

Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaian Soal Materi Busur dan Juring Lingkaran Berdasarkan Tahapan Kesalahan Kastolan

Tri Fosa Mariyani¹ dan Afif Afghohani^{2*}

^{1,2} Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Veteran Nusantara, Sukoharjo

¹ trifosa977@gmail.com, ² afqohani15@gmail.com

* Corresponding Author

Received: November 28, 2025 Accepted: October 28, 2025 Online Published: November 24, 2025

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan jenis-jenis kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan soal materi Busur dan Juring Lingkaran berdasarkan Tahapan Kesalahan Kastolan (konseptual, prosedural, dan teknis). Latar belakang penelitian ini didasari oleh indikasi adanya kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal matematika, terutama terkait ketidakmampuan menerapkan langkah-langkah penggerjaan seperti menuliskan rumus dan satuan dengan benar. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Subjek penelitian adalah 28 siswa kelas XII SMA Veteran 1 Sukoharjo yang sedang mempelajari materi tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa mengalami semua jenis kesalahan Kastolan dengan proporsi yang bervariasi: kesalahan prosedural sebesar 71,4%; kesalahan teknis sebesar 14,3%; dan kesalahan konseptual sebesar 10,7%. Kesimpulannya, kesalahan yang paling banyak dilakukan siswa adalah kesalahan prosedural dengan persentase dominan (71,4%). Hal ini mengindikasikan bahwa kesulitan utama siswa terletak pada ketidakruntutan atau ketidakmampuan memanipulasi langkah-langkah penyelesaian soal. Secara umum, kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal busur dan juring lingkaran disebabkan oleh kurangnya ketelitian dalam penggerjaan dan kurangnya pemahaman siswa dalam konsep serta mengoperasikan bilangan.

Kata-kata Kunci: Analisis Kesulitan; Kastolan; Busur dan Juring Lingkaran

Analysis of Students' Difficulties in Solving Problems on Arcs and Sectors of a Circle Based on Kastolan's Error Stages

Tri Fosa Mariyani¹ and Afif Afghohani^{2*}

^{1,2} Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Veteran Nusantara, Sukoharjo

¹ trifosa977@gmail.com, ² afqohani15@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract: This research aims to analyze and describe the types of errors made by students in solving problems on the Arc and Sector of a Circle material based on Kastolan's Error Stages (conceptual, procedural, and technical). The background of this study is based on indications of student difficulties in solving mathematics problems, particularly concerning the inability to apply correct solution steps such as writing formulas and units accurately. The research employed a descriptive qualitative approach. The subjects of the study were 28 students of Class XII SMA Veteran 1 Sukoharjo who were studying the material. The analysis results show that students experienced all types of Kastolan errors with varied proportions: procedural errors at 71.4%; technical errors at 14.3%; and conceptual errors at 10.7%. In conclusion, the most common error made by students was the procedural error with a dominant percentage (71.4%). This indicates that the main difficulty for students lies in the lack of sequence or the inability to manipulate the steps of problem-solving. Generally, student difficulties in solving arc and sector

of a circle problems are caused by a lack of precision in computation and poor understanding of concepts and numerical operations.

Keywords: *Difficulty analysis; Castellano; Arcs and sectors of a circle.*

Pendahuluan

Pendidikan adalah upaya manusia untuk mengeksplorasi dan mengembangkan kemungkinan potensial dan spiritual bawaan selaras dengan nilai-nilai hidup dalam masyarakat dan budaya. Pendidikan dan budaya terhubung dan mendukung satu sama lain dalam proses kemajuan. Konteks kehidupan nasional, pendidikan memainkan peran penting, begitu banyak ahli mencoba menjelaskan dan mengeksplorasi makna pendidikan yang sebenarnya (Saputra, 2021). Faktanya, pendidikan telah memainkan peran dalam antusiasme bagi orang Indonesia untuk membangun negara mereka. Maka, penting bagi kita untuk dapat meningkatkan tingkat martabat dan meningkatkan jumlah orang Indonesia yang tidak dapat mencocokkan negara lain. Pertanyaan mendasar dalam upaya perbaikan mutu pendidikan Indonesia adalah apakah disparitas capaian antara jalur pendidikan formal dan informal merupakan kendala utama yang memicu kemerosotan mutu secara keseluruhan (Agustang, 2021).

Selain itu, sistem pendidikan Indonesia dianggap ketat dan tidak efisien, dan sistem baru-baru ini menjadi perdebatan. Ini berasal dari kualitas pendidikan Indonesia dan tetap di negara lain. Sistem pendidikan di Indonesia tidak berbeda jauh dari pendidikan negara lain. Banyak kesalahan mendasar yang meningkatkan kesenjangan antara tujuan sistem pendidikan dan implementasi actual (Fitri, 2021). Sebagai bagian dari sistem pendidikan, guru memainkan peran yang sangat penting dalam memastikan bahwa roda pendidikan berjalan dengan baik. Untuk mengevaluasi kualitas guru di Indonesia, ada dua komponen: kesejahteraan guru dan kemampuan mereka. Dilihat dari tingkat kesejahteraan guru di Indonesia, masih belum cukup. Banyak guru yang menikmati kesejahteraan, tetapi jauh lebih banyak lagi yang tidak. Di sisi lain, banyak guru di Indonesia yang tidak memiliki kemampuan yang diperlukan. Mereka mengalami inkompotensi pengajar sebagai akibat dari kurangnya minat untuk belajar, membaca, menulis, dan membuat karya media pembelajaran (Veirissa, 2021). Guru mengalami kesulitan untuk mendorong siswanya karena orang tua tidak mendukung mereka. Orang tua, selain guru, juga memainkan peran penting sebagai inspirasi untuk pendidikan anak (Rahma & Ritonga, 2022). Siswa yang mengalami kesulitan belajar didefinisikan sebagai kesulitan belajar. Ini tidak menutup kemungkinan bahwa siswa akan mengalami kesulitan selama proses pembelajaran, bahkan jika mereka sering dianggap bodoh oleh orang lain (Mursalin, 2021). Menganalisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal matematika merupakan praktik penting untuk mendiagnosis tindakan yang tidak tepat. Dengan mengetahui letak spesifik kesalahan, guru dapat merancang intervensi yang tepat guna mencegah terulangnya kekeliruan serupa di masa mendatang (Hasibuan, N, dkk., 2022).

Ketidakmampuan belajar merupakan sebuah keadaan di mana seseorang tidak mampu belajar sesuai keinginannya. Hal ini dapat disebabkan oleh materi pembelajaran yang menantang serta faktor yang bersifat internal maupun eksternal pada individu (Nurdianto et al., 2020). Selain itu, jika meneliti fenomena kesulitan belajar dari sudut pandang proses pembelajaran dapat melihat adanya faktor internal yang berasal dari diri anak atau siswa itu



sendiri, serta faktor eksternal yang mencakup kondisi di luar diri mereka. Untuk mengatasi kesulitan belajar dengan efektif, diperlukan pendekatan yang komprehensif, meliputi intervensi di bidang medis dan pendidikan. Menariknya, beberapa tokoh ternama juga pernah mengalami kesulitan belajar, salah satunya adalah Albert Einstein (Armella & Rifdah, 2022). Kegiatan belajar untuk semua siswa mungkin tidak selalu berjalan dengan lancar. Terkadang siswa dapat dengan cepat memahami apa yang telah mereka pelajari. Juga bisa sangat sulit untuk memahami apa yang telah dipelajari siswa. Meskipun semangat kadang-kadang tinggi dalam hal antusiasme, siswa juga dapat menemukan diri mereka malas dalam pembelajaran mereka. Sebab itu, kenyataan yang sering muncul pada semua siswa dalam kehidupan sehari-hari dalam kaitannya dengan kegiatan belajar. Setiap siswa tentu memiliki properti berbeda. Perbedaan ini juga menyebabkan perbedaan dalam perilaku belajar siswa. Hal ini disebut kesulitan belajar dalam situasi di mana siswa tidak dapat belajar bagaimana melakukannya (Saraswati, 2020).

Matematika, sebagai disiplin ilmu fundamental yang melatih kemampuan berpikir logis dan pemecahan masalah, seringkali menjadi mata pelajaran yang menantang bagi siswa. Tantangan ini terindikasi dari tingginya angka kesalahan yang dilakukan siswa saat menyelesaikan soal, yang mana kesalahan tersebut merupakan cerminan dari kesulitan belajar dalam memahami konsep tertentu. Salah satu topik yang sering dijumpai dalam aktivitas sehari-hari adalah topik mengenai lingkaran. Lingkaran adalah konsep fundamental yang berhubungan dengan tema matematika lain yang akan dipelajari di tingkat berikutnya, misalnya busur dan juring lingkaran (Agustina et al., 2021). Salah satu materi dalam matematika yang secara konsisten memunculkan kesulitan adalah Lingkaran, khususnya pada sub-pokok bahasan Busur dan Juring Lingkaran. Matematika merupakan ilmu dasar yang memainkan peran krusial dalam berbagai aspek kehidupan. Namun, masih banyak siswa di sekolah yang mengalami kesulitan saat mempelajari mata pelajaran ini (Meiatun, Dyah; Hidajat, Djatmiko, 2022). Saat menyelesaikan masalah matematika pada topik dalam lingkaran, ada kesalahan antara: belum memahami konsepnya, salah dalam perhitungan dan melakukan proses yang salah serta kurang memahami simbol. Kekeliruan tersebut disebabkan karena siswa kurang menguasai konsep, kurang memahami simbol – simbol, kekeliruan dalam penggunaan proses perhitungan, salah rumus sehingga siswa salah dalam menyelesaikan soal-soal matematika dan siswa yang belum mengenal dengan baik konsep perkalian, tetapi mencoba menghafal perkalian tersebut, hal ini dapat menimbulkan kekeliruan jika hafalannya salah (Permana, 2023).

Salah satu materi yang konsisten memunculkan kesulitan adalah Lingkaran, khususnya pada sub-pokok bahasan Busur dan Juring Lingkaran. Kesulitan pada materi ini muncul karena kompleksitas soal cerita yang menuntut siswa untuk menguasai konsep perbandingan dan keterampilan memanipulasi aljabar yang rumit (Permana, 2023). Kesulitan konseptual dan prosedural tersebut kemudian termanifestasi dalam berbagai jenis kesalahan pengerjaan. Menurut Ulhaq dan Yuspriyati (2022), kesalahan paling banyak dilakukan siswa karena kurangnya pemahaman soal dan ketidakmampuan menyelesaikan perhitungan hingga tuntas, yang menunjukkan adanya masalah pada proses penyelesaian. Jenis-jenis kesalahan ini sangat beragam, seperti yang ditemukan Amalia, Yuniar, dan Wulan (2022) yang mengidentifikasi adanya kesalahan penggunaan algoritma yang tidak sempurna dan kesalahan data pada soal lingkaran. Untuk menganalisis dan mendiagnosis kesalahan-kesalahan tersebut secara sistematis, penelitian ini merujuk pada Tahapan Kesalahan



Kastolan yang membagi kesalahan menjadi tiga jenis. Hasibuan, Roza, & Maimunah (2022) mendefinisikan tiga tahapan tersebut: Kesalahan Konseptual terjadi karena siswa gagal memahami atau menafsirkan konsep; Kesalahan Prosedural adalah ketidakmampuan siswa dalam menyusun langkah-langkah penyelesaian secara sistematis; dan Kesalahan Teknis adalah kesalahan karena kecerobohan dalam proses perhitungan. Berdasarkan latar belakang masalah ini, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan dan menganalisis jenis-jenis kesalahan (konseptual, prosedural, dan teknis) yang dilakukan oleh siswa kelas XII SMA Veteran 1 Sukoharjo saat menyelesaikan soal materi Busur dan Juring Lingkaran berdasarkan Tahapan Kesalahan Kastolan, sehingga hasil penelitian ini dapat memberikan informasi diagnostik yang akurat bagi guru untuk merancang intervensi pembelajaran yang lebih efektif.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Pendekatan kualitatif dipilih karena bertujuan untuk menganalisis dan mendeskripsikan jenis-jenis kesalahan siswa secara mendalam, bukan untuk menguji hubungan antar variabel atau menggeneralisasi hasil. Melalui metode deskriptif ini, peneliti dapat mendiagnosis, mengklasifikasikan, dan menginterpretasikan data hasil tes tertulis siswa serta hasil wawancara untuk memahami pola dan penyebab utama kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal Busur dan Juring Lingkaran (Prakoso, 2021).

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII SMA Veteran 1 Sukoharjo yang sedang menempuh materi pokok bahasan Lingkaran. Berdasarkan data di abstrak, jumlah subjek yang terlibat adalah 28 siswa. Pemilihan subjek didasarkan pada pertimbangan bahwa siswa pada jenjang ini telah menerima materi Lingkaran dan menunjukkan adanya kesulitan belajar pada sub-pokok bahasan Busur dan Juring Lingkaran. Sementara itu, objek penelitian adalah kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal Busur dan Juring Lingkaran yang dianalisis menggunakan Tahapan Kesalahan Kastolan (Kesalahan Konseptual, Prosedural, dan Teknis).

Alat pengumpulan data utama dalam penelitian ini adalah tes tertulis (tes diagnostik) dan wawancara. Tes tertulis diberikan dalam bentuk soal uraian (esai) yang relevan dengan materi Busur dan Juring Lingkaran. Soal uraian dipilih untuk memungkinkan siswa menunjukkan seluruh langkah penyelesaian, sehingga jenis kesalahan Kastolan dapat teridentifikasi secara jelas. Selanjutnya, wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap subjek terpilih (key informants), yaitu siswa yang melakukan kesalahan paling dominan atau bervariasi, guna menggali informasi lebih dalam mengenai penyebab di balik kesalahan yang mereka lakukan pada lembar jawaban.

Peneliti akan menganalisis data yang dikumpulkan kemudian mengidentifikasi permasalahan yang dibuat siswa. Oleh karena itu, perlu adanya indikator yang dirancang untuk memudahkan dalam mengidentifikasi permasalahan yang dimaksud. Indikator-indikator ini sebaiknya dipilih berdasarkan analisis yang telah dilakukan Kastolan (Aprilianti et al., 2024). Instrumen penelitian dikembangkan berdasarkan kerangka pikir analisis kesalahan Kastolan. Instrumen tes tertulis terdiri dari soal-soal Busur dan Juring Lingkaran yang telah divalidasi oleh ahli materi. Untuk memastikan klasifikasi kesalahan berjalan sistematis, digunakan lembar analisis kesalahan (ceklist) yang berisi indikator-indikator spesifik untuk setiap kategori Kastolan. Berikut penjelasan lebih lengkap mengenai indikator kesalahan tahapan Kastolan:



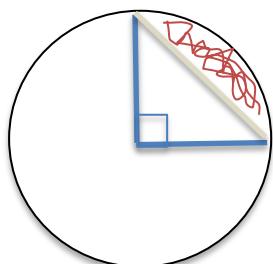
Tabel 1. Indikator Kesalahan Tahapan Kastolan

No	Jenis Kesalahan	Indikator Kesalahan
1.	Kesalahan Konseptual	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa tidak dapat menentukan rumus • Siswa tidak dapat menerapkan rumus dengan benar
2.	Kesalahan Prosedural	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa tidak sesuai dengan prosedur dalam penyelesaian soal yang diperintahkan seperti menuliskan rumus atau satuannya
3.	Kesalahan Teknis	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa tidak menyelesaikan soal • Siswa membuat kesalahan dalam perhitungan • Siswa membuat kesalahan dengan memindahkan angka atau operasi matematika

Teknik analisis data dalam penelitian kualitatif deskriptif ini melalui tahapan sebagai berikut: Pertama, Reduksi Data, yaitu menyeleksi dan memfokuskan data dari hasil tes tertulis dan transkrip wawancara. Kedua, Penyajian Data, yaitu menampilkan data dalam bentuk tabel persentase jenis kesalahan (Konseptual, Prosedural, Teknis) yang dilakukan 28 siswa. Ketiga, Interpretasi dan Verifikasi, yaitu melakukan analisis persentase untuk menentukan jenis kesalahan paling dominan, diikuti dengan analisis mendalam terhadap data wawancara untuk menjelaskan penyebab kesalahan tersebut. Langkah-langkah analisis yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan ini merupakan model interaktif yang dilakukan secara terus menerus selama dan setelah pengumpulan data (Sugiyono, 2022). Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidajat (2018) analisis data menggunakan reduksi data, penyajian data, dan kesimpulan. Hasil analisis data akan menyimpulkan deskripsi jenis dan penyebab kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal Busur dan Juring Lingkaran berdasarkan Tahapan Kastolan.

Soal-soal yang disajikan telah lulus uji validitas dengan persetujuan guru dan dosen matematika. Soal essaynya adalah

1. Sebuah lingkaran berpusat di O mempunyai panjang jari-jari 14 cm. Jika besar sudut pusat $AOB = 72^\circ$, tentukan panjang busur AB!
2. Diketahui luas juring sebuah lingkaran 157 cm^2 . Tentukan jari-jari dihadapan 45° ?
3. Diketahui besar $\angle BOC = 120^\circ$. Jika luas juring $BOC = 84 \text{ cm}^2$, dan luas juring $AOC = 105 \text{ cm}^2$. Berapakah besar sudut pusat AOC !
4. Jika luas juring $BOC = 30 \text{ cm}^2$, dan $\angle BOC = 72^\circ$ dan $\angle AOD = 120^\circ$. Tentukan luas juring AOD !
5. Diketahui jari – jari 14 cm, hitunglah luas daerah yang diarsir ?



Hasil Penelitian

Hasil analisis penelitian ini, kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal ini dianalisis berdasarkan indikator kesalahan Kastolan. Berikut hasil analisis data siswa persentase rata-rata kesalahan:

Tabel 2 Persentase Kesalahan

Kesalahan	Siswa					Percentase
	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	
Kesalahan Konseptual	0	3	0	0	0	10,7 %
Kesalahan Prosedural	6	5	0	2	7	71,4 %
Kesalahan Teknis	0	2	0	1	0	10,7 %

Hasil penelitian deskriptif kualitatif ini diperoleh dari analisis mendalam terhadap lembar jawaban tes diagnostik matematika pada materi Busur dan Juring Lingkaran yang dikerjakan oleh 28 siswa kelas XII SMA Veteran 1 Sukoharjo. Analisis dilakukan menggunakan Tahapan Kesalahan Kastolan yang meliputi kesalahan konseptual, prosedural, dan teknis. Secara keseluruhan, temuan menunjukkan bahwa kesalahan yang paling mendominasi adalah Kesalahan Prosedural dengan persentase mencapai 71,4% (melibatkan 20 dari 28 siswa), diikuti oleh Kesalahan Teknis sebesar 14,3% (4 siswa), dan Kesalahan Konseptual sebesar 10,7% (3 siswa). Hanya satu siswa (3,6%) yang mampu menyelesaikan soal dengan benar. Dominasi kesalahan prosedural ini mengindikasikan adanya masalah kritis pada keterampilan proses penyelesaian soal matematika. Kesalahan Konseptual (10,7%) teridentifikasi ketika siswa gagal mengaplikasikan prinsip matematika dasar. Pola kesalahan utama yang ditemukan adalah salah pilih rumus, di mana siswa keliru menggunakan rumus Luas Juring saat diminta mencari Panjang Busur, atau sebaliknya. Siswa juga menunjukkan kesalahan dalam interpretasi soal, misalnya dengan menganggap nilai jari-jari (r) sebagai diameter (d), atau sebaliknya, serta kegagalan dalam mentransformasikan informasi verbal dari soal cerita menjadi model perbandingan matematika yang benar. Kesalahan Prosedural (71,4%), sebagai jenis kesalahan yang paling sering terjadi, menunjukkan kegagalan siswa dalam menyusun langkah penyelesaian secara sistematis. Pola kesalahan yang ditemukan sangat beragam dan mencakup tiga aspek utama. Pertama, langkah penyelesaian tidak runut atau tidak lengkap; siswa seringkali melompati tahapan substitusi nilai atau perhitungan perantara dan langsung menuliskan hasil akhir. Kedua, terjadi manipulasi aljabar yang keliru, di mana siswa salah dalam menukar posisi penyebut dan pembilang saat menyelesaikan persamaan perbandingan (cross-multiplication) untuk mencari variabel yang tidak diketahui (seperti sudut pusat atau jari-jari). Ketiga, ditemukan penggunaan satuan yang tidak konsisten atau keliru, misalnya menggunakan satuan luas (cm^2) untuk besaran panjang busur atau tidak mencantumkan satuan sama sekali. Kesalahan ini secara kolektif mencerminkan kurangnya penguasaan dasar-dasar aljabar dan ketidakmampuan untuk menyajikan solusi secara terstruktur.

Terakhir, Kesalahan Teknis (14,3%) berfokus pada kecerobohan dalam operasi hitung aritmatika. Kesalahan ini meliputi kekeliruan dalam perkalian, pembagian, atau pengurangan bilangan yang melibatkan pecahan dan bilangan desimal, terutama saat menyederhanakan pecahan sudut pusat per 360° dengan nilai jari-jari. Selain itu, kesalahan teknis juga ditandai dengan salah substitusi nilai π , di mana siswa menggunakan $\pi = 22/7$ padahal nilai jari-jari tidak habis dibagi 7, yang justru mempersulit dan memicu kesalahan



perhitungan lanjutan. Kesalahan teknis ini menunjukkan masalah pada ketelitian dan kemampuan perhitungan manual siswa. Secara diagnostik, hasil ini menyimpulkan bahwa intervensi pembelajaran harus difokuskan pada penguatan aljabar dasar dan keterampilan menyusun prosedur yang runtut. Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa kesulitan belajar siswa pada materi busur dan juring lingkaran di kelas XII SMA Veteran 1 Sukoharjo didominasi oleh masalah kedisiplinan prosedur penyelesaian (71,4%), yang mencakup kelalaian menulis rumus dan satuan. Meskipun demikian, masalah mendasar seperti kesalahan dalam menentukan rumus (konseptual) dan kesalahan perhitungan (teknis) juga berkontribusi, hal ini menunjukkan bahwa intervensi pendidikan harus difokuskan pada penguatan pemahaman konsep operasional sekaligus penekankan pada ketelitian prosedural dan komputasi. Hal ini sesuai dengan penelitian (Hasibuan, N. 2022) kesalahan konseptual di sini yakni siswa tidak mampu pada saat mengartikan masalah yang didapat. Sehingga tidak mampu menyelesaikan soal, di mana kesalahan konseptual adalah kesalahan yang terjadi ketika peserta didik salah menggunakan atau gagal memahami konsep yang terkait dengan suatu pertanyaan.

Pembahasan

Kesalahan konseptual ini menunjukkan masalah dalam menentukan rumus atau menerapkan rumus yang sesuai. Berdasarkan tabel 1.1 persentase jenis kesalahan siswa mencapai 10,7 %, dimana siswa melakukan kesalahan pada soal nomor 2.

Gambar 1. Jawaban nomor 2

Berdasarkan hasil penggerjaan siswa, siswa melakukan kesalahan dalam menuliskan rumus luas juring. Dikarenakan pada rumus soal salah, maka soal tidak terjawab dengan jawaban yang benar.

$$\text{Luas juring} = \frac{\alpha}{360} \pi r^2$$

Tabel 3. Persentase Kesalahan Konseptual

Soal	Siswa	Persentase
1	-	-
2	4	14,3 %
3	-	-
4	-	-
5	-	-
Rata - rata		2,9 %



Berdasarkan hasil pada Tabel 3 rata-rata persentase kesalahan konseptual mencapai 2,9 % yang menunjukkan 4 siswa yang kesulitan dalam menentukan rumus atau menerapkan rumus. Kesalahan konseptual yang relatif rendah (10,7%) ditemukan dalam bentuk salah pilih rumus (mempertukarkan rumus Panjang Busur dan Luas Juring). Meskipun persentasenya kecil, jenis kesalahan ini sangat fatal karena langsung mengarahkan pada jawaban yang salah sejak langkah awal. Secara teoritis, kesalahan ini terjadi karena siswa gagal menghubungkan konsep Busur dengan Keliling Lingkaran dan konsep Juring dengan Luas Lingkaran. Permana (2023) dalam studinya tentang lingkaran juga mencatat bahwa kesulitan siswa terletak pada kurangnya pemahaman konsep pengajaran.

Kesalahan prosedural adalah kesalahan yang tidak mengikuti prosedur dalam menyelesaikan soal, seperti menyelesaikan sampai tahap akhir, menuliskan rumus, dan menuliskan satuannya. Berdasarkan Tabel 1.1 kesalahan prosedural siswa mencapai 71,4 %. kesalahan prosedural ditandai oleh ketidakmampuan siswa dalam menyusun langkah penyelesaian secara sistematis, melakukan manipulasi aljabar yang keliru, dan tidak konsisten dalam penggunaan satuan. Terdapat kesalahan pada soal nomor 1, 2, 4, dan 5.

Handwritten work for problem 1. It shows a diagram of a circle with a central angle of 120°. The formula for arc length is given as $AB = \frac{120}{360} \times 2 \times \pi \times 14$. Below this, the student has written 360° and a question mark. The final result is $= \frac{88}{5} = 17,6 \text{ cm}$.

Gambar 2. Jawaban nomor 1

Handwritten work for problem 2. It shows a series of calculations: $157 \div 45 = 3,44 \text{ r } 2$, $157 \div 4 = 39 \text{ r } 1$, $157 \div 1 = 157 \text{ r } 0$, $157 \div 8 = 19 \text{ r } 5$, $157 \div 32 = 4 \text{ r } 13$, $400 \div 100 = 4 \text{ r } 0$, $\sqrt{400} = 20 \text{ r } 0$, and $20 \div 2 = 10 \text{ r } 0$.

Gambar 3. Jawaban nomor 2

Handwritten work for problem 5. It shows the formula for the area of a sector: $5) \text{Ljuring} = AOB \cdot \frac{90^\circ}{360^\circ} \cdot \frac{2}{2} \times \pi \times 14$. Below this, the student has written $= \frac{1}{4} \cdot 22 \cdot \pi \cdot 14 = 184 \text{ cm}^2$. Below that, there is a redacted section, and then the formula for the area of a triangle: $LAOB = \frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 14 = 98$.

Gambar 4. Jawaban nomor 5

Handwritten work for problem 4. It shows the formula for the area of a sector: $4) \text{Ljuring AOD} = \frac{720}{360} \cdot \pi \cdot 30$. Below this, the student has written $\text{Ljuring AOD} = 120 \cdot 30$, $\text{Ljuring AOD} = 3600$, $\text{Ljuring AOD} = 3600$, and $= 3600$.

Gambar 5. Jawaban nomor 4

Berdasarkan dengan pengajaran siswa, siswa melakukan kesalahan prosedural seperti tidak menuliskan rumus, satunya tidak ditulis dan tidak menyelesaikan soal sampai tahap akhir. Tetapi kebanyakan siswa yang melakukan kesalahan dengan tidak menuliskan rumus soal dan satunya. Kesalahan seperti manipulasi aljabar yang keliru saat mencari variabel (seperti sudut pusat atau jari-jari) menegaskan bahwa siswa membawa kelemahan dari materi prasyarat (aljabar dasar, persamaan pecahan) ke materi baru (Busur dan Juring Lingkaran). Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa kegagalan prosedur



seringkali berakar pada kurangnya penguasaan dasar-dasar hitungan atau aljabar saat melakukan substitusi dan ekuivalensi persamaan (Lihat: Ayuningsih et al., 2020; Sitorus et al., 2025). Pola langkah penyelesaian tidak runtut atau melompati tahapan menunjukkan bahwa siswa mungkin hanya mengingat rumus, tetapi tidak memahami alur berpikir sistematis yang diperlukan untuk memecahkan masalah geometri kompleks. Dalam konteks geometri lingkaran, menyelesaikan masalah Busur/Juring seringkali memerlukan langkah-langkah bertingkat, mulai dari menentukan perbandingan sudut/luas hingga melakukan perhitungan akhir. Kegagalan di tahap ini mencerminkan kelemahan dalam pemecahan masalah secara utuh. Berikut Adapun rata-rata persentase kesalahan prosedural:

Tabel 4. Persentase Kesalahan Prosedural

Soal	Siswa	Persentase
1	6	21,4 %
2	5	17,9 %
3	-	-
4	2	7,1 %
5	7	25 %
Rata - rata		14,2 %

Berdasarkan hasil pada Tabel 4. rata-rata persentase kesalahan prosedural mencapai 14,2 % yang menunjukkan 25 siswa yang kesulitan dalam mengikuti prosedur dalam menyelesaikan soal. Temuan ini konsisten dengan beberapa penelitian yang juga menggunakan Teori Kastolan, di mana kesalahan prosedural sering menjadi mayoritas, khususnya pada materi yang memerlukan banyak tahapan perhitungan atau manipulasi rumus yang menemukan dominasi kesalahan prosedural pada soal cerita (Zannah & Sagala, 2025).

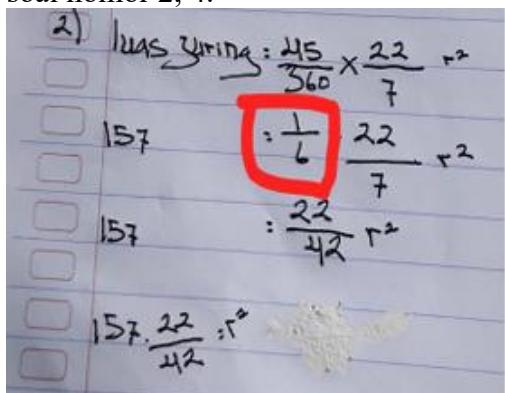
Kesalahan teknis adalah kesalahan dalam menghitung. Berdasarkan tabel 1.1 persentase jenis kesalahan siswa mencapai 10,7 %, dimana siswa melakukan kesalahan pada soal nomor 2, 4.

2) Luas Juring: $\frac{22}{360} \times \frac{22}{7} r^2$

157 $\frac{1}{6} \frac{22}{7} r^2$

157 $\frac{22}{42} r^2$

157. $\frac{22}{42} r^2$

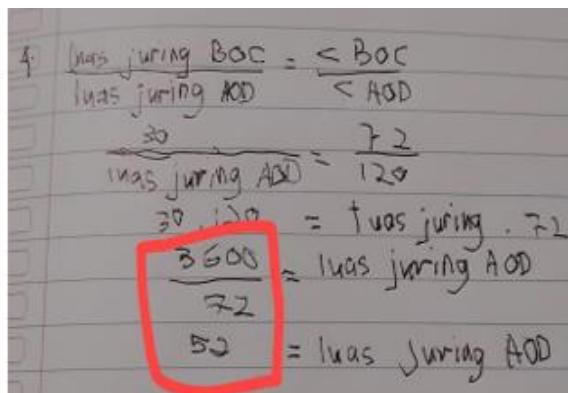


Gambar 6. Jawaban nomor 2

4) Luas Juring BOC = $\frac{30}{360} \times \frac{72}{120}$

Luas Juring AOD = $\frac{30}{120} = \frac{1}{4}$ Luas Juring BOC

$\frac{3600}{72} = \frac{50}{1} =$ Luas Juring AOD



Gambar 7. Jawaban nomor 4

Berdasarkan dengan pengerajan siswa, siswa melakukan kesalahan teknis seperti siswa salah dalam perhitungan, maka jawaban pun juga salah karena dalam perhitungan salah. Kesalahan Teknis (14,3%) ditandai oleh kecerobohan dalam operasi hitung aritmatika dan salah substitusi nilai π . Kesalahan ini seringkali dianggap ringan, namun, pada materi lingkaran, ketidaktelitian dalam menyederhanakan pecahan sudut /360° atau salah memilih nilai



π dapat menyebabkan hasil akhir yang jauh menyimpang. Kesalahan ini diperkuat oleh literatur yang menyebutkan bahwa kesalahan teknis biasanya disebabkan oleh kurangnya ketelitian dan minimnya kehati-hatian siswa dalam melakukan perhitungan dasar (Rahmawati et al., 2021). Berikut Adalah rata-rata persentase kesalahan prosedural:

Tabel 5. Persentase Kesalahan Prosedural

Soal	Siswa	Persentase
1	-	-
2	2	7,1 %
3	-	-
4	1	3,6 %
5	-	-
Rata - rata		2,1 %

Berdasarkan hasil pada Tabel 5 rata-rata persentase kesalahan teknis mencapai 2,1 % yang menunjukkan 3 siswa yang kesulitan dalam menghitung.

Simpulan dan Saran

Analisis kesulitan siswa yang sudah dilakukan di SMA Veteran 1 Sukoharjo kelas XII dapat disimpulkan bahwa siswa sering kali melakukan kesalahan yang paling umum, yaitu pada kesalahan prosedural yang mencapai 71,4%, Kesalahan yang sering dilakukan oleh siswa antara lain adalah tidak menuliskan rumus serta satuan yang diperlukan, dan tidak menyelesaikan soal hingga tahap akhir. Sebagian besar siswa cenderung lupa mencantumkan rumus dan satuannya saat menyelesaikan masalah.. Sedangkan kesalahan konseptual ini menunjukkan masalah dalam menentukan rumus atau menerapkan rumus yang sesuai. Kesalahan konseptual mencapai 10,7% dimana siswa salah menulis rumus, dikarenakan kurangnya ketelitian siswa dalam menentukan rumus. Sehingga siswa melakukan kesalahan konseptual. Kesalahan Teknis adalah kesalahan menghitung, kesalahan yang mencapai 10,7% dimana siswa kurang teliti dalam menghitung penyelesaian. Jadi dapat disimpulkan bahwa kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal busur dan juring lingkaran karena kurangnya pemahaman siswa dalam konsep penggerjaan dan mengoperasikan bilangan.

Berdasarkan dominasi Kesalahan Prosedural (71,4%) dalam penyelesaian soal Busur dan Juring Lingkaran, disarankan beberapa langkah intervensi. Bagi guru mata pelajaran, perlu diterapkan metode scaffolding prosedural dan teknik pemecahan masalah (seperti Polya) untuk membiasakan siswa menulis langkah penyelesaian secara sistematis, disertai penguatan materi prasyarat aljabar (persamaan linear dan pecahan) guna mengatasi kesalahan manipulasi, serta penggunaan alat bantu visual untuk membedakan konsep Busur dan Juring. Pihak sekolah dan kurikulum disarankan menyelenggarakan program remedial yang terfokus pada perbaikan Kesalahan Prosedural dan Teknis, serta menyediakan sumber belajar yang menekankan konsistensi satuan dan kelengkapan prosedur. Terakhir, bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengkaji faktor non-kognitif, seperti kecemasan matematika (mathematics anxiety) dan motivasi belajar, yang mungkin turut memengaruhi ketidaktelitian, serta melakukan penelitian eksperimen untuk menguji efektivitas model pembelajaran inovatif (misalnya Problem-Based Learning yang diperkuat Scaffolding) dalam meminimalisir kesalahan prosedural.



Daftar Rujukan

- Agustang, A. (2021). Makalah “Masalah Pendidikan Di Indonesia.” [Www.Melianikasim.Wordpress.Com](http://www.melianikasim.wordpress.com), 0–19. <https://meilanikasim.wordpress.com/2009/03/08/makalah-masalah-pendidikan-di-indonesia/>
- Agustina, T. R., Subarinah, S., Hikmah, N., & Amrullah, A. (2021). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Soal Open Ended Materi Lingkaran Berdasarkan Kemampuan Awal Matematika Siswa. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 1(3), 433–441. <https://doi.org/10.29303/griya.v1i3.85>
- Amalia, R., Yuniar, M. I., & Wulan, E. R. (2022). Analisis Kesalahan Siswa SMP Kelas VIII dalam Menyelesaikan Soal Lingkaran. *Mercumatika: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 6(2).
- Aprilianti, I., Lestariningsih, L., & Lutfianto, M. (2024). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Logaritma. *Jurnal Edukasi: Kajian Ilmu Pendidikan*, 9(2), 9–17. <https://doi.org/10.51836/je.v9i2.622>
- Armella, R., & Rifdah, K. M. N. (2022). Kesulitan belajar dan faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar. *Sultan Idris Journal of Psychology and Education*, 1(2), 14–27.
- Ayuningsih, L., Haryanto, & Setiani, T. (2020). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika pada Pembelajaran Daring. *Jurnal Mahasiswa IKIP Siliwangi*, 1(1), 3-10.
- Fitri, S. F. N. (2021). Problematika Kualitas Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(1), 1617–1620. <http://jptam.org/index.php/jptam/article/view/1148>
- Hasibuan, N., Roza, Y., & Maimunah, M. (2022). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berdasarkan Teori Kastolan. *Jurnal Paedagogy*, 9(3), 486-494. <https://doi.org/10.33394/jp.v9i3.5287>
- Hidajat, D. (2018). Analisis Kesulitan Dalam Penyelesaian Permasalahan Ruang Dimensi Dua. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 1(1). <https://doi.org/10.21043/jpm.v1i1.4452>
- Meiatun Dyah, Hidajat Djatmiko, H. K. (2022). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Pada Siswa Kelas X Ma Al-Muayyad Surakarta Tahun Ajaran 2021/2022. *Journal Numeracy*, 9(2), 93–108
- Mursalin. (2021). Permasalahan Siswa dalam Kesulitan Belajar (Studi Kasus Terhadap JM Siswi Kelas IV SD Negeri Cot Jaja). Seminar Nasional Hasil Riset Dan Pengabdian Ke-III (SNHRP-III 2021), 308–314.
- Ningsih, N., Hariyani, S., & Fayeldi, T. (2019). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Lingkaran Berdasarkan Kategori Watson. *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 187-196
- Nurdianto, W. B., Juwaedah, A., & Karpin, K. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Statistika Mahasiswa Pendidikan Tata Boga. *Media Pendidikan, Gizi, Dan Kuliner*, 9(1), 61–64. <https://doi.org/10.17509/boga.v9i1.23867>
- Permana, D. L. (2023). Analisis Kesulitan Pembelajaran Matematika pada Pokok Bahasan Lingkaran di MTs Daarul Muqimien. *IRWASITA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 29–34.



- Prakoso, B. (2021). Metodologi Penelitian Kualitatif Deskriptif. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 5(2), 112-120
- Rahma, N., & Ritonga, M. K. (2022). Analisis Kesulitan Guru Dalam Kegiatan Belajar Mengajar Siswa Pada Era New Normal Pendahuluan Kegiatan Belajar Mengajar yang semula sempat dilakukan secara daring (dalam jaringan) kini sudah kembali diberlakukan secara tatap muka , meskipun Saat ini pro. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia*, 7(2), 123–133.
- Rahmawati, A. R., Sudirman, & Rahardi, R. (2021). Kesalahan Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Menyelesaikan Masalah Fungsi dan Persamaan Polinomial. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 1(3), 2548-2559
- Saputra, A. K. (2021). Kualitas Pendidikan di Indonesia. *Universitas Andalas*, 2130004, 2.
- Saraswati, L. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Matematika pada Materi Lingkaran bagi Siswa Kelas VI di MI Ma'arif Polorejo. Skripsi. <http://etheses.iainponorogo.ac.id/9247/>
- Sitorus, G. E., Sibarani, K., Samosir, M. I., Manurung, H. C., & Simanullang, M. C. (2025). Analisis Kesalahan Mahasiswa Pendidikan Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Deret Tak Hingga Berdasarkan Teori Kastolan. *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 7(2), 343–355.
- Sugiyono. (2022). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Ulfa, D., & Kartini, K. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Logaritma Menggunakan Tahapan Kesalahan Kastolan. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 542–550
- Ulhaq, S., & Yuspriyati, D. N. (2022). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Materi Lingkaran. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 5(1), 195-202.
- Veirissa, A. H. (2021). Kualitas guru di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS), 4, 267–272. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/861>
- Zannah, A. A., & Sagala, P. N. (2025). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Teori Kastolan Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Di SMA Negeri 15 Medan. *EKSAKTA*, 10(1).

