

# Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Permasalahan Aljabar Boolean Berdasarkan Teori Kastolan

Dian Kartika Sari<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, Indonesia

\*Penulis Korespondensi. Email: [dian.kartika@ittelkom-pwt.ac.id](mailto:dian.kartika@ittelkom-pwt.ac.id)

## Abstrak

Aljabar boolean menjadi salah satu cabang ilmu matematika yang memiliki banyak aplikasi, terutama dalam ilmu komputer, teknik, dan teknologi informasi. Aljabar Boolean menjadi salah satu materi yang diajarkan pada mata kuliah matematika diskrit. Namun, mahasiswa masih merasa bahwa materi ini cukup sulit. Oleh karena itu, ditawarkan solusi untuk permasalahan ini adalah dengan menganalisis/mendeskripsikan kesulitan yang dirasakan mahasiswa. Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal aljabar Boolean berdasarkan teori kastolan. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Subjek penelitian adalah mahasiswa Teknik Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto 2022/2023 sebanyak 43 mahasiswa. Teknik pengumpulan data menggunakan tes kemampuan aljabar Boolean. Data dianalisis berdasarkan prosedur kesalahan kastolan. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa persentase kesalahan konseptual sebesar 33%, persentase kesalahan prosedural sebesar 23%, dan persentase kesalahan teknik sebesar 44%. Beberapa faktor yang menyebabkan mahasiswa melakukan kesalahan saat menyelesaikan persoalan meliputi: 1) Ketidakpahamanan mahasiswa terhadap persoalan yang dihadapi, sehingga mereka menjadi bingung saat mencoba memecahkannya; 2) Kekurangan ketelitian dalam proses penghitungan oleh mahasiswa yang menyebabkan kesalahan dalam jawaban mereka; 3) Ketidakmampuan mahasiswa dalam mengubah soal menjadi model matematika; 4) Kurangnya pengetahuan mahasiswa tentang tahapan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Dosen dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk menyusun strategi pengajaran yang lebih efektif dan mendukung mahasiswa dalam mengatasi kesulitan yang mungkin mereka temui.

**Kata Kunci:** Analisis kesalahan; Aljabar Boolean; Teori Kastolan

## Abstract

*Boolean algebra is a branch of mathematics that has many applications, especially in computer science, engineering, and information technology. Boolean algebra is one of the materials taught in discrete mathematics courses. However, students still feel that this material is quite difficult. Therefore, the solution to this problem is to analyze/describe the difficulties students feel. This research aims to describe students' mistakes in solving Boolean algebra problems based on Castolan theory. This study uses a qualitative method. The research subjects were 43 Informatics Engineering students at the Telkom Institute of Technology Purwokerto 2022/2023. The data collection technique uses a Boolean algebra ability test. Data were analyzed based on the Castolan error procedure. The results of this research showed that the percentage of conceptual errors was 33%, the percentage of procedural errors was 23%, and the percentage of technical errors was 44%. Several factors that cause students to make mistakes when solving problems include: 1) Students' lack of understanding of the problems they face, so they become confused when trying to solve them; 2) Lack of accuracy in the calculation process, which causes errors in their answers; 3) Students' inability to convert problems into mathematical models; 4) Lack of student knowledge about the stages needed to solve problems. Lecturers can utilize the results of this research to develop more effective teaching strategies and support students in overcoming difficulties they may encounter.*

**Keywords:** Error analysis; Boolean Algebra; Kastolan Teori

## 1. Pendahuluan

Pendidikan memiliki peranan yang penting dalam menghasilkan individu yang memiliki kualitas yang baik. Salah satu aspek penting dalam pengembangan teknologi dan pengetahuan adalah bidang matematika. Matematika memegang peran utama dalam mengembangkan kemampuan analitis, kreatif, dan logis seseorang [1]. Penggunaan ilmu matematika telah tersebar luas di berbagai bidang ilmu, termasuk bidang rekayasa dan teknik. Pengaplikasian ilmu matematika pada proses pembelajaran di bidang teknik menjadi suatu keharusan bagi mahasiswa sebab dapat membantu membentuk kemampuan berpikir yang inovatif dan kritis yang berguna dalam menyelesaikan masalah rekayasa teknik secara efektif. Selain itu, pembelajaran matematika juga penting karena pada penyelesaian masalah dalam bidang rekayasa seringkali melibatkan penggunaan model matematis [2].

Matematika tidak hanya berfokus pada perhitungan semata, tetapi juga memiliki kemampuan untuk membuktikan kebenaran ide dan mengatasi suatu permasalahan melalui pemikiran yang terstruktur serta logis. Kemampuan untuk menyelesaikan masalah matematika dengan baik sangat diperlukan dalam belajar berbagai ilmu yang lainnya. Oleh karena itu, matematika dianggap merupakan ilmu yang penting dan diajarkan pada berbagai tingkatan pendidikan, dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Salah satu cabang ilmu matematika yang memiliki banyak aplikasi, terutama pada ilmu komputer, teknik, dan teknologi informasi, adalah Aljabar Boolean [3]. Demikian pula pada program studi Teknik Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto, topik aljabar boolean termuat pada mata kuliah matematika diskrit 2 dengan bobot 3 SKS. Matematika diskrit 2 merupakan mata kuliah wajib dengan matematika diskrit 1 sebagai prasyarat.

Selama proses perkuliahan, ada beberapa mahasiswa yang tampaknya menghadapi hambatan dalam belajar. Beberapa tanda yang mengindikasikan hal ini meliputi: 1) rendahnya hasil belajar mahasiswa, 2) ketidaksesuaian antara hasil belajar dengan upaya yang mereka lakukan, 3) kecenderungan mahasiswa yang lamban dalam menyelesaikan tugas belajar, dan 4) sikap kurang antusias atau negatif dari beberapa mahasiswa terhadap materi aljabar boolean. Situasi seperti ini memerlukan tindakan agar mahasiswa dapat memahami materi dengan benar. Dengan demikian, hambatan-hambatan dalam belajar harus diatasi. Dosen harus mengidentifikasi sumber kesulitan belajar mahasiswa dan menemukan cara yang efektif untuk mengatasinya. Salah satu pendekatan awal bisa dengan menganalisis kesalahan pada hasil penggerjaan mahasiswa [3]. Mengidentifikasi dan memahami kesalahan ini adalah penting, karena kesalahan yang tak terdeteksi yang berasal dari pemikiran mahasiswa bisa menghambat proses pemahaman mereka.

Ketika mahasiswa mengalami kesulitan belajar, hal ini dapat menyebabkan penurunan prestasi akademik. Kesalahan dalam menjawab soal matematika bisa menjadi indikator untuk mengidentifikasi hambatan belajar dan mencari solusi untuk mengatasinya. Menganalisis kesalahan adalah langkah penting untuk mendalamai cara belajar siswa dan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai matematika [4]. Analisis kesalahan dapat diartikan sebagai proses pengamatan, penemuan, dan klasifikasi kesalahan berdasarkan aturan tertentu. Oleh karena itu, analisis kesalahan merupakan suatu proses penyelidikan terhadap kesalahan yang terjadi guna mengetahui kondisi sesungguhnya. Berdasarkan analisis ini, kita dapat menentukan di mana kesalahan tersebut muncul.

Jenis analisis kesalahan telah banyak dikenal salah satunya adalah kesalahan berdasarkan tahapan Kastolan. Menganalisis kesalahan menggunakan tahapan Kastolan memiliki kelebihan anatara lain: mampu menggali kesalahan secara mendalam, mampu memahami akar permasalahan, memberikan informasi yang relevan untuk pengembangan pembelajaran, mendukung pembentukan strategi pembelajaran, memfasilitasi penyesuaian kurikulum, dan meningkatkan kualitas pengajaran [4] . Kesalahan konsep, prosedural, dan teknik adalah tiga jenis kesalahan yang dianalisis berdasarkan tahapan Kastolan [2]. Kastolan mendefinisikan kesalahan sebagai suatu kekeliruan dari sesuatu yang dianggap benar atau kekeliruan dari kesepakatan yang sudah ada terdahulu. Ketika siswa membuat

kesalahan dalam mengerjakan soal, bisa jadi disebabkan oleh ketidakpahaman terhadap pertanyaan, pemilihan rumus yang salah, kelalaian dalam menggunakan rumus, tidak mengikuti langkah penyelesaian dengan benar, kurangnya latihan, kesulitan dalam menyelesaikan soal, kurangnya kecermatan, atau kurangnya kecepatan dalam memverifikasi hasil kerja mereka [5]. Kesalahan mungkin juga muncul dikarenakan konsep matematika di tingkat sebelumnya belum dipahami secara baik. Kemudian, ketidakmampuan dalam menangani soal yang memerlukan banyak pembacaan juga menjadi hambatan. Oleh karena itu, mengenali kesalahan yang dibuat mahasiswa saat mengerjakan soal sangat vital untuk mengidentifikasi alasan di balik kesulitan belajar mereka dan prestasi belajar yang kurang memuaskan. Hasil dari penelitian ini bisa menjadi panduan bagi dosen untuk memberikan petunjuk atau pendampingan yang sesuai dengan kebutuhan individual para mahasiswa [6]. Menurut Brown & Skow pada [7] metode analisis kesalahan terbukti efisien dalam mengungkap kesalahan matematika yang dilakukan oleh mahasiswa. Oleh karenanya, melihat lebih dalam terhadap analisis kesalahan sangatlah penting sehingga dosen dapat menemukan titik kesulitan mahasiswa, membantu mereka mengatasinya, dan merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif di waktu mendatang.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai analisis kesalahan menggunakan teori Kastolan telah dilakukan sebelumnya [2][4][7]. Menurut Aini dan Irawati [2], faktor-faktor yang menyebabkan kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah persamaan diferensial non-homogen orde n adalah siswa yang tidak memahami materi prasyarat yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah persamaan diferensial non-homogen orde n. Penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk [4] menunjukkan bahwa persentase kesalahan yang dilakukan siswa terdiri kesalahan konsep, prosedural dan Teknik berturut-turut sebesar 34%, 22%, dan 21%. Secara garis besar, kesalahan tertinggi ada pada kesalahan konseptual. Dalam hasil penelitiannya, Patricia dkk [7] menyimpulkan bahwa kesalahan umum dalam menjawab soal terjadi karena kurang teliti, kesalahan dalam proses berpikir, dan kesulitan memahami soal. Terdapat perbedaan signifikan dalam materi pelajaran yang diteliti. Pada penelitian ini materi yang diajarkan di tingkat perguruan tinggi, dan memiliki kompleksitas pemahaman yang diperlukan oleh mahasiswa.

Beberapa teori tentang analisis kesalahan matematika oleh para ahli misalnya teori Kastolan, teori Newman, dan teori Watson. Menurut While pada [8] analisis kesalahan berdasarkan teori Kastolan berhasil meningkatkan hasil belajar siswa. Kastolan menggambarkan tiga jenis kesalahan, yaitu kesalahan konseptual, prosedural, dan teknis. Kesalahan konseptual terjadi saat penggunaan formula atau metode dalam menyelesaikan soal, menggunakan rumus atau metode yang tidak sesuai dengan persyaratan rumus. Kesalahan prosedural melibatkan langkah-langkah penyelesaian yang tidak terstruktur, kesulitan dalam melakukan manipulasi langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah. Sedangkan kesalahan teknis mencakup kesalahan dalam perhitungan atau penyelesaian soal oleh siswa. Dengan menerapkan teori Kastolan, penulis dapat dengan lebih mudah mengelompokkan kesalahan, sehingga lebih mudah untuk mengidentifikasi kesalahan yang dilakukan siswa saat menyelesaikan masalah matematika. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa berdasarkan teori kastolan dalam permasalahan aljabar Boolean. Hasil analisis penelitian yang diperoleh pada penelitian ini diharapkan dapat membantu dosen untuk menentukan kesalahan yang terjadi pada saat proses penyelesaian permasalahan oleh mahasiswa. Oleh karena itu, diharapkan dapat membantu dosen untuk mengembangkan kegiatan pembelajaran sehingga mampu meningkatkan kemampuan aljabar Boolean mahasiswa.

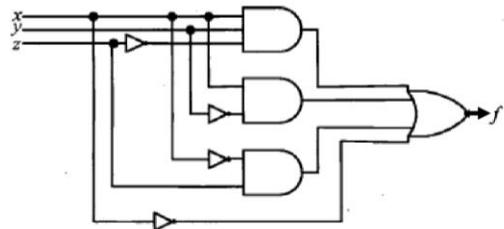
## 2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal aljabar Boolean berdasarkan teori Kastolan. Subjek penelitian ini terdiri dari 43 mahasiswa kelas S1 IF 10 G Prodi Teknik Informatika Institut Teknologi Telkom Purwokerto tahun ajaran 2022/2023 pada semester 2.

Subjek penelitian dipilih menggunakan metode *cluster sampling*. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik tes dan non tes. Instrumen tes yang digunakan adalah soal tes aljabar Boolean yang terdiri dari 3 butir soal. Instrumen tes telah divalidasi oleh dua validator ahli, serta telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai validitas sebesar 0,873 dan reliabilitas sebesar 0,932, yang berarti bahwa instrumen tes dikatakan valid dan reliabel. Soal tes yang digunakan pada penelitian ini terlampir pada Gambar 1.

#### **Soal Aljabar Boolean**

1. Majority gate merupakan sebuah rangkaian digital yang keluarannya sama dengan 1 jika mayoritas masukannya bernilai 1. Keluaran sama dengan 0 jika tidak memenuhi hal tersebut. Dengan menggunakan tabel kebenaran, carilah fungsi Boolean yang diimplementasikan dengan 3-input majority gate. Sederhanakan fungsinya, kemudian gambarkan rangkaian logikanya.
2. Diberikan gambar rangkaian logika sebagai berikut:



Tuliskan fungsi Boolean  $f(x, y, z)$  yang merepresentasikan gambar tersebut dan tuliskan dalam bentuk kanonik SOP.

3. Minimasi fungsi Boolean berikut  $f(w, x, y, z) = \sum(1,3,5,7,9)$  dengan kondisi don't care  $d(w, x, y, z) = \sum(6,12,13)$

-Selamat Mengerjakan-

**Gambar 1.** Soal Instrumen Tes Aljabar Boolean

Teknik non tes dilakukan melalui wawancara yang berguna untuk menggali informasi lebih rinci mengenai jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada penyelesaian soal tes aljabar boolean. Dipilih 3 mahasiswa untuk dilakukan wawancara berdasarkan jenis kesalahan yang dilakukan. Diberikan kode M01 untuk mahasiswa yang melakukan kesalahan konseptual, kode M02 untuk mahasiswa yang melakukan kesalahan prosedural, kode M03 untuk mahasiswa yang melakukan kesalahan teknik.

Indikator jenis kesalahan berdasarkan tahapan kastolan pada penelitian ini adalah 1.) Kesalahan Konseptual: Mahasiswa gagal memahami dan memilih konsep yang sesuai dengan masalah yang diberikan; mahasiswa mampu memilih konsep yang sesuai tetapi tidak mampu menggunakannya dengan baik. 2.) Kesalahan Prosedural : Mahasiswa tidak runtut dalam melakukan langkah-langkah perhitungan; mahasiswa mengambil langkah-langkah yang tidak sesuai dalam menyelesaikan soal. 3.) Kesalahan Teknik : Mahasiswa melakukan kesalahan dalam perhitungan; mahasiswa salah dalam menyelesaikan persamaan; mahasiswa melakukan kecerobohan dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Pada penelitian ini, data diolah dengan mengelompokkan kesalahan siswa sesuai dengan jenis kesalahan menurut Kastolan. Tabel 1 menampilkan pengelompokan persentase kesalahan berdasarkan kriteria kesalahan Kastolan [2].

**Tabel 1.** Kategori Persentase Kesalahan

Kategori	Persentase
Sangat Berat	$p > 55\%$
Berat	$40\% < p \leq 55\%$
Cukup Berat	$25\% < p \leq 40\%$
Ringan	$10\% < p \leq 25\%$
Sangat Ringan	$p \leq 10\%$

Adapun rumus perhitungan presentase kesalahan menggunakan rumus sebagai berikut

$$p = \frac{r}{n} \times 100\%$$

dengan

$r$ : jumlah mahasiswa yang membuat kesalahan

$n$ : jumlah seluruh mahasiswa.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pembahasan akan difokuskan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan aljabar Boolean. Tes tertulis dilaksanakan pada hari Kamis, 13 Juli 2023 dengan 43 mahasiswa. Setelah tes dilaksanakan, dilakukan analisis pada hasil penggerjaan mahasiswa. Berdasarkan hasil penggerjaan diperoleh sebanyak 13 mahasiswa (30,2%) berhasil menjawab soal sesuai dengan prosedur penyelesaian permasalahan aljabar Boolean, sebanyak 30 (69,7%) mahasiswa belum menjawab soal sesuai dengan prosedur penyelesaian permasalahan aljabar Boolean karena terdapat kesalahan dalam penyelesaian. Selanjutnya, analisis kesalahan dilakukan terhadap 30 mahasiswa yang melakukan kesalahan. Kesalahan dianalisis berdasarkan tahapan kastolan. Persentase kesalahan mahasiswa pada tahap kesalahan kastolan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Persentase Kesalahan Tiap Jenis Kesalahan Kastolan

Jenis Kesalahan	Persentase	Kategori
Konseptual	33%	Cukup Berat
Prosedural	23%	Ringan
Teknik	44%	Berat

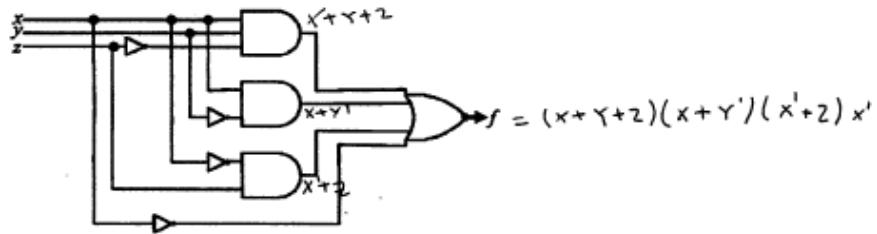
Berdasarkan data pada Tabel 2 terlihat bahwa persentase kesalahan teknik merupakan kesalahan terbesar pada penelitian ini. Hal ini bersesuaian dengan kemampuan mahasiswa yang kurang baik dalam memahami soal. Selain itu, permasalahan aljabar Boolean yang diberikan disajikan menggunakan data real sehingga mahasiswa yang biasa dengan soal-soal rutin akan merasa kesulitan dalam memahami soal yang diberikan. Setelah data dianalisis, selanjutnya dipilih sampel 3 mahasiswa untuk dilakukan wawancara berdasarkan kesalahan kastolan.

Ringkasan berdasarkan dokumen hasil tes untuk ketiga jenis kesalahan kastolan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

#### 3.1 Kesalahan Konseptual

Menurut Sari [4] jenis kesalahan pertama yaitu konseptual disebabkan mahasiswa gagal memahami dan memilih konsep yang sesuai dengan permasalahan yang ada. Kesalahan konseptual berdasarkan Tabel 2 diperoleh persentase sebesar 33% dan berada pada kategori cukup berat karena ada direntang  $25\% < p \leq 40\%$ . Berikut disajikan contoh hasil penyelesaian mahasiswa berdasarkan kesalahan pertama yaitu konseptual yang dapat dilihat pada Gambar 2.

2. Diberikan gambar rangkaian logika sebagai berikut:



Tuliskan fungsi Boolean  $f(x, y, z)$  yang merepresentasikan gambar tersebut dan tuliskan dalam bentuk kanonik SOP.

**Gambar 2.** Contoh jawaban kesalahan konseptual

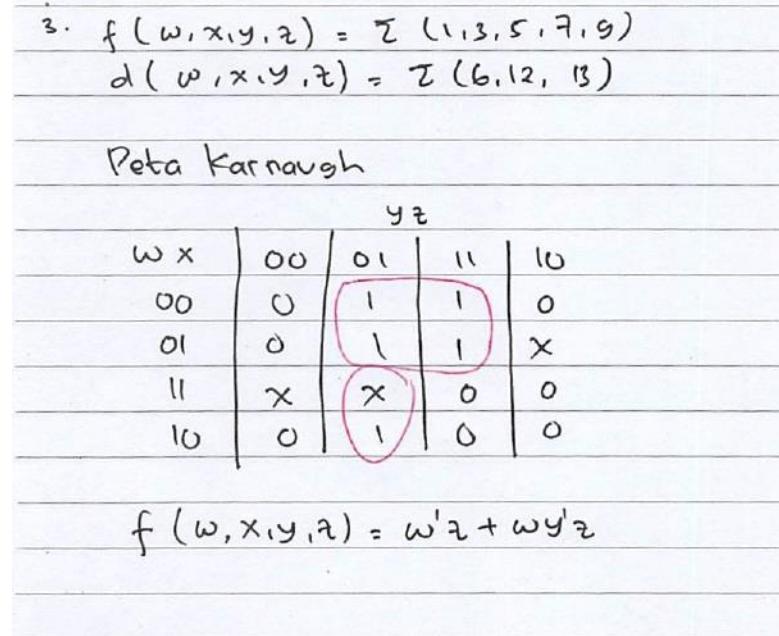
Kesalahan konseptual di soal nomor 2 berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kesalahan mahasiswa pada konsep gerbang logika. Kesalahan terhadap simbol atau notasi gerbang logika yang seharusnya simbol gerbang logika untuk notasi AND tetapi digunakan oleh mahasiswa untuk notasi OR, begitu juga sebaliknya. Selain itu mahasiswa juga tidak menuliskan bentuk fungsi Boolean yang diperoleh kedalam bentuk kanonik SOP(Sum Of Product). Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa M01 hal tersebut dikarenakan mahasiswa kurang paham konsep gerbang logika dan juga konsep bentuk kanonik SOP. Pemahaman yang lemah terhadap konsep gerbang logika menyebabkan mahasiswa salah dalam menuliskan fungsi Boolean berdasarkan gambar rangkaian logika yang diberikan. Selain itu, kesalahan konseptual yang terjadi pada penelitian ini juga disebabkan karena mahasiswa hanya menulis lagi soal yang diberikan tanpa menuliskan jawaban. Selanjutnya, Aini [2] dalam penelitiannya menyatakan bahwa kesalahan konseptual berasal mahasiswa belum terlalu paham mengenai konsep yang berkaitan dengan permasalahan yang diberikan.

Kesalahan konseptual bisa muncul ketika mahasiswa tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang konsep, menggunakan rumus dengan cara yang salah, atau tidak mencantumkan rumus saat menjawab pertanyaan [9]. Kesalahan semacam ini yang ditemukan pada mahasiswa dalam menyelesaikan masalah aljabar Boolean ini sejalan dengan temuan penelitian Anggraini [10] pada tahun 2023, yang menunjukkan bahwa kesalahan konseptual yang serupa terkait dengan kesulitan dalam memahami konsep yang berkaitan dengan materi tersebut. Selain itu, Jusniani [11] menyatakan bahwa dari hasil penelitiannya, terungkap bahwa dalam memahami data yang diberikan siswa mengalami kesulitan serta kesulitan menentukan konsep yang tepat untuk digunakan, sehingga mereka kesulitan memberikan jawaban yang sesuai dengan pertanyaan. Selain itu, [10] menjelaskan bahwa salah satu bentuk kesalahan konseptual lainnya terjadi ketika siswa gagal sepenuhnya dalam menyelesaikan masalah. Faktor-faktor yang menyebabkan ketidakmampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah antara lain adalah kurangnya keseriusan dalam belajar. Ketidakseriusan siswa dalam proses pembelajaran menjadi salah satu penyebabnya, pendapat ini dikuatkan oleh [12] yang menyatakan bahwa kurangnya keseriusan siswa saat belajar dapat menyebabkan salah paham terhadap materi, sehingga mempersulit pemecahan masalah. Selain itu, masalah lain muncul ketika siswa sekadar menghafal rumus tanpa benar-benar memahami konsep dasarnya, yang sering kali menyebabkan mereka melupakan rumus yang tepat untuk digunakan [12]. Dari berbagai penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa disimpulkan bahwa kesulitan siswa dalam memilih dan menggunakan konsep yang benar saat menyelesaikan masalah berkaitan dengan kesalahan konseptual. Kurangnya pemahaman mendalam terhadap konsep dasar menghambat siswa untuk menggabungkan konsep tersebut dengan konsep lain selanjutnya.

### 3.2 Kesalahan Prosedural

Kesalahan kastolan selanjutnya adalah kesalahan prosedural. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh persentase sebesar 23%. Persentase ini berada pada kategori ringan karena ada pada rentang  $10\% <$

$p \leq 25\%$ . Kesalahan prosedural terjadi karena mahasiswa gagal menuliskan informasi yang mereka ketahui dari soal dan tidak menuntaskan pemecahannya hingga akhir, tidak runtut dalam penyelesaian soal. Contoh jawaban mahasiswa dengan kesalahan prosedural dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 3.** Contoh jawaban kesalahan prosedural

Kesalahan prosedural pada soal nomor 3 berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa kesalahan mahasiswa pada penyederhanaan fungsi Boolean menggunakan peta Karnaugh. Terlihat bahwa mahasiswa tidak mampu menyederhanakan fungsi Boolean sampai menjadi bentuk fungsi yang paling sederhana. Bentuk fungsi Boolean yang paling sederhana untuk soal nomor 3 adalah  $f(x) = w'z + y'z$  tetapi mahasiswa menuliskan bentuk fungsi paling sederhana adalah  $f(x) = w'z + wy'z$ . Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa M02, hal tersebut dikarenakan mahasiswa tidak runtut dalam menyelesaikan soal tersebut. Pada saat membuat peta Karnaugh mahasiswa terlebih dahulu mengisi simbol untuk minterm dan maxterm, lalu mengelompokkan sel bernilai 1, dan yang terakhir mengisi simbol untuk fungsi *don't care*. Seharusnya mahasiswa menyelesaikan terlebih dahulu peta Karnaugh, kemudian melakukan pengelompokan untuk penyederhanaan fungsi.

Kesalahan prosedural berkaitan dengan kekeliruan dalam melaksanakan tahapan algoritmik, yang meliputi tindakan yang keliru, urutan yang salah, kesalahan dalam penempatan, langkah yang tak sesuai, serta tahapan yang terabaikan [13]. Dalam penelitian ini, kesalahan prosedural yang ditemukan oleh mahasiswa sesuai dengan hasil temuan beberapa peneliti lain yang mengaitkan kesalahan prosedural yang umum dengan pendekatan siswa yang kurang tepat dalam pemecahan masalah. Kesalahan prosedural juga terjadi saat siswa tidak menjalankan tahapan penyelesaian masalah secara berurut [14]. Hasil ini sejalan dengan penelitian [12] yang menunjukkan kesalahan terjadi saat siswa tidak menyusun jawabannya secara berurutan. Kesalahan bisa muncul saat mahasiswa tidak akrab dengan jenis masalah baru yang ditemui. Hal ini dikarenakan mereka belum pernah menghadapi masalah serupa sebelumnya. Dalam konteks penelitian ini, soal-soal yang diberikan berkaitan dengan situasi keseharian dan memakai data aktual, sehingga sebagian mahasiswa mungkin kesulitan memahami tahapan yang benar dan sesuai untuk menjawab soal tersebut. Kesalahan prosedural yang terjadi termasuk ketidaksesuaian atau ketidakberurutan langkah dalam perhitungan yang dilakukan oleh mahasiswa [15].

### 3.3 Kesalahan Teknik

Jenis kesalahan kastolan selanjutnya adalah kesalahan teknik. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh persentase sebesar 44%. Persentase ini berada pada kategori berat karena ada pada rentang  $40\% < p \leq 50\%$ . Kesalahan teknik oleh siswa berkaitan dengan ketidakmampuan mereka dalam menginterpretasi soal. Kesalahan ini bisa terjadi karena mahasiswa kurang teliti dalam membaca soal atau kesulitan dalam memahami apa yang dimaksud dalam pertanyaan yang diberikan. Contoh jawaban mahasiswa dengan kesalahan konseptual dapat dilihat pada Gambar 4.

1. Tabel :

$u$	$y$	$z$	fungsi
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

K-Map :

$u$	00	01	11	10	yz
0	0	0	0	1	
1	1	1	1	1	

$$f = u + yz'$$

Gambar 4. Contoh jawaban kesalahan teknik

Kesalahan teknik pada soal nomor 1 berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa kesalahan mahasiswa dalam memahami soal dan melakukan perhitungan. Pada soal nomor 1 disebutkan bahwa suatu rangkaian digital memiliki luaran bernilai 1 jika mayoritas masukannya bernilai 1. Mahasiswa melakukan kesalahan pada pembuatan tabel kebenaran di baris ke 3, 4, dan 5. Pada baris ketiga luaran seharusnya 0 karena mayoritas masukan bernilai 0, pada baris keempat luaran harusnya 1 karena mayoritas inputan 1, dan pada baris kelima luaran harusnya 0 karena mayoritas inputan adalah 0. Karena adanya kesalahan dalam pembuatan tabel kebenaran, maka pada saat menuliskan fungsi Boolean dan melakukan penyederhanaan fungsi juga salah. Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa M03, hal tersebut dikarenakan mahasiswa terlalu terburu-buru untuk menyelesaikan soal yang mengakibatkan ketidaktelitian dalam membuat tabel kebenaran.

Kesalahan teknik yang ditemukan pada mahasiswa dalam penelitian ini terutama terkait dengan kesalahan dalam melakukan perhitungan [16]. Movshovitz-Hadar dkk. pada [17] menegaskan bahwa salah satu jenis kesalahan teknik pada matematika terkait dengan kesalahan yang tidak disengaja ketika melakukan perhitungan. Penemuan ini sejalan dengan hasil penelitian [17] yang menunjukkan bahwa kesalahan teknikal yang sering dilakukan oleh siswa adalah kesalahan dalam perhitungan, yang disebabkan oleh kurangnya kemampuan perhitungan siswa. Kesalahan perhitungan juga bisa disebabkan oleh kurangnya akurasi atau kelalaian siswa saat menyelesaikan soal, serta ketidakmampuan untuk melakukan pengecekan ulang terhadap hasil perhitungan yang telah dilakukan. Beberapa penelitian juga menemukan bahwa kesalahan teknis sering kali muncul karena siswa terburu-buru dalam menyelesaikan masalah dan tidak memverifikasi jawaban mereka. Selain itu, terdapat kesalahan yang timbul ketika siswa salah menafsirkan pertanyaan atau kesalahan saat membaca data dari diagram dan tabel [18]. Kesalahan dalam menginterpretasi pertanyaan berkaitan

dengan ketidakmampuan siswa dalam memahami inti dari pertanyaan dan kurang telitinya mereka saat membaca soal [19].

Faktor-faktor yang menyebabkan siswa membuat kesalahan termasuk kurangnya kehati-hatian dalam menyelesaikan soal, kurangnya pemahaman terhadap soal, dan kesulitan dalam mengubah soal menjadi model matematika. Selain itu, dalam konteks proses pembelajaran, faktor-faktor seperti kurangnya motivasi dan minat siswa juga berperan karena pembelajaran yang tidak optimal. Dalam upaya meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi yang diajarkan, sangat penting menggunakan model pembelajaran yang sesuai. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran, penting untuk mendorong partisipasi aktif siswa agar mereka tidak merasa bosan. Mumu dalam [4] menekankan bahwa pemahaman konsep matematika oleh siswa akan meningkat jika mereka dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini yang diperoleh bahwa jenis kesalahan terbesar yang dilakukan oleh mahasiswa adalah kesalahan teknik. Hal ini sejalan penelitian yang dilakukan oleh Buton [20] yaitu kesalahan teknik yang terjadi sebesar 93%, dimana dalam hal ini mahasiswa kurang teliti dalam mengerjakan soal dan asal menuliskan hasil jawaban. Ketidakcermatan dan kurangnya keahlian mahasiswa dalam memahami soal serta kemampuan konsep Aljabar Boolean yang masih lemah menjadi faktor kesalahan yang sering mereka lakukan. Hasil penelitian mengenai materi Aljabar Boolean ini menekankan pentingnya para dosen untuk mempertimbangkan keragaman kemampuan mahasiswa. Sebab, tidak semua mahasiswa mempunyai pengetahuan mendalam mengenai matematika. Oleh karena itu, dosen/pendidik perlu lebih selektif dalam menentukan model, metode, dan media pembelajaran. Kesalahan prosedural dan teknik yang ditemukan dalam penelitian menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk mengembangkan materi pembelajaran yang lebih mendalam dan memberikan penekanan pada aspek-aspek praktis aljabar Boolean. Hal ini dapat mencakup penggunaan studi kasus, proyek kehidupan nyata, atau simulasi untuk membantu mahasiswa mengasah keterampilan prosedural dan teknis mereka. Dari segi pembelajaran, diperlukan pelatihan untuk dosen dalam mengidentifikasi dan mengatasi kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam pembelajaran aljabar Boolean. Dosen dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk menyusun strategi pengajaran yang lebih efektif dan mendukung mahasiswa dalam mengatasi kesulitan yang mungkin mereka temui.

Hasil penelitian ini memberikan dasar untuk eksperimen dengan metode pengajaran alternatif, seperti penggunaan media pembelajaran interaktif atau pembelajaran berbasis proyek. Implementasi metode ini dapat membantu meningkatkan pemahaman mahasiswa dan mengurangi kesalahan yang terkait dengan konsep, prosedur, dan teknik aljabar Boolean. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk mendalami faktor-faktor yang mendasari kesalahan mahasiswa, baik dari segi psikologis, metode pengajaran, atau faktor-faktor lingkungan. Hal ini dapat memberikan wawasan tambahan untuk meningkatkan efektivitas pengajaran aljabar Boolean.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa persentase kesalahan konseptual sebesar 33%, persentase kesalahan prosedural sebesar 23%, dan persentase kesalahan teknik sebesar 44%. Beberapa faktor yang menyebabkan mahasiswa melakukan kesalahan saat menyelesaikan persoalan meliputi: 1) Ketidakpahaman mahasiswa terhadap persoalan yang dihadapi, sehingga mereka menjadi bingung saat mencoba memecahkannya; 2) Kekurangan ketelitian dalam proses penghitungan oleh mahasiswa yang menyebabkan kesalahan dalam jawaban mereka; 3) Ketidakmampuan mahasiswa dalam mengubah soal menjadi model matematika; 4) Kurangnya pengetahuan mahasiswa tentang tahapan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah. Dosen dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk menyusun strategi pengajaran yang lebih efektif dan mendukung mahasiswa dalam mengatasi kesulitan yang mungkin mereka temui. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk mendalami faktor-faktor yang mendasari kesalahan mahasiswa, baik dari segi psikologis, metode

pengajaran, atau faktor-faktor lingkungan. Hal ini dapat memberikan wawasan tambahan untuk meningkatkan efektivitas pengajaran aljabar Boolean.

## Referensi

- [1] F. A. Sari, “Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Mata Kuliah Matematika Terapan Berdasarkan Newmann’s Error Analysis,” *SUPERMAT Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.33627/sm.v7i1.1049.
- [2] S. D. Aini and S. Irawati, “Analysis of Student Errors in Solving Non Homogeneous Differential Equations Problems Based on Kastolan Stages,” *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, vol. 6, no. 1, p. 93, Jan. 2022, doi: 10.31764/jtam.v6i1.5558.
- [3] P. R. Widia, H. P. Munah, and M. R. Al, “Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Aljabar Boolean Berdasarkan Kemampuan Awal Dan Problem Based Learning,” *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, vol. 7, no. 2, pp. 324–331, Dec. 2022, doi: 10.30998/sap.v7i2.13640.
- [4] M. R. Sari, C. Sa’dijah, and S. Sukoriyanto, “Analisis Kesalahan Siswa SMP dalam Menyelesaikan Tes Literasi Statistik Berdasarkan Tahapan Kastolan,” *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, vol. 11, no. 1, p. 156, Sep. 2022, doi: 10.25273/jipm.v11i1.13948.
- [5] Y. Yodiatmana and K. Kartini, “Analysis of Student Errors in Solving Basic Logarithmic Problems Using Kastolan Error Analysis,” *Jurnal Gantang*, vol. 7, no. 2, pp. 129–136, Dec. 2022, doi: 10.31629/jg.v7i2.4689.
- [6] A. Y. Anggoro, “Analisis Kesalahan Mahasiswa Pendidikan Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus Integral,” *Jurnal Kependidikan Matematika*, vol. 4, no. 2, pp. 131–140, 2023, doi: 10.30822/asimtot.v4i2.2340.
- [7] Y. Patricia *et al.*, “Analisis Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Menyelesaikan Soal Limit Trigonometri,” *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika* , vol. 11, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa>
- [8] Slameto, *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta, 2007.
- [9] Daswarman, “Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD dalam Menyelesaikan Soal Matematika,” *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 06, no. 02, pp. 1335–1344, 2022.
- [10] N. Anggraini, D. P. Utomo, and R. D. Azmi, “Analysis Of Student Errors In Solving Minimum Competency Assessment Problems Based On Kastolan Theory,” *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2023, doi: 10.22236/kalamatika.vol8no1.2023pp1-10.
- [11] N. Jusniani, “Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Kemampuan Pemahaman Matematis Padamata Kuliah Kapita Selekta Matematika SMP,” *Jurnal Ilmiah Matematika Realistik (JI-MR)*, vol. 3, no. 2, pp. 71–80, 2022, doi: 10.33365/ji-mr.v3i2.2294.
- [12] N. S. R. Hasibuan, Y. Roza, and M. Maimunah, “Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berdasarkan Teori Kastolan,” *Jurnal Paedagogy*, vol. 9, no. 3, p. 486, Jul. 2022, doi: 10.33394/jp.v9i3.5287.
- [13] Rosmaiayadi, “Analisis Kesalahan Penyelesaian Soal Aljabar Pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Singkawang,” *Journal Pendidikan Matematika*, vol. 12, no. 1, pp. 59–70, 2018.

- [14] U. Usqo, Y. Roza, and P. Studi Magister Pendidikan Matematika, "Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Watson's Error Category dan Perbedaan Gender," *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 06, no. 01, pp. 505–518, 2022.
- [15] J. Aulia and Kartini, "Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Pada Materi Himpunan Kelas VII SMP/MTs," *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 05, no. 01, pp. 484–500, 2021.
- [16] D. A. Ramadhini and K. Kowiyah, "Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Materi Kecepatan Menggunakan Teori Kastolan," *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 6, no. 3, pp. 2475–2488, Aug. 2022, doi: 10.31004/cendekia.v6i3.1581.
- [17] A. Sari and R. Zulkarnaen, "Analisis kemampuan koneksi matematis berdasarkan teori Kastolan pada siswa kelas IX," *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 55–62, 2022, doi: 10.37058/jp3m.v8i1.4670.
- [18] I. Suciati and W. H. Mailili, "Analisis Kesalahan Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Diferensial Materi Turunan," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* , vol. 5, no. 1, 2022, doi: 10.46918>equals.v5i1.1238.
- [19] L. Lusiana, J. Jumroh, and E. F. P. Sari, "Kesalahan Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal SPLDV Dan Program Linier Di Tingkat SMK," *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, vol. 12, no. 1, p. 933, Mar. 2023, doi: 10.24127/ajpm.v12i1.6574.
- [20] S. Buton, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Barisan Dan Deret Berdasarkan Teori Kastolan," *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 15–20, 2023, doi: 10.47323/ujes.v4i1.280.