$  sehingga

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

Berdasarkan definisi tersebut, sebuah aljabar Boolean memperhatikan elemen-elemen himpunan  $B$ , kaidah / aturan operasi untuk dua operator biner dan operator uner, serta himpunan  $B$  dengan dua operator tersebut yang memenuhi keempat aksioma identitas, komutatif, distributif, serta komplemen.

Salah satu bentuk aljabar Boolean yang sering digunakan adalah aljabar Boolean 2-nilai. Pada aljabar Boolean 2-nilai, terdapat himpunan  $B$  yang terdiri dari dua elemen, yaitu  $0$  dan  $1$ , serta operator biner  $+$  dan  $\cdot$  dan operator uner  $'$ .

Adapun kaidah untuk operator biner  $+$  adalah sebagai berikut.

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

Tabel 2.1 Kaidah Operator Biner Penjumlahan ( $+$ )

Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian1.pdf)

Sementara itu, kaidah untuk operator biner  $\cdot$  adalah sebagai berikut.

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

Tabel 2.2 Kaidah Operator Biner Perkalian ( $\cdot$ )

Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian1.pdf)

Untuk operator uner  $'$ , kaidah operator adalah sebagai berikut.

$a$	$a'$
0	1
1	0

Tabel 2.3 Kaidah Operator Uner Komplemen ( $'$ )

Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian1.pdf)

### B. Hukum-Hukum Aljabar Boolean

Terdapat beberapa hukum yang berlaku pada aljabar Boolean sebagai berikut.

1. Hukum identitas
  - i.  $a + 0 = a$
  - ii.  $a \cdot 1 = a$
2. Hukum idempotent
  - i.  $a + a = a$
  - ii.  $a \cdot a = a$
3. Hukum komplemen
  - i.  $a + a' = 1$
  - ii.  $a \cdot a' = 0$
4. Hukum hukum dominasi
  - 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.  $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$

9. Hukum distributif
  - i.  $a + (b \cdot c) = (a + b) \cdot (a + c)$
  - ii.  $a \cdot (b + c) = (a \cdot b) + (a \cdot c)$
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. Fungsi Boolean

Fungsi Boolean merupakan fungsi yang terbentuk dari ekspresi Boolean. Ekspresi Boolean terbentuk atas elemen-elemen B dan / atau peubah-peubah yang dapat dikombinasikan satu sama lain dengan operator +, ·, dan '. Contoh dari ekspresi Boolean adalah "0", " $a + b$ ", " $a' \cdot (b + c)$ ", atau " $a \cdot b' \cdot c + a' \cdot b' \cdot c'$ ". Setiap peubah dalam fungsi Boolean dinamakan literal.

Contoh dari fungsi Boolean adalah

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

yang terdiri dari tiga buah literal, yaitu  $x$ ,  $y'$ , dan  $z$ . Misalkan  $x = 0$ ,  $y = 1$ , dan  $z = 1$ , maka

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

Dengan kaidah operator dan hukum-hukum aljabar Boolean, didapatkan bahwa nilai fungsi  $f(0,1,1)$  adalah 0.

Fungsi Boolean memiliki bentuk kanonik, yaitu bentuk fungsi Boolean ketika ekspresi Boolean disajikan dalam dua bentuk yang berbeda, yaitu penjumlahan dari hasil kali (*sum of product*) dan perkalian dari hasil jumlah (*product of sum*).

Bentuk kanonik *sum of products* (SOP) merupakan penjumlahan dari beberapa *minterm*, yaitu suku dalam ekspresi Boolean yang mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil perkalian (*product*). Bentuk kanonik *product of sum* (POS) merupakan perkalian dari beberapa *maxterm*, yaitu suku dalam ekspresi Boolean yang mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil penjumlahan (*sum*).

Berikut adalah contoh dari dua jenis bentuk kanonik fungsi Boolean.

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

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

Fungsi Boolean  $f$  dan  $g$  merupakan dua buah fungsi yang sama namun berbeda bentuk. Fungsi  $f$  merupakan bentuk kanonik *sum of products* (SOP) yang terdiri dari tiga buah *minterm*, yaitu  $x'y'z$ ,  $xy'z'$ , serta  $xyz$ . Fungsi  $g$  merupakan bentuk kanonik *product of sum* (POS) yang terdiri dari lima buah *maxterm*, yaitu  $(x + y + z)$ ,  $(x + y' + z)$ ,  $(x + y' + z')$ ,  $(x' + y + z')$ , serta  $(x' + y' + z)$ .

Untuk membentuk *minterm*, setiap peubah yang bernilai 0 akan dinyatakan dalam bentuk komplemen dari peubahnya, sedangkan setiap peubah yang bernilai 1 akan dinyatakan dalam bentuk peubah tanpa komplemen. Hal ini berkebalikan dengan

pembentukan *maxterm* yang menyatakan bentuk komplemen untuk setiap peubah yang bernilai 1 dan bentuk tanpa komplemen untuk setiap peubah yang bernilai 0.

Misalkan untuk suatu fungsi dengan tiga peubah  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ , akan dinyatakan bentuk *minterm* dan *maxterm* dengan tabel kebenaran sebagai berikut.

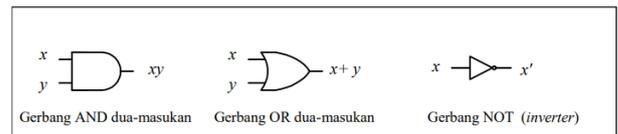
x	y	z	Minterm		Maxterm	
			Suku	Lambang	Suku	Lambang
0	0	0	$x'y'z'$	$m_0$	$x + y + z$	$M_0$
0	0	1	$x'y'z$	$m_1$	$x + y + z'$	$M_1$
0	1	0	$x'y z'$	$m_2$	$x + y' + z$	$M_2$
0	1	1	$x'y z$	$m_3$	$x + y' + z'$	$M_3$
1	0	0	$x y'z'$	$m_4$	$x' + y + z$	$M_4$
1	0	1	$x y'z$	$m_5$	$x' + y + z'$	$M_5$
1	1	0	$x y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

Tabel 2.4 Tabel Kebenaran Beserta Minterm dan Maxterm  
Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian1.pdf)

### D. Rangkaian Logika

Rangkaian logika merupakan bentuk representasi dari suatu fungsi Boolean berupa gerbang logika. Rangkaian logika terdiri dari masukan, gerbang, dan keluaran. Masukan dan keluaran rangkaian logika merupakan variabel peubah fungsi, sedangkan gerbang logika merepresentasikan operator yang digunakan. Jenis-jenis gerbang logika dasar antara lain gerbang AND untuk operasi perkalian, gerbang OR untuk operasi penjumlahan, dan gerbang NOT untuk komplemen.

Berikut adalah penggambaran gerbang logika dasar untuk dua variabel peubah  $x$  dan  $y$ .

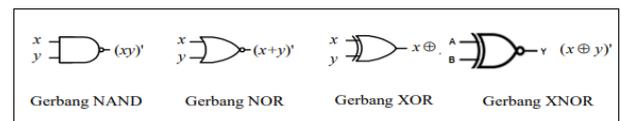


Gambar 2.1 Gerbang Logika Dasar

Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian1.pdf)

Selain ketiga gerbang logika tersebut, masih ada gerbang logika turunan, yaitu gerbang NAND untuk komplemen dari operasi perkalian, gerbang NOR untuk komplemen dari operasi penjumlahan, gerbang XOR untuk operator  $\oplus$ , serta gerbang XNOR untuk komplemen dari operasi  $\oplus$ .

Berikut adalah penggambaran gerbang logika turunan untuk dua variabel peubah  $x$  dan  $y$ .



Gambar 2.2 Gerbang Logika Turunan

Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian1.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian1.pdf)

### E. Minimisasi Fungsi Boolean dengan Peta Karnaugh

Fungsi Boolean dapat diubah ke dalam bentuk yang lebih sederhana. Penyederhanaan atau minimisasi fungsi Boolean menghasilkan fungsi Boolean yang ekuivalen dengan fungsi

asalnya namun dengan jumlah literal atau operasi yang lebih sedikit. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan rangkaian logika yang akan dibuat.

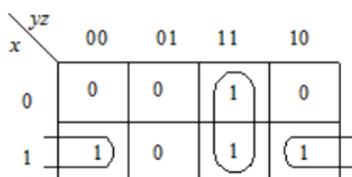
Terdapat beberapa metode untuk menyederhanakan fungsi Boolean, salah satunya dengan metode peta Karnaugh. Peta Karnaugh atau *K-map* adalah metode yang ditemukan oleh Maurice Karnaugh (1953) [6]. Peta Karnaugh merupakan peta bujursangkar yang terdiri dari beberapa kotak yang saling bersisian. Setiap kotak pada peta Karnaugh merupakan representasi dari sebuah *minterm*. Kotak yang menyatakan *minterm* dari suatu fungsi berisi '1', sedangkan kotak lainnya akan berisi '0'.

Setelah seluruh kotak pada peta Karnaugh terisi, dapat dilakukan minimisasi fungsi Boolean dengan cara mengelompokkan kotak-kotak yang bernilai '1'. Kotak-kotak bernilai '1' dapat dikelompokkan apabila posisinya berdekatan membentuk pasangan dua kotak, empat kotak, atau delapan kotak.

Misalkan fungsi Boolean

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

akan dibuat peta Karnaugh sebagai berikut.



Gambar 2.3 Peta Karnaugh

Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-\(2020\)-bagian2.pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Aljabar-Boolean-(2020)-bagian2.pdf)

Berdasarkan peta Karnaugh pada Gambar 2.3, bentuk sederhana dari fungsi *f* adalah sebagai berikut.

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

Dengan demikian, fungsi *f* disederhanakan menggunakan metode peta Karnaugh.

### F. Faktor Risiko Diabetes Mellitus

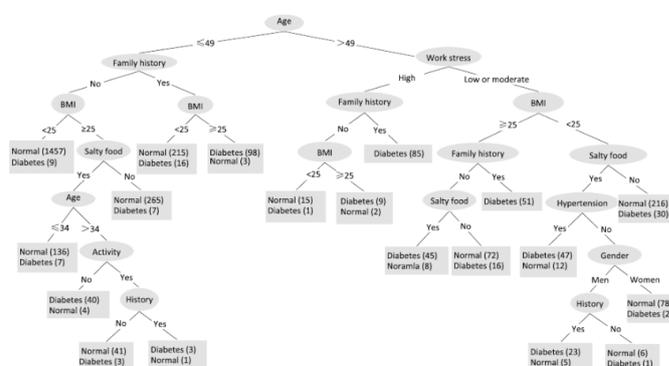
Potensi seseorang menderita diabetes mellitus dapat diketahui dari beberapa faktor risiko. Penderita diabetes mellitus tipe 1 cenderung memiliki beberapa faktor risiko, yaitu anak-anak hingga 14 tahun, riwayat keturunan diabetes mellitus tipe 1, menderita penyakit autoimun dan penyakit akibat infeksi virus, serta mengalami cedera pada pankreas. Namun, penderita diabetes mellitus tipe 2 cenderung memiliki beberapa faktor risiko yang berbeda, seperti berusia di atas 45 tahun, riwayat keturunan diabetes mellitus tipe 2, kurang aktivitas fisik, obesitas atau berat badan berlebih, serta menderita hipertensi [3].

Berdasarkan penelitian oleh Dongmei Pei, dkk. [7], terdapat beberapa faktor yang bisa menentukan potensi seseorang menderita diabetes mellitus. Faktor-faktor risiko yang diamati adalah sebagai berikut.

1. Usia

2. Jenis kelamin
3. Indeks massa tubuh / *body mass index* (BMI)
4. Menderita hipertensi atau tekanan darah tinggi
5. Memilih makanan asin
6. Riwayat keturunan diabetes mellitus
7. Aktivitas fisik
8. Tingkat stress

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, Dongmei Pei, dkk. [7], merancang suatu pohon keputusan untuk menentukan potensi seseorang menderita diabetes.



Gambar 2.4 Pohon Keputusan Risiko Diabetes Mellitus

Sumber: [7]

[https://www.researchgate.net/publication/331724489\\_Accurate\\_and\\_rapid\\_screening\\_model\\_for\\_potential\\_diabetes\\_mellitus](https://www.researchgate.net/publication/331724489_Accurate_and_rapid_screening_model_for_potential_diabetes_mellitus)

Pohon keputusan pada Gambar 2.4 menggambarkan perbandingan banyaknya orang yang menderita diabetes mellitus dengan yang tidak menderita diabetes mellitus dengan faktor-faktor risiko yang sama. Berdasarkan perbandingan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa beberapa faktor merupakan penentu potensi diabetes mellitus adalah ketika banyak penderita diabetes mellitus dengan faktor-faktor tersebut lebih banyak daripada bukan penderitanya secara signifikan. Misalnya, orang berusia di bawah atau sama dengan 49 tahun yang memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, serta indeks massa tubuh berlebih ( $\geq 25$ ) berpotensi menderita diabetes mellitus.

### III. PEMBAHASAN

Berdasarkan faktor-faktor risiko pada landasan teori, proses skrining diabetes mellitus dapat memanfaatkan penerapan logika aljabar Boolean. Terdapat delapan faktor yang diwakilkan oleh variabel-variabel sebagai berikut.

Variabel	Faktor Risiko
<i>s</i>	<i>s</i> = 1 untuk usia > 49 tahun <i>s</i> = 0 untuk usia ≤ 49 tahun
<i>t</i>	<i>t</i> = 1 untuk memiliki riwayat keturunan diabetes <i>t</i> = 0 untuk tidak memiliki riwayat keturunan diabetes
<i>u</i>	<i>u</i> = 1 untuk tingkat stress tinggi <i>u</i> = 0 untuk tingkat stress rendah atau sedang
<i>v</i>	<i>v</i> = 1 untuk BMI ≥ 25 <i>v</i> = 0 untuk BMI < 25
<i>w</i>	<i>w</i> = 1 untuk memilih makanan asin <i>w</i> = 0 untuk tidak memilih makanan asin
<i>x</i>	<i>x</i> = 1 untuk penderita hipertensi <i>x</i> = 0 untuk bukan penderita hipertensi

$y$	$y = 1$ untuk aktivitas fisik yang kurang $y = 0$ untuk aktivitas fisik yang cukup
$z$	$z = 1$ untuk jenis kelamin perempuan $z = 0$ untuk jenis kelamin laki-laki

Tabel 3.1 Variabel dan Representasi Faktor Risiko Diabetes Mellitus

Adapun fungsi Boolean untuk menentukan potensi diabetes mellitus dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Dongmei Pei, dkk. [7]. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat delapan kombinasi faktor risiko yang menentukan potensi diabetes mellitus.

Ekspresi Boolean	Faktor Risiko
$s'tv$	Usia $\leq 49$ tahun, memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, dan BMI $\geq 25$ .
$s't'vwy$	Usia $\leq 49$ tahun, tidak memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, BMI $\geq 25$ , memilih makanan asin, dan kurang aktivitas fisik.
$su'v'wx$	Usia $> 49$ tahun, tingkat stress rendah atau sedang, BMI $< 25$ , memilih makanan asin, dan memiliki hipertensi.
$stu'v'wx'z'$	Usia $> 49$ tahun, memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, tingkat stress rendah atau sedang, BMI $< 25$ , memilih makanan asin, tidak menderita hipertensi, dan jenis kelamin laki-laki.
$stu'v$	Usia $> 49$ tahun, memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, tingkat stress rendah atau sedang, dan BMI $\geq 25$ .

$st'u'vw$	Usia $> 49$ tahun, tidak memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, tingkat stress rendah atau sedang, BMI $\geq 25$ , dan memilih makanan asin.
$stu$	Usia $> 49$ tahun, memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, dan tingkat stress tinggi.
$st'uv$	Usia $> 49$ tahun, tidak memiliki riwayat keturunan diabetes mellitus, tingkat stress tinggi, dan BMI $\geq 25$ .

Tabel 3.2 Kombinasi Faktor Risiko Diabetes Mellitus

Berdasarkan Tabel 3.2, diperoleh fungsi Boolean sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 f(s, t, u, v, w, x, y, z) &= s'tv + s't'vwy + su'v'wx + stu'v'wx'z' \\
 &\quad + stu'v + st'u'vw + stu + st'uv
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Fungsi  $f(s, t, u, v, w, x, y, z)$  akan bernilai 1 jika seseorang berpotensi menderita diabetes mellitus, dan bernilai 0 jika seseorang tidak berpotensi menderita diabetes mellitus.

Langkah selanjutnya adalah merepresentasikan fungsi Boolean  $f(s, t, u, v, w, x, y, z)$  ke dalam bentuk peta Karnaugh ( $K-map$ ). Peta Karnaugh yang dirancang berukuran  $16 \times 16$ . Baris pada peta Karnaugh merepresentasikan variabel  $s, t, u$ , dan  $v$ , sedangkan kolom merepresentasikan variabel  $w, x, y$ , dan  $z$ . Masing-masing kotak saling bersisian satu dengan yang lainnya sehingga proses minimisasi dapat dilakukan dengan mudah.

stuv/wxyz	0 0 0 0	0 1 0 0	0 1 1 0	0 0 1 0	0 0 1 1	0 0 0 1	0 1 0 1	0 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 0	1 0 1 0	1 0 1 1	1 1 0 1	1 1 0 0	1 1 0 0	1 0 0 0
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 1 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0 1 0 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0 1 1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 1 0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 0 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 0 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0

Gambar 3.1 Peta Karnaugh Skrining Diabetes Mellitus

Setelah merancang peta Karnaugh seperti pada Gambar 3.1, tahap selanjutnya adalah tahap minimisasi fungsi Boolean dengan memanfaatkan peta Karnaugh. Proses minimisasi

dilakukan dengan cara mengelompokkan kotak-kotak bernilai 1 yang bersisian.

stuv/wxyz	0 0 0 0	0 1 0 0	0 1 1 0	0 0 1 0	0 0 1 1	0 0 0 1	0 1 0 1	0 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 0	1 0 1 0	1 0 1 1	1 0 0 1	1 1 0 1	1 1 0 0	1 0 0 0
0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 1 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0 0 1 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0 1 0 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0 1 1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 1 0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 0 1 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 0 1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 0 0 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 0 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1 0 0 0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0

Gambar 3.2 Proses Minimisasi Fungsi Boolean dengan Peta Karnaugh

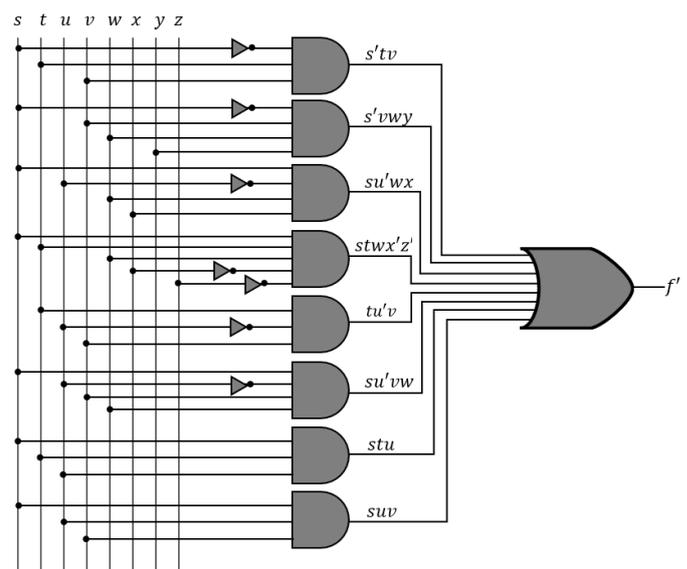
Gambar 3.2 menunjukkan kelompok kotak-kotak bernilai 1 yang bersisian. Terdapat empat kelompok berukuran  $2 \times 16$ , dua kelompok berukuran  $4 \times 4$ , satu kelompok berukuran  $2 \times 8$ , dan satu kelompok berukuran  $2 \times 2$ . Pada Gambar 3.2 terlihat bahwa kotak-kotak yang bersisian tidak selalu harus berupa kotak yang berdampingan. Pada dasarnya, untuk peta Karnaugh  $16 \times 16$ , kotak yang bersisian merupakan kotak yang memiliki minimal tiga digit yang sama. Misalnya baris 0101 bersisian dengan baris 1101 karena terdapat tiga digit yang sama, yaitu tiga buah digit terakhir.

Dengan demikian, fungsi Boolean  $f(s, t, u, v, w, x, y, z)$  dapat disederhanakan menjadi fungsi  $f'(s, t, u, v, w, x, y, z)$  sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 f'(s, t, u, v, w, x, y, z) &= s'tv + s'vwy + su'wx + stwx'z' \\
 &+ tu'v + su'vw + stu + suv
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Berdasarkan fungsi Boolean ini, dapat diketahui apakah seseorang berpotensi menderita diabetes mellitus. Dengan memasukkan nilai 0 atau 1 kepada variabel-variabel pada fungsi  $f'(s, t, u, v, w, x, y, z)$ , dapat ditentukan hasil skrining. Jika fungsi menghasilkan nilai 0, maka orang tersebut tidak berpotensi menderita diabetes mellitus. Namun, jika fungsi menghasilkan nilai 1, maka orang tersebut berpotensi menderita diabetes mellitus dan disarankan untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut untuk mendapatkan penanganan sedini mungkin.

Fungsi Boolean yang telah disederhanakan tersebut dapat direpresentasikan dalam bentuk rangkaian / gerbang logika. Berikut merupakan diagram dari gerbang logika fungsi Boolean untuk skrining diabetes mellitus.



Gambar 3.3 Gerbang Logika Skrining Diabetes Mellitus

Untuk membantu proses skrining diabetes mellitus, dibuat sebuah program sederhana berdasarkan fungsi Boolean di atas. Program sederhana ini merupakan program berbasis CLI (*command line interface*) yang ditulis dalam bahasa pemrograman Python. Program akan mencetak pertanyaan-pertanyaan terkait faktor-faktor risiko diabetes mellitus kemudian meminta masukan jawaban dari pengguna. Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan pertanyaan dengan jawaban ya atau tidak. Jika pengguna ingin menjawab ya, maka pengguna dapat mengetikkan “y” pada program, atau “n” jika pengguna ingin menjawab tidak.

```

PS D:\kuliah\smt_3\IF2120_Matematika_Diskrit\makalah\code> python skrining_diabetes.py
Screening Diabetes Mellitus

Apakah umur Anda lebih dari 49 tahun? (y/n) : n
Apakah Anda memiliki keturunan diabetes? (y/n) : y
Apakah Anda stress karena pekerjaan? (y/n) : y
Apakah BMI Anda di atas normal (25)? (y/n) : y
Apakah Anda cenderung suka makanan asin? (y/n) : n
Apakah Anda memiliki tekanan darah tinggi? (y/n) : n
Apakah Anda tidak melakukan aktivitas fisik? (y/n) : n
Apakah Anda berjenis kelamin perempuan? (y/n) : y

Anda berpotensi menderita diabetes mellitus. Harap segera melakukan pemeriksaan lanjut.
  
```

Gambar 3.4 Tampilan Program Skrining Diabetes Mellitus: Hasil Berpotensi Menderita Diabetes Mellitus

```
PS D:\kuliah\smt 3\IF2120 Matematika Diskrit\makalah\code> python skrining_diabetes.py
Screening Diabetes Mellitus

Apakah umur Anda lebih dari 49 tahun? (y/n)      : y
Apakah Anda memiliki keturunan diabetes? (y/n)   : n
Apakah Anda stress karena pekerjaan? (y/n)       : n
Apakah BMI Anda di atas normal (25)? (y/n)       : n
Apakah Anda cenderung suka makanan asin? (y/n)  : y
Apakah Anda memiliki tekanan darah tinggi? (y/n) : n
Apakah Anda tidak melakukan aktivitas fisik? (y/n) : n
Apakah Anda berjenis kelamin perempuan? (y/n)   : y

Anda tidak berpotensi menderita diabetes mellitus.
```

**Gambar 3.5 Tampilan Program Skrining Diabetes Mellitus: Hasil Tidak Berpotensi Menderita Diabetes Mellitus**

Algoritma dari program skrining ini cukup sederhana. Pertama, program meminta masukan (*input*) dari pengguna berupa *string*. Lalu, akan dilakukan validasi terhadap masukan dari pengguna. Apabila pengguna memasukkan *input* yang tidak valid, yaitu *input* selain “y” atau “n”, maka program akan terus meminta *input* hingga masukan pengguna valid.

```
PS D:\kuliah\smt 3\IF2120 Matematika Diskrit\makalah\code> python skrining_diabetes.py
Screening Diabetes Mellitus

Apakah umur Anda lebih dari 49 tahun? (y/n)      : tidak
Input tidak valid! Silakan input kembali: no
Input tidak valid! Silakan input kembali: n
Input tidak valid! Silakan input kembali: n
Apakah Anda memiliki keturunan diabetes? (y/n)   :
```

**Gambar 3.6 Tampilan Program Skrining Diabetes Mellitus: Input Tidak Valid**

Setelah menerima dan menyimpan masukan dari pengguna, program akan menerjemahkan karakter “y” dan “n” ke dalam bentuk Boolean. Jika masukan pengguna adalah “y”, maka program akan mengenalinya sebagai “True”. Jika masukan pengguna adalah “n”, maka program akan mengenalinya sebagai “False”. Lalu, fungsi Boolean  $f'(s, t, u, v, w, x, y, z)$  dapat diimplementasikan ke dalam program. Jika hasil dari fungsi Boolean bernilai “True”, maka orang tersebut berpotensi menderita diabetes mellitus dan disarankan untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut. Namun, jika hasil dari fungsi Boolean bernilai “False”, maka orang tersebut tidak berpotensi menderita diabetes mellitus.

Berikut merupakan kode dari program skrining diabetes mellitus.

```
# Fungsi
def isCharValid(c):
    if (c=='y' or c=='n'):
        return True
    else:
        return False

def inputValid(var):
    var = input("")
    while (not isCharValid(var)):
        var = input("Input tidak valid! Silakan input kembali: ")
    return var

def strToBool(c):
    if (c != "y"):
        return False
    else:
        return True

# Program Utama
print("Screening Diabetes Mellitus",end='\n\n')

s,t,u,v,w,x,y,z = '','','','','','','',''

print("Apakah umur Anda lebih dari 49 tahun? (y/n)      :
",end='')
s=inputValid(s)
isS = strToBool(s)

print("Apakah Anda memiliki keturunan diabetes? (y/n)   :
",end='')
t=inputValid(t)
isT = strToBool(t)
```

```
print("Apakah Anda stress karena pekerjaan? (y/n)      :
",end='')
u=inputValid(u)
isU = strToBool(u)

print("Apakah BMI Anda di atas normal (25)? (y/n)      :
",end='')
v=inputValid(v)
isV = strToBool(v)

print("Apakah Anda cenderung suka makanan asin? (y/n)  :
",end='')
w=inputValid(w)
isW = strToBool(w)

print("Apakah Anda memiliki tekanan darah tinggi? (y/n) :
",end='')
x=inputValid(x)
isX = strToBool(x)

print("Apakah Anda tidak melakukan aktivitas fisik? (y/n) :
",end='')
y=inputValid(y)
isY = strToBool(y)

print("Apakah Anda berjenis kelamin perempuan? (y/n)   :
",end='')
z=inputValid(z)
isZ = strToBool(z)

# s'tv + s'vwy + su'wx + stwx'z' + tu'v + su'vw + stu + suv
check1 = isS==False and isT==True and isV==True
check2 = isS==False and isV==True and isW==True and isY==True
check3 = isS==True and isU==False and isW==True and isX==True
check4 = isS==True and isT==True and isW==True and isX==False and
isZ==False
check5 = isT==True and isU==False and isV==True
check6 = isS==True and isU==False and isV==True and isW==True
check7 = isS==True and isT==True and isU==True
check8 = isS==True and isU==True and isV==True

# Output
print()
if (check1 or check2 or check3 or check4 or check5 or check6 or
check7 or check8):
    print("Anda berpotensi menderita diabetes mellitus. Harap segera
melakukan pemeriksaan lanjut.")
else:
    print("Anda tidak berpotensi menderita diabetes mellitus.")
```

Perlu diperhatikan bahwa hasil skrining diabetes mellitus tidak dapat menjamin apakah seseorang benar-benar menderita diabetes mellitus atau tidak. Hal ini terjadi karena proses skrining dengan aljabar Boolean hanya dilakukan dengan memantau faktor-faktor risiko diabetes mellitus berdasarkan data survey. Hasil dari perhitungan fungsi Boolean ini berdasarkan data mayoritas, sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa seseorang tidak menderita diabetes mellitus meskipun hasil skrining menunjukkan potensi diabetes mellitus. Sebaliknya, hasil skrining dapat menunjukkan seseorang tidak berpotensi menderita diabetes mellitus, tetapi hasil pemeriksaan yang lebih akurat menunjukkan bahwa orang tersebut didiagnosis menderita diabetes mellitus.

## V. SIMPULAN

Aljabar Boolean dapat dimanfaatkan untuk membantu proses skrining diabetes mellitus berdasarkan faktor-faktor risiko, seperti usia, riwayat keturunan diabetes mellitus, tingkat stress, indeks massa tubuh (BMI), pola makan memilih makanan asin, riwayat menderita hipertensi, pola hidup kurang aktivitas fisik, serta jenis kelamin. Seluruh faktor tersebut direpresentasikan dengan nilai 0 atau 1 ke dalam variabel-variabel fungsi Boolean. Didapatkan bahwa kombinasi dari faktor-faktor risiko tertentu menunjukkan bahwa seseorang berpotensi menderita diabetes mellitus. Jika hasil dari fungsi Boolean bernilai 1, maka orang tersebut berpotensi menderita diabetes mellitus, sedangkan jika hasil bernilai 0, maka orang tersebut tidak berpotensi menderita

diabetes mellitus. Akan tetapi, hasil skrining tidak dapat menjamin apakah seseorang menderita diabetes mellitus atau tidak, sehingga diperlukan pemeriksaan lanjut untuk memastikan apakah seseorang terkena diabetes mellitus atau tidak.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, penyertaan, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah berjudul “Penerapan Aljabar Boolean untuk Tahap Awal Skrining Diabetes Mellitus”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh dukungan yang diberikan terhadap penulis dalam penulisan makalah ini, yaitu kepada:

1. Ibu Dr. Nur Ulfa Maulidevi, Bapak Dr. Rinaldi Munir, serta Ibu Dr. Fariska Zakhralativa Ruskanda, sebagai dosen-dosen pengajar IF2120 Matematika Diskrit, atas bimbingan, pengajaran, dan ilmu yang telah dibagikan kepada penulis serta teman-teman mahasiswa Teknik Informatika,
2. Teman-teman saya yang telah membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan makalah ini,
3. Orang tua saya yang selalu memberikan dukungan hingga saat ini, dan
4. Para penulis jurnal dan artikel mengenai diabetes mellitus serta aljabar Boolean yang karyanya penulis jadikan referensi dan acuan dalam penulisan makalah ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga makalah ini dapat bermanfaat.

## REFERENSI

- [1] World Health Organization, “Diabetes.” <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>. (diakses pada 10 Desember 2022)
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Penyakit Diabetes Mellitus.” <https://p2ptm.kemkes.go.id/informasi-p2ptm/penyakit-diabetes-mellitus>. (diakses pada 10 Desember 2022)
- [3] dr. Pittara, “Diabetes.” Alodokter. <https://www.alodokter.com/diabetes>. (diakses pada 10 Desember 2022)
- [4] International Diabetes Federation. “IDF Diabetes Atlas”. 6th ed. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation; 2013.
- [5] Akram T. Kharroubi dan Hisham M. Darwish, “Diabetes Mellitus: The Epidemic of the Century,” 2015. DOI: 10.4239/wjd.v6.i6.850
- [6] Rinaldi Munir, “Aljabar Boolean.” Homepage Rinaldi Munir. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika (STEI) ITB. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2022-2023/matdis22-23.htm> (diakses 10 Desember 2022)
- [7] Dongmei Pei, dkk., “Accurate and rapid screening model for potential diabetes mellitus,” 2019. DOI:10.1186/s12911-019-0790-3.

## 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 2022



Arleen Chrysantha Gunardi (NIM. 13521059)