

Penerapan *Karnaugh Map* dengan Dasar Aljabar *Boolean* untuk Mendiagnosa Penyakit

Qirana Azmil Zamhur*, Gani Gunawan, Respitawulan

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*qiranaazmill@gmail.com, ggani9905@gmail.com, respitawulan@unisba.ac.id

Abstract. One application of an expert system using the Karnaugh Map or commonly referred to as the K-Map is to make a conclusion on the results of diagnosing the symptoms of a disease. How can this system be used to draw conclusions from the diagnostic results? This article was written to introduce a way of making a conclusion from the arrangement of several symptoms of a disease. The way to do this is to create a user interface for the symptoms of the disease using a K-Map based on a predetermined diagnosis. Simplify K-Map to shorten the diagnostic process or generate conclusions in the process of creating a user interface. The case examples used in this article are several diseases that have similarities in the results of the diagnosis of symptoms. Based on the results of the work, it was found that K-Maps for three types of diseases along with their logic gates and K-Maps can speed up the process of generating conclusions in the form of diagnoses using Microsoft Access.

Keywords: *K-Map, diagnose diseases, user interface.*

Abstrak. Salah satu penerapan sistem pakar dengan menggunakan *Karnaugh Map* atau yang biasa disebut dengan K-Map adalah untuk membuat suatu kesimpulan hasil dari diagnosa gejala suatu penyakit. Bagaimanakah sistem tersebut dapat dilakukan untuk mendapat kesimpulan hasil diagnosa. Artikel ini ditulis untuk memperkenalkan suatu cara dalam membuat suatu kesimpulan dari susunan beberapa gejala suatu penyakit. Cara yang dilakukan adalah dengan membuat *user interface* gejala penyakit tersebut menggunakan K-Map berdasar pada diagnosa yang telah ditentukan sebelumnya. Penyederhanaan K-Map dilakukan untuk mempersingkat proses diagnosa atau menghasilkan kesimpulan dalam proses membuat *user interface*. Adapun contoh kasus yang digunakan dalam artikel ini adalah beberapa penyakit yang mempunyai kemiripan dalam hasil diagnosa gejalanya. Berdasarkan hasil pengerjaan didapatkan K-Map untuk tiga macam penyakit beserta gerbang logikanya serta K-Map juga dapat mempercepat proses dalam menghasilkan kesimpulan berupa diagnosa menggunakan Microsoft Access.

Kata Kunci: *K-Map, diagnosa penyakit, antarmuka pengguna.*

A. Pendahuluan

Sistem pakar memiliki aturan *IF-THEN* yang mendefinisikan hubungan logis antara masalah yang ditentukan. Untuk menyederhanakan fungsi logis dapat menggunakan *Karnaugh Map* (K-Map) dengan cara menyederhanakan fungsi Boolean. K-Map merupakan diagram yang merepresentasikan sebuah tabel kebenaran. Dalam membuat K-Map pada kasus dengan n buah variabel akan dibutuhkan $2n$ baris tabel [1].

Teknik Aljabar Boolean dan K-Map telah digunakan dalam dunia kedokteran. Rushdi yang menunjukkan kegunaan K-Map untuk menggabungkan kumpulan data klinis seperti gejala penyakit, K-Map berfungsi sebagai alat bantuan untuk metode statistik [2]. Dalam praktik medis standar, istilah “positif” mengacu pada adanya kondisi yang merugikan seperti adanya penyakit, sedangkan istilah sebaliknya “negatif” mengacu pada tidak adanya kondisi tersebut. Secara matematis, himpunan yang digunakan dalam jargon medis yaitu himpunan $\{0,1\}$ [2]. Pada penelitian sebelumnya oleh Menur pada tahun 2019 telah dilakukan penelitian mengenai penyederhanaan fungsi Boolean untuk mendapatkan *reduce rule base* dengan menggunakan K-Map pada penyakit gizi buruk pada balita [3].

Penyakit yang akan dibahas sebagai contoh kasus pada penelitian ini adalah gagal ginjal akut pada anak. Penyakit ini dipilih karena gangguan gagal ginjal akut pada anak memiliki kemiripan gejala dengan ISPA dan Infeksi Saluran Cerna. Lebih lanjut, jumlah penderita gangguan ginjal akut pada anak di Indonesia meningkat drastis pada tahun 2022 dan mencapai 255 kasus per 24 Oktober 2022 [4]. Berdasarkan latar belakang yang dijabarkan perlu diteliti bagaimana K-Map dapat mempersingkat proses diagnosa penyakit menggunakan Microsoft Access dalam membuat *user interface*.

B. Metodologi Penelitian

Pengumpulan data diambil dari Surat Keputusan Kementerian Kesehatan RI yang berisi beberapa gejala penyakit gangguan ginjal akut pada anak seperti anak usia kurang dari 18 tahun, demam 7-14 hari, muntah, diare, batuk, dan pilek [5]. Data gejala yang diperoleh akan menjadi bahan untuk membuat penyederhanaan fungsi Boolean menggunakan K-Map. Beberapa kemungkinan gejala akan menghasilkan 0 dan 1 yang artinya jika nilainya 1 maka akan terjadi gejala, dan jika nilainya 0 tidak terjadi gejala.

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam setelah mendapatkan data, yaitu:

1. Menentukan peubah untuk masing-masing penyakit dan gejala berdasarkan pengertian fungsi Boolean, yakni
Fungsi Boolean disebut juga fungsi biner adalah pemetaan dari B^n ke B melalui ekspresi Boolean atau ditulis

$$f: B^n \rightarrow B$$
 B^n adalah himpunan yang beranggotakan pasangan terurut n unsur (*ordered n -tuple*) dari lapangan B [6].
2. Menentukan relasi nilai nyata dan nilai Boolean dengan memandang gejala-gejala yang muncul pada penyakit merupakan unsur dari B^6 dengan nilai 1 menunjukkan adanya gejala pada penyakit tersebut, dan nilai 0 menunjukkan tidak terdapat gejala pada penyakit tersebut.
3. Menggambar K-Map dengan 2^n yaitu $2^6 = 64$ sel dengan *minterm* yang berasal dari tabel kebenaran.
4. Menyederhanakan K-Map untuk membuat *rules*
5. *User Interface*

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Untuk penggunaan K-Map dengan dasar aljabar Boolean pada bahasan ini, merujuk pada pengertian fungsi Boolean, maka peubah yang akan digunakan yaitu $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ dan y_1, y_2, y_3 .

Penyakit gagal ginjal akut pada anak

Terdapat tiga penyakit yang terjadi pada gangguan gagal ginjal akut pada anak yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penyakit

Simbol penyakit	Nama Output
y_1	Gangguan gagal ginjal akut pada anak
y_2	Infeksi saluran cerna
y_3	ISPA

Gejala gagal ginjal akut

Dari dua penyakit yang ada pada gangguan gagal ginjal akut, terdapat beberapa gejala pada masing-masing penyakit yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Gejala

Simbol	Gejala	Penjelasan
x_1	Demam	Demam dalam 3 – 5 hari
x_2	Muntah	Anak muntah-muntah
x_3	Diare	Anak mengalami diare
x_4	Batuk	Batuk yang tak kunjung sembuh
x_5	Pilek	Pilek yang tak kunjung sembuh
x_6	Volume urine berkurang	Volume urine anak berkurang

Penjelasan input dan output

Penjelasan simbol dari Tabel 3 gejala diberikan nilai 1 atau 0 yang artinya adalah jika nilainya 1, maka terjadi gejala, dan jika nilainya 0 maka tidak terjadi gejala.

Tabel 3. Penjelasan Nilai Input dan Output

No	Gejala	Penjelasan
1	x_1	Demam dalam 3 – 5 hari? (1/0)
2	x_2	Anak muntah-muntah? (1/0)
3	x_3	Anak mengalami diare? (1/0)
4	x_4	Batuk yang tak kunjung sembuh? (1/0)
5	x_5	Pilek yang tak kunjung sembuh? (1/0)
6	x_6	Volume urine anak berkurang? (1/0)

Tabel relasi nilai nyata dan nilai Boolean

Dari Tabel 3 akan diperiksa apakah *input* dan *output* sesuai dengan tabel relasi yang akan ditunjukkan pada tabel 4. Pada tabel 4, nilai 1 menunjukkan adanya gejala pada penyakit tersebut, dan nilai 0 menunjukkan tidak terdapat gejala pada penyakit tersebut.

Tabel 3. Relasi nilai nyata dan nilai Boolean

No	Gejala	y_1	y_2	y_3
1	x_1	1	1	1
2	x_2	1	1	0
3	x_3	1	1	0
4	x_4	1	0	1
5	x_5	1	0	1
6	x_6	1	1	1

K-Map

Informasi mengenai gejala umum gangguan gagal ginjal akut dan gejala penyakit serupa dikumpulkan terlebih dahulu untuk memilih input dan output yang diinginkan. Gejala gangguan gagal ginjal akut yang paling umum adalah demam, muntah, diare, batuk, pilek, dan volume urine berkurang yang diwakilkan oleh variabel $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$. Variabel keluaran y_1, y_2 dan y_3 ditugaskan untuk mewakili penyakit yaitu penyakit gangguan gagal ginjal akut, infeksi saluran cerna, dan ISPA.

Tabel 5 menunjukkan tabel kebenaran yang dibangun berdasarkan 2^6 gejala gangguan gagal ginjal akut pada anak yang paling umum sebagai input dan penyakit serupa sebagai output. Berdasarkan tabel kebenaran, *minterm* ditentukan dan digunakan untuk menghasilkan K-Map. *Minterm* adalah produk yang menempati sel tertentu, dan penting untuk mengelompokkannya untuk mencapai istilah yang diminimalkan. Maka fungsi dari ekspresi booleannya adalah :

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \text{ untuk gangguan gagal ginjal akut}$$

$$f(x_1, x_2, x_3, x_6) = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_6 \text{ untuk Infeksi saluran cerna}$$

$$f(x_1, x_4, x_5, x_6) = x_1 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 \text{ untuk ISPA}$$

Atau lebih lengkapnya dalam tabel kebenaran yang akan ditandai dengan 1 jika terdapat gejala dan 0 jika tidak terdapat gejala.

Tabel 4. Tabel Kebenaran

m	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y_1	y_2	y_3
m_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
m_1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
m_2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
m_3	0	0	0	0	1	1	0	0	0
m_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0
\vdots									
m_{59}	1	1	1	0	1	1	0	1	0
m_{60}	1	1	1	1	0	0	0	0	0
m_{61}	1	1	1	1	0	1	0	1	0
m_{62}	1	1	1	1	1	0	0	0	0
m_{63}	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Sesudah dibuat tabel kebenaran, akan dibuat K-Map dengan jumlah kotak $2^6 = 64$ variabel *input*. Selanjutnya mengelompokkan *minterm-minterm* yang berdekatan dengan banyaknya anggota kelompok 1, 2, atau 4 seperti pada Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8. Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi setiap kombinasi variabel *input* dan hasil ini sesuai dengan hasil yang diinginkan pada tabel kebenaran.

Tabel 5. K-Map untuk y_1 (Gangguan Gagal Ginjal Akut)

$x_1x_2x_3$	$x_4x_5x_6$							
	000	001	011	010	100	101	111	110
000	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	0	0	0	0	0	0
011	0	0	0	0	0	0	0	0
010	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	1	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0

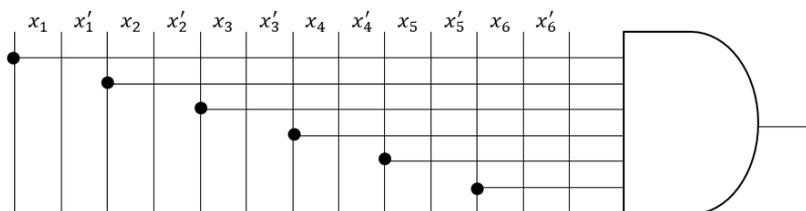
Didapat bentuk sederhana dari fungsi Boolean

$$f(x_1x_2x_3x_4x_5x_6) = m_{63}$$

dalam bentuk SOP nya adalah:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = x_1x_2x_3x_4x_5x_6$$

Dari K-Map untuk y_1 pada Tabel 6 didapatkan $y_1 = x_1x_2x_3x_4x_5x_6$, yakni y_1 adalah gangguan gagal ginjal akut pada anak dan $x_1x_2x_3x_4x_5x_6$ merupakan gejala dari penyakit gangguan ginjal akut.



Gambar 1. Gerbang Logika y_1

Tabel 6. K-Map untuk y_2 (Infeksi Saluran Cerna)

$x_4x_5x_6$	$x_1x_2x_3$							
	000	001	011	010	100	101	111	110
000	0	0	0	0	0	0	0	0
001	0	0	0	0	0	0	0	0
011	0	0	0	0	0	0	0	0
010	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	1	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0

Didapat bentuk sederhana dari fungsi Boolean

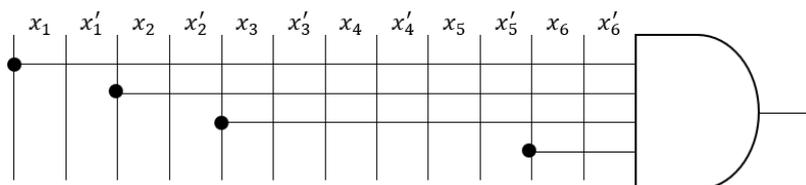
$$f(x_1x_2x_3x_4x_5x_6) = m_{57} + m_{59} + m_{61} + m_{63}$$

dalam bentuk SOP nya adalah:

$$y_2 = x_1x_2x_3x_4x_5x_6 + x_1x_2x_3x_4x_5x_6 + x_1x_2x_3x_4x_5x_6 + x_1x_2x_3x_4x_5x_6$$

$$y_2 = x_1x_2x_3x_6$$

Dari K-Map untuk y_2 pada Tabel 7 didapatkan $y_2 = x_1x_2x_3x_6$, yakni y_2 adalah gangguan infeksi saluran cerna dan $x_1x_2x_3x_6$ merupakan gejala dari penyakit infeksi saluran cerna.



Gambar 2. Gerbang Logika y_2

Tabel 7. K-Map untuk y_3 (ISPA)

$x_4x_5x_6$		$x_1x_2x_3$							
		000	001	011	010	100	101	111	110
000	0	0	0	0	0	0	0	0	
001	0	0	0	0	0	0	0	0	
011	0	0	0	0	0	0	0	0	
010	0	0	0	0	0	0	0	0	
100	0	0	0	0	0	0	1	0	
101	0	0	0	0	0	0	1	0	
111	0	0	0	0	0	0	1	0	
110	0	0	0	0	0	0	1	0	

Didapat bentuk sederhana dari fungsi Boolean

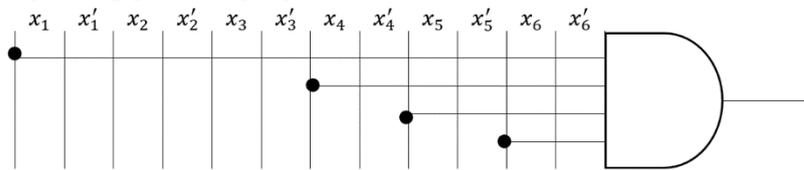
$$f(x_1x_2x_3x_4x_5x_6) = m_{39} + m_{47} + m_{55} + m_{63}$$

dalam bentuk SOP nya adalah:

$$y_3 = x_1x_2'x_3'x_4x_5x_6 + x_1x_2'x_3x_4x_5x_6 + x_1x_2x_3x_4x_5x_6 + x_1x_2x_3'x_4x_5x_6$$

$$y_3 = x_1x_4x_5x_6$$

Dari K-Map untuk y_3 pada Tabel 8 didapatkan $y_3 = x_1x_4x_5x_6$, yakni y_3 adalah ISPA dan $x_1x_4x_5x_6$ merupakan gejala dari penyakit ISPA.



Gambar 3. Gerbang Logika y_3

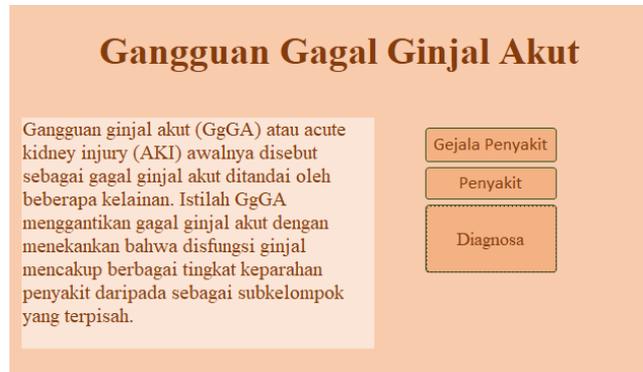
Rules

Beberapa contoh hasil representasi *rules* yang akan digunakan untuk membuat *user interface* tentang diagnosa penyakit yang disertai oleh gejala-gejala, yaitu:

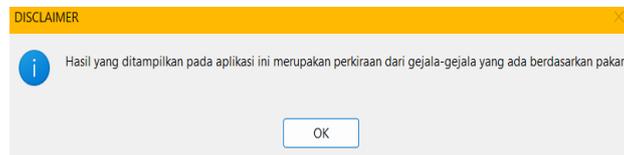
1. Contoh 1
 - If : Demam 3-5 hari
 - And : Muntah-muntah
 - And : Diare
 - And : Batuk
 - And : Pilek
 - And : Volume urine berkurang
 - Then : Gangguan gagal ginjal akut
2. Contoh 2
 - If : Demam 3-4 hari
 - And : Muntah-muntah
 - And : Diare
 - And : Volume urine berkurang
 - Then : Infeksi saluran cerna
3. Contoh 3
 - If : Demam 3-5 hari
 - And : Batuk
 - And : Pilek
 - And : Volume urine berkurang
 - Then : ISPA

Perancangan Desain *User Interface*

Desain *user interface* pada menu utama terdapat pilihan informasi seperti gejala penyakit, penyakit, dan diagnose, dapat dilihat pada Gambar 4. Sebelum menampilkan *form* diagnosa akan menampilkan *pop up message* berupa *disclaimer* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Form Utama



Gambar 5. *Pop Up Message Disclaimer*

Desain perancangan *user interface* konsultasi yang sekaligus menampilkan *output* hasil kesimpulan dari gejala-gejala yang dipilih, dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8. Sedangkan untuk Gambar 9, sistem tidak dapat menarik kesimpulan jika hanya memasukan satu gejala saja.



Gambar 6. Form Infeksi Saluran Cerna

DIAGNOSA PENYAKIT

pilih gejala :

Demam 3 - 5 hari	<input checked="" type="checkbox"/>
Muntah-muntah	<input checked="" type="checkbox"/>
Diare	<input checked="" type="checkbox"/>
Batuk	<input checked="" type="checkbox"/>
Pilek	<input checked="" type="checkbox"/>
Volume urine anak berkurang	<input checked="" type="checkbox"/>

Kesimpulan gejala : **Gangguan Gagal Ginjal Akut**

Diagnosa clear

Gambar 7. Form Gangguan Gagal Ginjal Akut

DIAGNOSA PENYAKIT

pilih gejala :

Demam 3 - 5 hari	<input checked="" type="checkbox"/>
Muntah-muntah	<input type="checkbox"/>
Diare	<input type="checkbox"/>
Batuk	<input checked="" type="checkbox"/>
Pilek	<input checked="" type="checkbox"/>
Volume urine anak berkurang	<input checked="" type="checkbox"/>

Kesimpulan gejala : **ISPA**

Diagnosa clear

Gambar 8. Form ISPA

DIAGNOSA PENYAKIT

pilih gejala :

Demam 3 - 5 hari	<input type="checkbox"/>
Muntah-muntah	<input type="checkbox"/>
Diare	<input checked="" type="checkbox"/>
Batuk	<input type="checkbox"/>
Pilek	<input type="checkbox"/>
Volume urine anak berkurang	<input type="checkbox"/>

Kesimpulan gejala : **Sistem tidak dapat menarik kesimpulan**

Diagnosa clear

Gambar 9. Form Sistem tidak dapat menarik kesimpulan

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan teori pada penelitian ini, K-Map dapat dimanfaatkan untuk membantu mempersingkat proses dalam membuat *interface* dalam mendiagnosa penyakit seperti gangguan gagal ginjal akut pada anak berdasarkan gejala-gejala yang muncul. Namun penggunaan K-Map masih belum bisa menjadi acuan karena ini hanya membantu *user* dalam menggunakan *interface* berdasarkan *rules* dari seorang pakar. Untuk lebih pasti dapat melakukan konsultasi langsung dengan dokter.

Acknowledge

Terima kasih disampaikan kepada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, serta pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] P. M. Wahyu, S. A. Cendekia dan K. A. Indah, "Implementasi Reduce Rule Based pada Balita Gizi Buruk di Kalimantan Barat," *Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan Teknologi (SNPMT II)*, 2019. Djaslim S. *Intisari Pemasaran dan Unsur-unsur Pemasaran*. Bandung: Linda Karya; 2003.
- [2] R. A. Rushdi dan A. M. Rushdi, "Karnaugh-Map Utility in Medical Studies: The Case of Fetal Malnutrition," *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, vol. 3, pp. 220-244, 2018.
- [3] Pangestika, M. Wahyu, Siregar dan A. Cendikia, "Reduced Rule Base Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Balita Gizi Buruk Di Kalimantan Barat," *CYBERNETICS*, 2019.
- [4] F. N. Ulya, "Update Kasus Gangguan Ginjal Akut: Total 255 Terdiagnosis, 143 Orang Meninggal," Kompas.com, Jakarta.
- [5] D. J. P. Kesehatan, "Keputusan Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan Nomor Hk.02.02/I/3305/2022 Tentang Tata Laksana Dan Manajemen Klinis Gangguan Ginjal Akut Progresif Atipikal (Atypical Progressive Acute Kidney Injury) Pada Anak Di Fasilitas Pelayanan Kesehatan," Jakarta, 2022.
- [6] R. Munir, "Aljabar Boolean," dalam *Matematika Diskrit*, Informatika Bandung, 2016, pp. 281-333.
- [7] Meliuwati Puspa, Kurniati Eti. (2022). *Ekstraksi Data Digital Menggunakan Teknik Max Pooling dan Average Pooling*. Jurnal Riset Matematika, 2(2), 137-144.