

BAGAIMANA MAHASISWA MENGGUNAKAN PETA KARNAUGH DALAM MEMINIMASI FUNGSI BOOLEAN?

Tian Abdul Aziz^{1*}, Makmuri², Lukman El Hakim³

^{1,2,3} Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, Indonesia

*Corresponding author. Rawamangun Muka, 13220, Jakarta Timur, Indonesia.

E-mail: tian_aziz@unj.ac.id^{1*)}
makmuri@unj.ac.id²⁾
Lukman_Hakim@unj.ac.id³⁾

Received 08 January 2024; Received in revised form 19 July 2025; Accepted 24 September 2025

Abstrak

Sejauh ini belum banyak penelitian pada topik minimisasi Fungsi Boolean. Penelitian studi kasus ini bertujuan untuk menganalisis performa mahasiswa dalam menggunakan peta Karnaugh dalam menyelesaikan permasalahan minimisasi fungsi Boolean. Sebanyak 42 mahasiswa dari program studi Pendidikan matematika di salah satu perguruan tinggi di Jakarta dipilih secara *convenience* sebagai partisipan dalam penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan dengan administrasi tes. Analisis artefak atau lembar jawaban partisipan dilakukan untuk melihat ketepatan jawaban, pembuatan diagram, dan proses pengelompokan yang dibuat. Berdasarkan hasil analisis tersebut, hanya sekitar 26% partisipan yang dapat meminimisasi fungsi Boolean dengan tepat. Selain itu, ditemukan bahwa faktor pendukung dan penghambat keberhasilan partisipan dalam menyelesaikan permasalahan minimisasi fungsi Boolean dengan menggunakan *Karnaugh Map* adalah bergantung pada ketepatan penyusunan diagram dan proses pengelompokan. Penyusunan diagram yang tepat ternyata belum tentu mendukung proses pengelompokan yang tepat, akan tetapi pengelompokan yang tepat didasari diagram yang tepat. Pembelajaran pada topik ini perlu memperhatikan factor-faktor pendukung dan penghambat ini agar kesulitan mahasiswa dapat diminimalisir.

Kata kunci: Fungsi Boolean; minimisasi: performa; mahasiswa.

Abstract

So far, there has not been much research on the topic of simplification of Boolean functions. This case study research aims to analyze students' performance in using the Karnaugh map in solving a problem of minimization of Boolean function. A total of 42 students from the Mathematics Education study program at one public university in Jakarta took part in this study. Data collection was carried out by administering the test. Artifact analyses were carried out to see the accuracy of the answers, constructed diagrams, and the grouping process. As a result, only about 26% of the participants were able to deal with the problem correctly. In addition, it was found that the supporting and inhibiting factors for the success of the participants in solving the problem of minimizing Boolean functions using the Karnaugh Map depended on the accuracy of the diagramming and grouping processes. The construction of the proper diagram does not guarantee the proper grouping process, but the proper grouping is based on the proper diagram. Learning on this topic needs to pay attention to these supporting and inhibiting factors so that student difficulties can be minimized.

Keywords: Boolean function; minimization: performance; students.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PENDAHULUAN

Dalam kurikulum di perguruan tinggi, secara umum mata kuliah matematika diskrit merupakan mata kuliah

wajib yang harus diambil oleh mahasiswa Pendidikan Matematika tingkat sarjana. Mata kuliah ini dapat memfasilitasi mahasiswa mengembangkan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

kemampuan pemecahan masalah (Lockwood dkk., 2024), penalaran (Aziz, 2021), komunikasi dan kolaborasi (Sandefur dkk., 2022), keterampilan pemodelan matematika dan aplikasi dunia nyata (Greefrath dkk., 2022), dan motivasi dan ketertarikan terhadap matematika (Rosenstein, 2020). Selain itu, matematika diskrit memainkan peran sebagai dasar bagi berbagai bidang teknologi modern, termasuk algoritma, jaringan komputer, dan keamanan data, sehingga mahasiswa calon guru matematika juga perlu memahaminya.

Salah satu topik dalam kurikulum mata kuliah matematika diskrit adalah Aljabar Boolean. Aljabar Boolean merupakan salah satu cabang matematika yang pertama kali diperkenalkan oleh George Boole pada tahun 1854 yang kemudian digunakan oleh Claude Shannon pada tahun 1938 untuk merancang rangkaian sirkuit (Rosen, 2018). Aljabar Boolean telah dimanfaatkan secara luas dalam peralatan teknologi yang canggih seperti perancangan rangkaian saklar, digital, dan IC komputer (Tiwari & Pande, 2019).

Di dalam kurikulum, Aljabar Boolean mencakup sub materi yang terdiri dari: definisi aljabar Boolean, aljabar Boolean dua-nilai, ekspresi Boolean, prinsip dualitas, hukum-hukum aljabar Boolean, fungsi Boolean, Penjumlahan dan perkalian dua fungsi, komplemen fungsi Boolean, bentuk kanonik, konversi antar bentuk kanonik, bentuk baku, aplikasi aljabar Boolean, dan minimisasi fungsi Boolean. Dalam memahami konsep aljabar Boolean, mahasiswa perlu dibekali dengan kemampuan awal seperti konsep logika, himpunan, dan fungsi. Menurut Putri dkk. (2022) kemampuan awal mahasiswa memiliki peran yang signifikan terhadap kemampuan pemecahan

masalah mahasiswa dalam topik Aljabar Boolean. Selain itu, mahasiswa yang memiliki pemahaman awal yang baik cenderung lebih mampu memahami soal, menghindari kesalahan konseptual, dan menyelesaikan masalah dengan prosedur yang benar (Sari, 2023).

Aljabar Boolean memiliki karakteristik yang unik dibandingkan dengan aljabar biasa, walaupun secara umum memiliki kesamaan. Bahkan Hehner (2000) berpendapat Aljabar Boolean lebih sederhana dari Aljabar biasa. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari salah satu hukum distributive, yaitu $a + (b \cdot c) = (a + b) (a + c)$. Selain itu, Aljabar Boolean menempati posisi unik sebagai struktur aljabar yang sangat sederhana, terutama karena sifat dualitas, operasi dasar yang terbatas (AND, OR, NOT), dan aplikasinya yang luas di logika serta teori himpunan (Halmos & Givant, 2009).

Peubah dalam Aljabar Boolean dinamakan literal. Fungsi Boolean dapat diekspresikan dalam dua bentuk standar: penjumlahan dari hasil kali dan perkalian dari hasil jumlah. Suku (*term*) di dalam ekspresi boolean mengandung literal yang lengkap dalam bentuk hasil kali disebut minterm. Sedangkan jika dalam bentuk hasil jumlah disebut maxterms.

Minimisasi fungsi Boolean artinya mencari bentuk fungsi lain yang ekuivalen tetapi dengan jumlah literal atau operasi yang lebih sedikit. Salah satu cara untuk meminimasi fungsi Boolean adalah dengan menggunakan Peta Karnaugh. Peta Karnaugh atau dikenal juga dengan K-map merupakan metode yang terkenal yang diperkenalkan oleh Maurice Karnaugh pada tahun 1953. Dalam menyederhanakan fungsi Boolean, metode ini menggunakan diagram yang terdiri dari kotak-kotak berbentuk persegi yang bersisian.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Tiap kotak tersebut menunjukkan sebuah minterm. Sebuah kotak bertetangga atau bersisian dengan suatu kotak lainnya jika minterm-minterm yang ditunjukkan berbeda hanya 1 literal saja (Prasad, 2019).

Dalam menyelesaikan masalah minimisasi fungsi Boolean dengan menggunakan Peta Karnaugh dapat dilakukan dengan membuat diagram blok dengan jumlah kolom dan baris yang disesuaikan dengan jumlah peubah. Selanjutnya mengisi kotak-kotak dengan angka 1 yang merepresentasikan minterm yang diberikan. Kemudian, menggabungkan atau mengelompokkan kotak-kotak yang bernilai 1 dan saling bertetangga atau bersisian. Bentuk gabungan atau kelompok bisa berupa pasangan (dua kotak), kuad (empat kotak), atau oktet (delapan kotak). Proses ini dilakukan secara berurutan mulai dari gabungan/kelompok yang banyak terlebih dahulu. Dengan kata lain, mahasiswa harus mencari oktet terlebih dahulu sebelum kuad, atau mencari kuad dahulu sebelum pasangan. Dengan menggunakan K-map ini, terkadang didapatkan hasil yang berbeda atau tidak unik.

Metode K-map ini ternyata belum sepenuhnya bisa membantu mahasiswa memahami bagaimana meminimasi fungsi Boolean. Hal ini disebabkan format yang banyak ditemukan adalah berbentuk dua dimensi. Beberapa *tools* dikembangkan oleh para peneliti untuk memfasilitasi mahasiswa memahami konsep lebih mudah dan meningkatkan minat mereka pada topik K-maps. Sebagai contoh, Elewah dan Jalaeddine (2022) mencoba mengembangkan *teaching kit* tiga dimensi yang menggunakan kubus-kubus untuk membantu mahasiswa dalam merepresentasikan minterms Fungsi Boolean enam variabel. Selain itu,

penelitian-penelitian lain yang berkaitan dengan topik Aljabar Boolean telah dilakukan diantaranya untuk membantu mahasiswa dalam memahami konsep tersebut dengan penggunaan media seperti *game based-learning* (Choi, 2015), *web-based gamified software* (Jiménez-Hernández dkk., 2020), B-soft (Jiménez-Murillo dkk., 2018), *design simulation system* (E. Aziz, 2020), dan *mobile augmented reality* (Dutta dkk., 2022). Terdapat juga penelitian yang mengimplementasikan model pembelajaran tertentu seperti *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah aljabar Boolean (Putri dkk., 2022).

Penelitian-penelitian tersebut lebih cenderung pada pengembangan media dan model pembelajaran untuk membantu mahasiswa belajar topik Aljabar Boolean. Penelitian berkaitan dengan performa yang dilakukan oleh mahasiswa dalam memecahkan masalah minimisasi Fungsi Aljabar Boolean belum terungkap. Padahal, hal ini penting untuk membantu dosen dalam mendesain perkuliahan topik Aljabar Boolean yang efektif. Sementara ini, baru penelitian oleh Holder (2005) yang telah dilakukan, namun penelitian ini belum melibatkan mahasiswa untuk mengungkap kebingungan atau kesalahan yang dihadapi. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk mengungkap hal tersebut. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana performa mahasiswa program studi Pendidikan Matematika dalam menggunakan Peta Karnaugh untuk menyelesaikan masalah minimisasi fungsi Boolean?. Tujuan khusus dari penelitian ini difokuskan pada upaya mendeskripsikan ketepatan jawaban mahasiswa, menganalisis pembuatan diagram, serta mengevaluasi proses pengelompokan yang dilakukan mahasiswa

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Program Studi Pendidikan Matematika dalam penggunaan Peta Karnaugh untuk menyelesaikan minimisasi fungsi Boolean.

Penelitian ini memiliki urgensi baik dari segi teori maupun praktik. Dari segi teori, penelitian ini mengisi kekosongan tentang performa mahasiswa dalam menyelesaikan masalah minimisasi fungsi Boolean. Sedangkan secara praktik, penelitian ini memberikan gambaran kepada dosen pengampu mata kuliah matematika diskrit tentang kesulitan yang dihadapi oleh mahasiswa. Holder (2005) mengutarakan informasi tentang kebingungan yang dihadapi oleh mahasiswa dalam topik ini menjadi umpan balik bagi dosen. Dengan demikian, diharapkan dosen dapat mendesain perkuliahan yang dapat meminimalisir kesulitan atau kebingungan mahasiswa tersebut. Selain itu, mahasiswa yang mengambil mata kuliah ini juga dapat belajar dari kesalahan-kesalahan yang dilakukan, sehingga mereka dapat melalui mata kuliah ini dengan mendapatkan hasil yang terbaik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus dengan melibatkan 42 (empat puluh dua) mahasiswa di program studi Pendidikan matematika di salah satu perguruan tinggi di Jakarta. Dari ke 42 mahasiswa ini, 30 diantaranya perempuan dan 12 laki-laki. Mereka adalah mahasiswa semester lima yang sudah menyelesaikan mata kuliah- mata kuliah dasar diantaranya pengantar dasar matematika dan kalkulus. Mereka diikutsertakan dalam penelitian ini bersamaan dengan perkuliahan matematika diskrit. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal yang diberikan setelah mahasiswa mendalami materi Aljabar Boolean.

Dalam perkuliahan matematika diskrit, sub capaian mata kuliah yang diharapkan dikuasai oleh mahasiswa adalah mampu mendeskripsikan fungsi Boolean, menyelesaikan permasalahan fungsi Boolean, menyusun gerbang logika dari permasalahan yang ada, dan menentukan *circuit minimal*. Pada penelitian ini berfokus pada penguasaan mahasiswa pada menentukan *circuit minimal*. Materi ini dapat menggambarkan pemahaman mahasiswa pada konsep Aljabar Boolean.

Penelitian ini menggunakan satu soal minimisasi fungsi Boolean untuk mengetahui kemampuan pemahaman mahasiswa dalam menentukan *circuit minimal*. Soal ini merupakan soal yang diambil dari buku Rosen (2018). Soal tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan kerumitan dan jumlah peubah. Soal tersebut peneliti nilai juga sebagai soal yang dapat mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi, karena sebelumnya partisipan belum pernah menghadapi soal tersebut sebelumnya (Makmuri dkk., 2021).

Soal yang diberikan adalah sebagai berikut:

“Gunakan Peta Karnaugh untuk menemukan ekspansi minimum dari fungsi Boolean berikut $wxyz + wxyz' + wxy'z + wx'yz + wx'yz' + w'xyz + w'x'yz + w'x'yz' + w'x'y'z$ ”.

Soal tersebut merupakan fungsi Boolean dengan empat peubah. Partisipan penelitian mengerjakan soal tersebut dalam kurun waktu kurang lebih 30 menit. Pengambilan data dilakukan secara luring, sehingga potensi seorang partisipan melihat pekerjaan partisipan lainnya dapat diminimalisir.

Jawaban yang dikumpulkan selanjutnya dianalisis berdasarkan aspek ketepatan jawaban, diagram yang dibuat, dan jumlah pengelompokkan.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Dalam aspek ketepatan jawaban, peneliti membaginya ke dalam tiga bagian, yaitu: jawaban tepat, jawaban kurang tepat, dan tidak ada jawaban. Sementara itu, pada aspek diagram yang dibuat, jawaban partisipan dibagi ke dalam tiga bagian juga, yaitu, tepat, kurang tepat, dan tidak membuat diagram. Dari aspek jumlah pengelompokan, jawaban partisipan diklasifikasikan ke dalam empat bagian, yaitu tiga kelompok, empat kelompok, lima kelompok, dan tujuh kelompok. Dari masing-masing jumlah tersebut, peneliti juga menganalisis jenis gabungan yang dipilih oleh partisipan. Dari analisis tersebut, diharapkan performa partisipan dalam menyelesaikan masalah minimisasi fungsi Boolean dapat terungkap melalui pendeskripsian ketepatan jawaban, analisis pembuatan diagram, serta evaluasi proses pengelompokan dalam pemanfaatan Peta Karnaugh oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika. Analisis jawaban mahasiswa dilakukan oleh tiga peneliti untuk dilihat interrater reliability. Didapatkan tingkat kesepakatan yang tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan dibagi ke dalam tiga sub bagian, yaitu: (1) ketepatan jawaban; (2) pembuatan diagram; dan (3) proses pengelompokan. Penjelasan tentang temuan dan pembahasannya akan disajikan secara detail pada masing-masing sub Bagian.

Ketepatan Jawaban Partisipan

Tabel 1 menyajikan distribusi ketepatan jawaban partisipan ditinjau dari tiga kategori: tepat, tidak tepat, dan tidak menjawab.

Tabel 1. Distribusi ketepatan jawaban partisipan

Tepat	Tidak Tepat	Tidak Menjawab
11 (26.2%)	30 (71,4%)	1 (2.4%)

Berdasarkan Tabel 1, soal tersebut dapat dijawab dengan tepat oleh sebelas partisipan atau sekitar 26.2%. Kesebelas partisipan tersebut, telah memenuhi kriteria lengkap dan tepat. Mereka membuat diagram yang tepat, memilih gabungan yang tepat, dan menuliskan jawaban akhirnya dengan tepat pula. Keberhasilan ini ditunjang oleh pengetahuan konsep yang kuat tentang pemilihan gabungan/ kelompok di mana mereka harus mengutamakan gabungan/kelompok yang banyak terlebih dahulu sebelum memilih gabungan/kelompok yang lebih sedikit. Berdasarkan jawaban partisipan, terdapat dua bentuk jawaban yang berbeda. Berdasarkan temuan dari Putri dkk. (2022), bahwa kemampuan awal memiliki peran yang signifikan terhadap keberhasilan mahasiswa menyelesaikan permasalahan minimisasi fungsi aljabar.

Sementara itu, 30 partisipan masuk pada kategori jawaban tidak tepat. Ketidaktepatan mereka disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya: hanya membuat diagram saja, mengubah ke dalam angka, menempatkan angka 1 pada kotak yang tidak tepat, membuat tabel kebenaran, tidak tepat dalam membuat gabungan/kelompok, hanya menuliskan minterm dalam bentuk lateral, dan lain sebagainya. Kesulitan mahasiswa dalam mata kuliah Matematika Diskrit telah diungkap, khususnya pada topik Aljabar Boolean, di mana sifat dasar aljabar Boolean dan fungsi aljabar dalam bentuk kanonik masih belum dipahami dengan baik oleh mahasiswa (Cahyani, 2019).

Penggunaan Diagram

Tabel 2 menyajikan distribusi ketepatan penggunaan diagram oleh partisipan ditinjau dari tiga kategori: tepat, tidak tepat, dan tidak menjawab.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Tabel 2. Ketepatan penggunaan diagram oleh partisipan

Tepat	Kurang Tepat	Tidak Membuat Diagram
28 (66.7%)	12 (28.6%)	2 (4.7%)

Berdasarkan Tabel 2, terdapat 40 partisipan yang membuat diagram K-map, sementara dua orang tidak membuat diagram sama sekali. Dari 40 partisipan tersebut, 28 (66.7%) diantaranya dapat membuat diagram dengan tepat, dan 12 (28.6%) sisanya belum tepat.

Membuat diagram yang tepat dapat membantu dalam menyelesaikan soal yang diberikan dengan baik. Untuk membuat diagram yang tepat, partisipan setidaknya perlu memahami berbagai hal, seperti:

1. Memahami jumlah peubah dan jumlah kotak dalam Peta Karnaugh. Soal tersebut merupakan fungsi Boolean dengan empat peubah, sehingga terdapat $2^4 = 16$ kotak.
2. Menempatkan peubah wx dan yz pada kotak yang tepat. Dalam hal ini, wx pada bagian baris, sedangkan yz pada bagian kolom.
3. Memahami dengan benar bahwa setiap kolom hanya berbeda satu bit.
4. Memiliki pengetahuan yang baik tentang penempatan angka 1 pada kotak-kotak yang tepat.
5. Kotak diberi angka 1, jika minternya terdapat pada fungsi yang diberikan.

Terdapat dua belas orang yang tidak membuat diagram dengan tepat. Berdasarkan analisis jawaban yang dikerjakan partisipan, pada umumnya mereka membuat diagram yang berbeda, seperti hanya membuat tabel kebenaran. Selain itu, hanya dua partisipan yang tidak membuat diagram di mana mereka membiarkan jawaban sama sekali tidak dijawab. Kemampuan

merepresen-tasikan fungsi Boolean ke dalam diagram dengan tepat merupakan bagian dari kemampuan fleksibilitas representasi eksternal. Fleksibilitas ini merupakan kemampuan untuk berpindah dari satu bentuk representasi ke bentuk representasi yang lainnya (Aziz & Kurniasih, 2019).

Proses Pengelompokkan

Setelah membuat diagram dan mengisi kotak-kotak yang bersesuaian dengan tepat, tahapan selanjutnya adalah proses pengelompokkan. Proses ini merupakan bagian yang penting dilakukan untuk melihat kotak-kotak mana saja yang bersisian dan akan dijadikan kuad atau pasangan. Dari 40 yang membuat tabel, terdapat 26 partisipan yang terlihat membuat kelompok dengan melingkari kotak-kotak yang bersisian. Sementara itu, 10 partisipan lainnya tidak terlihat membuat coretan kelompok sama sekali. Terlihat dengan jelas bahwa ke-10 partisipan ini tidak mendapatkan jawaban akhir yang tepat. Dengan kata lain, proses pengelompokkan dengan melingkari kotak-kotak yang bersisian memiliki dampak terhadap keberhasilan dalam penyelesaian soal.

Berdasarkan jawaban dari partisipan yang melakukan proses pengelompokkan, ternyata mereka memiliki cara dan jumlah pengelompokkan yang berbeda. Tabel 3 merepresentasikan jumlah kelompok yang dibuat oleh sejumlah partisipan.

Tabel 3. Jumlah partisipan berdasarkan jumlah kelompok yang dibuat

7 kelompok	5 kelompok	4 kelompok	3 kelompok
3	16	2	3

Berdasarkan Tabel 3, terdapat tiga partisipan yang hanya membuat tiga kelompok. Sebagai contoh pada

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Gambar 1.a dan 1.b terlihat jelas bahwa keduanya salah dalam menempatkan angka 1. Kesalahan dalam menempatkan angka 1 pada kotak berimbang pada proses pengelompokan yang kurang tepat pula. Selain itu, pada gambar 1.b. terlihat ada kotak-kotak yang bernilai 1 yang tidak dikelompokkan. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya, ketidak-

telitian dan pemahaman yang kurang atau miskonsepsi. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Yumiati dan Haji (2021) yang menemukan bahwa dua penyebab kesalahan yang dilakukan oleh siswa dalam menyelesaikan masalah Aljabar adalah berkaitan dengan miskonsepsi dan ketidaktelitian.

wz/yz	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	1

(a)

wz/yz	00	01	10	11
00	0	1	1	1
01	0	0	1	0
10	0	0	1	1
11	0	1	1	1

(b)

Gambar 1. Contoh jawaban partisipan dengan tiga pengelompokan

Berdasarkan Gambar 2, terdapat pula partisipan yang membuat tujuh kelompok. Kelompok sebanyak itu didapatkan dari kotak-kotak yang bernilai 1 yang tidak dikelompokkan. Selain itu, terdapat partisipan yang melingkari kotak yang bernilai 1 yang sudah terpakai beberapa kali.

wz/yz	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	1

Gambar 2. Contoh Jawaban dengan kelompok yang berlebihan

Pada Gambar 2, partisipan membuat 1 kuad, 5 pasangan, dan 1 penggulungan ke atas. Partisipan tersebut sudah tepat dalam menempatkan angka 1 pada kotak-kotak yang disediakan. Namun, partisipan tersebut belum memahami tentang konsep overlapping. Jika tidak memahami

konsep overlapping, maka akan terjadi pengelompokan yang berlebihan (*redundant*). Hal ini bisa juga dikatakan sebagai bagian dari overgeneralisasi (T. A. Aziz dkk., 2019). Overgeneralisasi ini disebabkan oleh penggunaan suatu konsep yang bisa jadi tidak berlaku untuk konsep lainnya. Dalam hal ini, *overlapping* dibolehkan akan tetapi ada batasan yang harus diperhatikan.

Selain itu, terdapat partisipan yang membuat empat kelompok. Dari analisis dua jawaban partisipan didapatkan bahwa terdapat partisipan yang membuat kelompok yang terdiri dari tiga kotak. Hal ini menarik, mengingat bahwa kelompok-kelompok yang dibuat biasanya genap (2,4, atau 8). Partisipan tersebut sepertinya belum memahami dengan baik tentang proses pengelompokan. Selain itu, terdapat partisipan yang salah menempatkan angka 1 pada kotak, sehingga didapatkan kelompok yang tidak tepat pula.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Sementara itu partisipan yang mengelompokkan ke dalam lima kelompok, memiliki komponen yang beragam. Tabel 4 menyajikan jumlah partisipan berdasarkan komponen dalam lima kelompok.

Tabel 4. Distribusi jumlah partisipan berdasarkan komponen lima kelompok

A	B	C	D
9	3	2	2

wx/yz	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	1

(a)

wx/yz	00	01	11	10
00		1	1	1
01			1	
11		1	1	1
10			1	1

(c)

Keterangan:

A: 2 kuad dan 3 pasang

B: 1 kuad, 1 pasang, 3 kotak

C: 1 kuad dan 4 pasang

D: 2 kuad, 2 pasang, 1 penggulungan

Gambar 3.a, 3.b, 3.c, dan 3.d menyajikan variasi jawaban partisipan dengan 5 (lima) pengelompokkan.

wx/yz	y'z'	y'z	yz	yz'
w'x'	0	1	1	1
w'x	0	0	1	0
wx	0	1	1	1
wx'	0	0	1	1

(b)

wx/yz	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	1	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	1

(d)

Gambar 3. Variasi jawaban partisipan dengan 5 (lima) pengelompokkan

Gambar 3.a. menunjukkan diagram yang dibuat oleh partisipan dengan komponen 2 kuad dan 3 pasang. Terdapat 9 orang yang menjawab dengan cara seperti ini. Komponen ini merupakan jawaban yang tepat. Dengan demikian, bentuk sederhana dari soal yang diberikan adalah $w'x'z + w'x'y + yz + wxz + wy$.

Sementara itu, pada Gambar 3.b. terlihat bahwa partisipan menetapkan 1 kuad, 1 pasang, 3 kotak sendiri. Terdapat tiga orang yang menggunakan cara seperti ini. Hal ini terlihat jelas bahwa, partisipan tersebut belum memahami konsep overlapping di mana kotak yang terdapat angka 1 yang sudah

terpakai bisa digunakan kembali asalkan tidak terjadi pengelompokkan yang berlebih. Dengan cara seperti ini, jawaban yang didapatkan belum sederhana, karena terdapat tujuh minterm.

Gambar 3.c. menunjukkan contoh salah satu partisipan yang menetapkan satu kuad dan empat pasang. Sepertinya, partisipan tersebut belum memiliki pemahaman yang baik tentang perlunya mencari kelompok-kelompok yang besar terlebih dahulu, sehingga lebih memilih 1 kuad. Hal lain yang bisa dijelaskan adalah bahwa partisipan mungkin menganggap bahwa kuad itu harus berbentuk 2x2, bukan 4x1 atau 1x4. Hasil yang didapatkan adalah

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

$wxz + w'yz + w'x'y + w'x'z + wy$
dengan lima minterm, namun jumlah literal masih lebih banyak dari gambar 3.a.

Terakhir, Gambar 3.d. menunjukkan diagram yang dibuat oleh partisipan yang membuat kelompok dengan dua kuad, dua pasang, dan 1 penggulungan (pengguluangan ke atas). Dengan cara seperti ini, partisipan tersebut seharusnya memperoleh jawaban $w'x'z + x'yz' + yz + wxz + wy$ yang bisa menjadi alternatif jawaban yang tepat karena memiliki minterm dan literal yang sama dengan jawaban pada gambar 3.a. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penyederhanaan dengan Peta Karnaugh tidak selalu unik. Dengan kata lain, dalam permasalahan ini terdapat dua bentuk fungsi minimasi yang berbeda walaupun memiliki jumlah literal (13 buah) dan minterm yang sama (5 buah). Hal ini dimungkinkan terjadi jika proses yang telah dilakukan sudah sesuai namun berbeda dalam hal pemilihan kelompok.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil mahasiswa (26%) yang mampu menyelesaikan soal minimisasi fungsi Boolean dengan tepat. Temuan ini mengindikasikan bahwa keterampilan mahasiswa dalam mengaplikasikan Peta Karnaugh masih terbatas, terutama dalam tahap pengelompokkan.

Faktor-faktor pendukung dan penghambat keberhasilan partisipan dalam menggunakan K-map adalah ketepatan dalam penyusunan diagram dan juga proses pengelompokkan. Kesalahan dalam pembuatan diagram dapat disebabkan oleh pemahaman yang kurang kuat ataupun kecerobohan dan kekurangtelitian, sejalan dengan temuan bahwa faktor kognitif seperti pengetahuan awal dan keterampilan berpikir kritis sangat memengaruhi

performa akademik mahasiswa (Al-Sheeb dkk., 2019). Pembuatan diagram yang tepat ternyata belum sepenuhnya mendukung proses pengelompokkan yang tepat, karena proses pengelompokkan juga membutuhkan pemahaman konseptual yang mendalam dan kemampuan analisis. Proses pengelompokkan yang tepat ini tetap sangat didukung oleh ketepatan pembuatan diagram, sehingga kedua aspek tersebut saling berkaitan erat. Dengan demikian, kedua aspek (penyusunan diagram dan pengelompokkan) berkaitan erat secara sistemik, di mana kesalahan pada satu tahapan dapat memengaruhi tahapan berikutnya (Molina dkk., 2017). Penelitian ini memiliki kelebihan dalam mengungkap secara rinci tahapan kesalahan mahasiswa (mulai dari pembuatan diagram hingga proses pengelompokkan) yang jarang diteliti pada studi sebelumnya.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Putri et al. (2022) yang menegaskan peran signifikan kemampuan awal terhadap pemecahan masalah Aljabar Boolean, serta Yumiati dan Haji (2021) yang menemukan bahwa miskonsepsi dan ketidaktelitian menjadi penyebab utama kesalahan siswa. Selain itu, penelitian ini juga mendukung temuan Holder (2005) bahwa kebingungan mahasiswa dalam memanfaatkan Peta Karnaugh masih menjadi masalah utama. Namun demikian, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian berbasis pengembangan media, seperti yang dilakukan oleh Choi (2015), Jiménez-Hernández et al. (2020), dan Dutta dkk. (2022), yang menunjukkan bahwa penggunaan media interaktif dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi pada kajian tentang performa mahasiswa dalam topik minimisasi fungsi Boolean, sebuah area yang masih relatif jarang diteliti. Dari sisi praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi masukan bagi dosen untuk merancang strategi pembelajaran yang lebih menekankan pada latihan penyusunan diagram dan proses pengelompokan yang benar, serta memanfaatkan media pembelajaran yang interaktif. Dengan demikian, implikasi penelitian ini adalah perlunya kombinasi antara penguatan konsep dasar dan pemanfaatan media inovatif untuk meminimalisir kesulitan mahasiswa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana mahasiswa program studi Pendidikan Matematika menggunakan peta Karnaugh untuk menyederhanakan fungsi Boolean. Berdasarkan analisis terhadap jawaban 42 partisipan yang terlibat dalam penelitian ini, didapatkan bahwa sebagian besar partisipan belum memberikan jawaban yang tepat. Hanya sebagian kecil (sekitar 26%) yang dapat menggunakan K-map dengan baik. Dari jawaban partisipan juga diketahui bahwa 66.7% partisipan dapat membuat diagram dengan tepat. Namun, dari jumlah tersebut tidak semuanya dapat melakukan proses pengelompokan dengan tepat. Terbukti hanya 11 orang dapat melakukannya dengan baik.

Adapun keterbatasan dalam penelitian ini adalah penggunaan instrumen tunggal berupa tes tertulis, sehingga belum menggali lebih dalam alasan di balik jawaban mahasiswa, padahal penelitian mutakhir menekankan pentingnya pendekatan multiinstrumen untuk memahami performa mahasiswa secara lebih komprehensif.

Penelitian mendatang dapat mengembangkan media pembelajaran atau model pembelajaran inovatif yang secara khusus menekankan pada keterampilan membuat diagram dan pengelompokan dalam Peta Karnaugh. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan melibatkan jumlah partisipan yang lebih banyak, atau pada program studi yang berbeda, untuk memperoleh generalisasi hasil yang lebih luas. Dengan demikian, hasil penelitian di masa depan diharapkan dapat memperkaya strategi pembelajaran Aljabar Boolean dan memberikan dampak nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran matematika diskrit di perguruan tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh dana penelitian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta dengan skema Penelitian Dasar Fakultas Nomor Kontrak: 36/SPK PENELITIAN/5.FMIPA/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Sheeb, B. A., Hamouda, A. M., & Abdella, G. M. (2019). Modeling of student academic achievement in engineering education using cognitive and non-cognitive factors. *Journal of Applied Research in Higher Education*, *11*(2), 178–198. <https://doi.org/10.1108/JARHE-10-2017-0120>
- Aziz, E. (2020). Design simulation system to simplifying Boolean Equation by using Karnaugh Map. *AL-Rafidain Journal of Computer Sciences and Mathematics*, *14*(1), 113–131. <https://doi.org/10.33899/csmj.2020.164680>
- Aziz, T. A. (2021). Eksplorasi justifikasi dan rasionalisasi

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

- mahasiswa dalam konsep teori graf. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 6(2), 40–54. <https://doi.org/10.33449/jpmr.v6i2.16526>
- Aziz, T. A., & Kurniasih, M. D. (2019). *External Representation Flexibility of Domain and Range of Function*. 10(1), 143–156. <https://doi.org/10.22342/jme.10.1.5257.143-156>
- Aziz, T. A., Supiat, & Soenarto, Y. (2019). Pre-service secondary mathematics teachers' understanding of absolute value. *Cakrawala Pendidikan*, 38(1). <https://doi.org/10.21831/cp.v38i1.21945>
- Cahyani, L. (2019). Analisis kesulitan belajar matematika diskrit pada mahasiswa manajemen informatika AMIK Bina Sriwijaya Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 12(01). <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Prosidingpps/article/view/2565>
- Choi, Y. S. (2015). Effectiveness of game based learning to minimize boolean functions. *Multimedia Tools and Applications*, 74(17), 7131–7146. <https://doi.org/10.1007/s11042-014-1956-8>
- Dutta, R., Mantri, A., & Singh, G. (2022). Evaluating system usability of mobile augmented reality application for teaching Karnaugh-Maps. *Smart Learning Environments*, 9(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00189-8>
- Elewah, I. A., & Jalaeddine, S. A. (2022). New teaching method to simplify Boolean logic functions using 3D cubes. Dalam G. G. Gregory & A.-S. Poulin-Girard (Ed.), *Optics Education and Outreach VII* (Vol. 12213, hlm. 37). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2638402>
- Greefrath, G., Siller, H.-S., Vorhölter, K., & Kaiser, G. (2022). Mathematical modelling and discrete mathematics: opportunities for modern mathematics teaching. *ZDM – Mathematics Education*, 54(4), 865–879. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01339-5>
- Halmos, P., & Givant, S. (2009). *Introduction to Boolean Algebras*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-68436-9>
- Hegner, E. C. R. (2004). From boolean algebra to unified algebra. *The Mathematical Intelligencer*, 26(2), 3–19. <https://doi.org/10.1007/BF02985647>
- Holder, M. E. (2005). A Modified Karnaugh Map Technique. *IEEE Transactions on Education*, 48(1), 206–207. <https://doi.org/10.1109/TE.2004.832879>
- Jiménez-Hernández, E. M., Oktaba, H., Díaz-Barriga, F., & Piattini, M. (2020). Using web-based gamified software to learn Boolean algebra simplification in a blended learning setting. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1591–1611.
- Jiménez-Murillo, J. A., Ortiz-Ortiz, O., Alvarado-Zamora, L. N., & Jimenez-Hernández, E. M. (2018). B-learning in the teaching-learning of boolean function simplification. *2018 6th International Conference in Software Engineering Research*

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.9456>

- and Innovation (CONISOFT), 21–26.
- Lockwood, E., Ouvrier-Buffet, C., Vijayakumar, A., Durcheva, M., & Ren, H. (2024). Teaching and learning of discrete mathematics. *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education*, 379–383. https://doi.org/10.1142/9789811287152_0039
- Makmuri, M., Aziz, T. A., & Kharis, S. A. A. (2021). Characteristics of problems for developing higher-order thinking skills in mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012074. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012074>
- Molina, M., Rodríguez-Domingo, S., Cañadas, M. C., & Castro, E. (2017). Secondary school students' errors in the translation of algebraic statements. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(6), 1137–1156. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9739-5>
- Prasad, Vi. C. (2019). Novel method to simplify Boolean functions. *Automatyka/Automatics*, 22(2), 29–39. <https://doi.org/10.7494/automat.2018.22.2.29>
- Putri, R. W., Hartuti, P. M., & Maududi, R. Al. (2022). Analisis kemampuan pemecahan masalah aljabar Boolean berdasarkan kemampuan awal dan problem based learning. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(2), 324. <https://doi.org/10.30998/sap.v7i2.13640>
- Rosen, K. H. (2018). *Discrete mathematics and its applications: with combinatorics and graph theory* (8 ed.). McGraw-Hill Education.
- Rosenstein, J. G. (2020). Discrete mathematics in 21st century education: An opportunity to retreat from the rush to calculus. Dalam *Foundations for the Future in Mathematics Education* (hlm. 211–223). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003064527-13>
- Sandefur, J., Lockwood, E., Hart, E., & Greefrath, G. (2022). Teaching and learning discrete mathematics. *ZDM – Mathematics Education*, 54(4), 753–775. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01399-7>
- Sari, D. K. (2023). Analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan Aljabar Boolean berdasarkan teori Kastolan. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 11(2), 237–247. <https://doi.org/10.37905/euler.v11i2.22478>
- Tiwari, J. P., & Pande, M. (2019). Boolean algebra and harmonic function based computation analysis: a survey and analysis. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 6(53), 107–111. <https://doi.org/10.19101/IJATEE.2019.650036>
- Yumiati, & Haji, S. (2021). Student mistakes in “Algebraic Forms” and their relationship to the ability of teachers and prospective mathematics teachers. *International Conference on Educational Sciences and Teacher Profession (ICETeP 2020)*, 519–522. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210227.089>