



Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMA Melalui Pemodelan Matematika pada Permasalahan Geometri

Erik Setiawan, Iqbal Kharisudin*

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: iqbalkharisudin@mail.unnes.ac.id

Received: 22-05-2026; Revised: 03-06-2026; Published: 31-06-2026

Abstract: This study aims to analyze high school students' problem-solving abilities through mathematical modeling strategies in geometry problems. This research employed a descriptive qualitative approach involving 33 eleventh-grade students of SMA Negeri 12 Semarang, who were selected purposively based on variations in academic ability. Data were collected through written tests, observation, and in-depth interviews with nine selected students. The data were analyzed inductively by referring to the stages of mathematical modeling, namely understanding the problem context, mathematization, solving the mathematical model, interpreting the results, and validating the solution. The findings show that students' ability to solve geometry problems through mathematical modeling varied according to the complexity of the problems. Students who answered correctly were able to identify relevant information, construct appropriate mathematical models, perform calculations, and interpret the results in accordance with the problem context. In contrast, students who answered incorrectly generally experienced difficulties in mathematization, applying geometry concepts, manipulating algebraic expressions, and validating final answers. The students' success rate tended to decrease as the complexity of the problems increased. These findings indicate that transforming contextual problems into mathematical models and validating solutions are critical stages that require greater attention in mathematics learning based on mathematical modeling.

Keywords: problem solving abilities, mathematical modeling, geometry problems

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan pemecahan masalah siswa SMA melalui strategi pemodelan matematika pada permasalahan geometri. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan subjek 33 siswa kelas XI SMA Negeri 12 Semarang yang dipilih secara purposive berdasarkan variasi kemampuan akademik. Data dikumpulkan melalui tes tertulis, observasi, dan wawancara mendalam terhadap sembilan siswa terpilih. Analisis data dilakukan secara induktif dengan mengacu pada tahapan pemodelan matematika, yaitu memahami konteks masalah, melakukan matematisasi, menyelesaikan model, menginterpretasikan hasil, dan memvalidasi solusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal geometri melalui pemodelan matematika bervariasi sesuai dengan kompleksitas soal. Siswa yang menjawab benar mampu mengidentifikasi informasi penting, menyusun model matematika secara tepat, melakukan perhitungan, serta menafsirkan hasil sesuai konteks masalah. Sebaliknya, siswa yang menjawab salah umumnya mengalami kesulitan pada tahap matematisasi, penggunaan konsep geometri, manipulasi aljabar, dan validasi hasil akhir. Tingkat keberhasilan siswa cenderung menurun pada soal dengan kompleksitas lebih tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa tahap transformasi masalah kontekstual ke dalam model matematika dan tahap validasi solusi merupakan bagian yang perlu memperoleh perhatian lebih dalam pembelajaran matematika berbasis pemodelan.

Kata kunci: kemampuan pemecahan masalah, pemodelan matematika, permasalahan geometri

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika bukan hanya sekedar menguasai konsep-konsep yang ada, melainkan juga berfokus pada pengembangan keterampilan yang esensial untuk memahami dunia dan mendukung kesuksesan siswa dalam berbagai aspek kehidupan (Vorhölter et al., 2019; Brunner & Star, 2024). Salah satunya pengembangan kemampuan pemecahan masalah.

pembelajaran matematika, kemampuan pemecahan masalah merupakan salah satu kompetensi utama yang perlu dikembangkan karena matematika tidak hanya menuntut siswa menguasai prosedur perhitungan, tetapi juga mampu memahami situasi, mengidentifikasi informasi penting, memilih strategi yang sesuai, melaksanakan penyelesaian, dan mengevaluasi kembali hasil yang diperoleh. Secara literatur, kemampuan pemecahan masalah dipahami sebagai keterampilan kognitif tingkat tinggi yang melibatkan proses mengenali, memahami, dan mendefinisikan masalah, mengembangkan serta mengevaluasi berbagai alternatif strategi, memilih dan menerapkan solusi, serta meninjau kembali ketepatan hasil penyelesaian (Demir, 2021; (Fawzi et al., 2022)Fawzi et al., 2022 ; Hadiprayitno et al., 2022; Mahanal et al., 2022). Kemampuan ini juga dipandang sebagai kompetensi lintas disiplin yang penting dalam pembelajaran abad ke-21 karena berkaitan erat dengan higher order thinking skills, metakognisi, dan self-regulated learning (Fawzi et al., 2022; Hadiprayitno et al., 2022; Masduki et al., 2020; Rokhim et al., 2022). Dalam konteks matematika, proses pemecahan masalah biasanya disusun melalui tahapan yang sistematis, seperti mengidentifikasi atau mendefinisikan masalah, mengeksplorasi informasi, merencanakan strategi, melaksanakan penyelesaian, serta mengevaluasi dan merefleksikan jawaban.

Oleh karena itu, kemampuan pemecahan masalah menjadi dasar penting dalam pemodelan matematika karena siswa perlu mengubah masalah kontekstual ke dalam representasi matematis, menyelesaikan model yang dibangun, dan menafsirkan kembali hasilnya sesuai dengan konteks permasalahan (Vogelsanger-Holenstein et al., 2025). Pemodelan matematika telah muncul sebagai pendekatan strategi yang memungkinkan siswa menghubungkan konsep matematika abstrak dengan aplikasi praktek melalui proses sistematis yang mencakup identitas masalah, matematisasi dan validasi solusi (Çibukçiu, 2025) . Menurut Panhuizen, (2020) menyoroti bahwa pemodelan matematika harus dilakukan secara sistematis, dimana siswa tidak hanya menerapkan konsep matematika tetapi juga memahami hubungan yang bermakna antara konsep tersebut dengan dunia nyata.

Pendekatan yang relevan digunakan untuk menghubungkan masalah kehidupan sehari-hari dengan dunia matematika adalah pemodelan matematika (Krawitz et al., 2025). Pemodelan matematika merupakan suatu proses yang terdiri dari beberapa langkah. Ini dimulai dengan mengidentifikasi komponen penting masalah, yang kemudian diterjemahkan menjadi representasi matematis dan kemudian menggunakan teknik matematika untuk menemukan solusi (Siller et al., 2023). Menurut Alpaslan & Yalvac, (2023) mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis masalah dan berorientasi pada pemodelan yang mengembangkan keterampilan penalaran lebih komprehensif dan memperkuat kemampuan siswa dalam mengatasi masalah kompleks. Penelitian yang ditinjau menunjukkan bahwa pemodelan matematika tidak hanya merupakan pendekatan instruksional tetapi juga sarana untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti berpikir logis, kritis dan kreatif (Vorhölter et al., 2019). Hal ini sangat relevan dengan penelitian ini, bertujuan untuk menganalisis kemampuan pemecahan masalah siswa SMA melalui strategi pemodelan matematika.

Tantangan yang diidentifikasi oleh Kharisudin, I., & Cahyati, (2020) menekankan bawa konsep diri matematika siswa memainkan peran signifikan dalam mempengaruhi efektivitas strategi pemodelan dalam aktivitas pemecahan masalah, terutama selama tugas penggalan model. Pada saat yang sama, tantangan oleh Jankvist & Niss, (2020) menyoroti kebutuhan untuk menyelidiki kesulitan siswa dalam menghadapi masalah non-rutin. Hal ini sejalan dengan penekanan penelitian ini pada pemahaman dimana siswa mengalami kesulitan dalam mengubah masalah kontekstual menjadi model matematika. Sedangkan menurut Santos-trigo, (2024)

menyoroti mengenai kompetensi teknologi mengungkapkan lapisan kompleksitas lain dalam pembelajaran matematika modern, yang sangat relevan di era digital saat ini.

Selain itu menurut Nurochmah & Kharisudin, (2023) mengemukakan bahwa penggunaan analisis tujuan sarana yang dikombinasikan dengan pembelajaran campuran dapat membantu mengungkapkan jalur kognitif yang diikuti siswa sepanjang proses pemodelan, termasuk saat menerjemahkan masalah kontekstual ke dalam bentuk matematis. Oleh karena itu penelitian ini dalam dikursus yang penting, meskipun pemodelan matematika menjanjikan dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan dunia nyata, hal ini juga memerlukan perhatian yang cermat terhadap hambatan yang dihadapi siswa, baik dari aspek kognitif maupun teknologi.

Analisis penelitian sebelumnya menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang signifikan, meskipun berbagai studi telah mengeksplorasi efektivitas umum pemodelan matematika dan tantangan implementasinya, terdapat kekurangan dalam menganalisis secara komprehensif terhadap proses pemodelan tahap demi tahap siswa dalam menyelesaikan soal dalam permasalahan geometri. Pemecahan masalah tidak hanya ditentukan oleh jawaban akhir yang diperoleh, tetapi juga oleh proses yang dilalui siswa dalam memahami konteks masalah, membangun model matematika, menyelesaikan model, menginterpretasikan hasil, dan memvalidasi solusi yang diperoleh. Penelitian terdahulu lebih berfokus pada hasil belajar dari pada menganalisis proses detail yang dilalui siswa selama setiap fase pemodelan. Meskipun demikian pemahaman proses ini esensial guna mengidentifikasi kesulitan dan mengembangkan strategi instruksional yang tepat (Krawitz et al., 2022).

Berdasarkan hasil pengamatan awal dan wawancara dengan guru matematika, ditemukan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan geometri kontekstual. Kesulitan tersebut terutama terlihat ketika siswa diminta mengidentifikasi informasi penting, menghubungkan situasi nyata dengan konsep geometri, serta menyusun model matematika yang sesuai. hal ini merupakan kesulitan yang dihadapi siswa. Kondisi ini diperparah oleh pemahaman guru yang hanya menekankan prosedur perhitungan dari pada proses pemodelan yang sistematis. Hasil observasi awal dan wawancara dengan guru matematika menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal geometri yang berbentuk masalah kontekstual. Sebagian besar siswa mampu menggunakan rumus yang telah dipelajari, tetapi mengalami kesulitan ketika harus mengidentifikasi informasi penting, menentukan hubungan antar besaran, dan menerjemahkan situasi nyata ke dalam model matematika. Akibatnya, siswa sering memperoleh jawaban yang tidak sesuai meskipun telah melakukan proses perhitungan.

Penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis mendalam, terhadap proses pemodelan matematis siswa SMA dalam menyelesaikan soal permasalahan geometri menggunakan pendekatan kualitatif pada setiap fase pemodelan berdasarkan kerangka kerja blum, yang meliputi structuring, matematisasi, penyelesaian, interpretasi dan validasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola kesulitan siswa oada setiap tahap dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses pemodelan matematika. Tujuan dari penelitian adalah menganalisis proses pemodelan matematika siswa SMA dalam permasalahan materi geometri dengan menggali tahapan-tahapan proses pemodelan yang lebih mendalam hal ini jarang dieksplorasi dalam literatur sebelumnya. Penelitian ini akan memperkaya pemahaman analisis pemecahan masalah untuk meningkatkan keterampilan dalam pemodelan matematika siswa serta menidentifikasi tantangan yang mereka hadapi setiap langkah pemodelan dan bagaimana

kesulitan siswa dapat diatasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika berbasis pemodelan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode kualitatif dengan desain fenomenologi, fenomena yang dianalisis adalah pengalaman siswa dalam membangun model matematika dari permasalahan geometri kontekstual, yang mencakup proses memahami situasi masalah, mengubahnya ke dalam bentuk matematika, menyelesaikan model yang dibangun, menginterpretasikan hasil, dan memvalidasi solusi yang diperoleh. Tahapan operasional penelitian meliputi: (1) fase persiapan yang mencakup pengembangan instrumen dan validasi instrumen; (2) fase implementasi yang mencakup administrasi tes, observasi dan wawancara; dan (3) fase analisis data dan penarikan kesimpulan. Penelitian ini dilakukan selama satu bulan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

Lokasi penelitian di sekolah SMA Negeri 12 Semarang, dipilih berdasarkan relevansi kurikulum matematika kelas XI yang mencakup lingkaran tali busur dan segi empat tali busur. Subjek penelitian terdiri dari 33 siswa kelas XI yang berasal dari satu kelas utuh yang memiliki pengetahuan matematika dasar tetapi masih mengalami kesulitan dalam pemodelan matematika. Hartmann et al., (2021) seleksi pemilihan mereka melalui sampling purposif berdasarkan kriteria berikut: (1) telah mempelajari topik lingkaran; (2) memiliki keterampilan matematika dasar yang memadai; dan (3) masih mengalami kesulitan dalam pemodelan matematika sebagaimana ditunjukkan oleh hasil pretest. Pengelompokan kemampuan akademik siswa menjadi pertimbangan utama, terdiri dari 5 siswa berprestasi tinggi berdasarkan nilai raport semester sebelumnya, 23 siswa rata-rata, dan 5 siswa berprestasi rendah berdasarkan nilai raport semester sebelumnya. Penelitian ini berfokus pada kemampuan pemodelan matematika siswa dalam menyelesaikan soal geometri terkait tali busur dalam kehidupan sehari-hari, termasuk sekitar lingkungan, masalah geometri praktis, dan masalah optimasi dasar yang sesuai dengan tingkat kognitif siswa sekolah menengah atas.

Metode pengumpulan data dilakukan menggunakan triangulasi metodologis, yang meliputi: (1) pemberian tes esai untuk menilai kemampuan pemodelan matematika siswa; (2) pengamatan langsung selama proses pemecahan masalah untuk memantau tahap-tahap pemodelan yang dilakukan siswa; dan (3) wawancara mendalam dilakukan kepada 9 siswa yang dipilih secara purposif berdasarkan hasil tes kemampuan pemecahan masalah. Sembilan siswa tersebut terdiri atas tiga siswa berkategori kemampuan tinggi, tiga siswa berkategori kemampuan sedang, dan tiga siswa berkategori kemampuan rendah. Pemilihan subjek didasarkan pada skor tes serta variasi jawaban yang ditunjukkan siswa, sehingga dapat merepresentasikan karakteristik proses pemodelan matematika pada setiap kategori kemampuan. Kesembilan siswa tersebut mewakili kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah, masing-masing terdiri atas tiga siswa. Pemilihan dilakukan berdasarkan skor tes kemampuan pemecahan masalah serta variasi jawaban yang ditunjukkan siswa pada setiap tahap pemodelan matematika. Wawancara menggunakan teknik stimulasi ingatan berdasarkan hasil pekerjaan tertulis siswa untuk mengeksplorasi proses berpikir dan kesulitan yang mereka alami (Creswell, 2018).

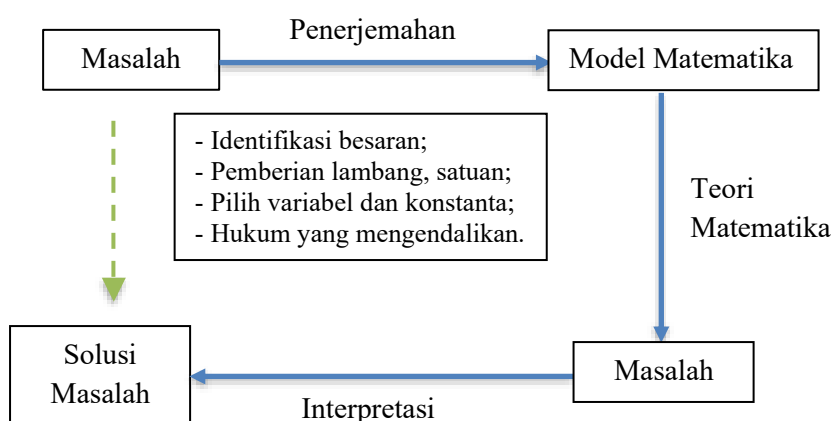
Instrumen penelitian terdiri dari: (1) soal uraian tentang pemodelan matematika yang mencakup lima soal geometri dengan tingkat kesulitan yang berjenjang; (2) lembar observasi terstruktur untuk memantau proses pemodelan siswa, dan (3) panduan wawancara semi terstruktur yang dirancang untuk mengeksplorasi strategi dan tantangan siswa. Validitas instrumen dijamin

melalui penilaian ahli yang melibatkan dua dosen matematika Universitas Negeri Semarang dan seorang guru matematika berpengalaman.

Data soal uraian dianalisis menggunakan rubrik penilaian untuk kompetensi pemodelan matematika berdasarkan kerangka kerja lima tahap Blum: structuring, matematisasi, pemecahan masalah, interpretasi, dan validasi. Setiap tahap diberi skor pada skala 0 hingga 3 sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Data observasi data dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi pola perilaku siswa pada setiap tahap proses pemodelan. Data wawancara dianalisis menggunakan analisis tematik dengan pendekatan induktif, mengikuti langkah-langkah mengkodekan, pengelompokan, dan identifikasi tema (Maliki & Kharisudin, 2025). Triangulasi data dilakukan dengan mengintegrasikan temuan dari ketiga instrumen untuk memperoleh pemahaman komprehensif tentang kemampuan pemodelan matematika siswa, selain itu analisis kemampuan pemecahan masalah siswa dilakukan berdasarkan tahapan pemodelan matematika yang selaras dengan langkah pemecahan masalah menurut Polya. Tahap memahami situasi dan menyederhanakan masalah berkaitan dengan langkah memahami masalah. Tahap matematisasi dan penyelesaian model matematika berkaitan dengan langkah menyusun dan melaksanakan rencana penyelesaian. Sementara itu, tahap interpretasi dan validasi hasil berkaitan dengan langkah memeriksa kembali solusi yang diperoleh. Keselarasan ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis proses pemecahan masalah siswa pada setiap tahap pemodelan matematika.

Keandalan data dijamin melalui: (1) triangulasi metodologis dengan menggunakan tiga teknik pengumpulan data yang berbeda; (2) verifikasi anggota dengan mengonfirmasi hasil interpretasi bersama peserta; (3) diskusi rekan sejawat yang melibatkan kolaborator untuk meminimalkan bias peneliti; dan (4) jejak audit yang mendokumentasikan seluruh proses penelitian secara sistematis.

Proses pemodelan matematika dalam studi ini terdapat lima langkah pemodelan matematika (Kharisudin & Cahyati, 2020) : (1) mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata; (2) menyimbolkan besaran yang telah diidentifikasi dengan menentukan satuan yang sesuai serta menetapkan variabel dan konstanta; (3) menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antar variabel-variabel tersebut; (4) menentukan solusi dari model yang dibangun; dan (5) menafsirkan solusi model tersebut sebagai jawaban atas masalah sebenarnya. Tahapan ini diilustrasikan dalam Gambar 1, yang memberikan representasi visual dari siklus pemodelan matematis yang diterapkan dalam studi ini.



Gambar 1. Pemodelan Matematika

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 33 siswa yang menyelesaikan lima soal pemecahan masalah berbasis pemodelan matematika. Berdasarkan hasil tes, tingkat keberhasilan siswa bervariasi pada setiap soal. Sebanyak sembilan siswa dipilih untuk wawancara berdasarkan kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah untuk mengeksplorasi proses berpikir dan strategi pemodelan matematika yang digunakan selama menyelesaikan masalah. Statistik deskriptif kemampuan siswa disajikan pada Tabel 1, sedangkan distribusi keberhasilan pada setiap nomor soal disajikan pada Tabel 2.

Table 1. Statistik Deskriptif Skor Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa

Statistik Deskriptif	Skor
Jumlah Siswa	33
Mean	75,3
Median	76,0
Modus	76,0
Simpangan baku	7,33
Skor Minimum	60,0
Skor Maksimum	90,0

Berdasarkan Tabel 1, kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berada pada kategori cukup baik dengan rata-rata skor 75,3. Meskipun demikian, simpangan baku sebesar 7,33 dan rentang skor 60–90 menunjukkan bahwa kemampuan siswa masih bervariasi. Variasi ini mengindikasikan bahwa penguasaan pemodelan matematika belum merata sehingga diperlukan pembelajaran yang mampu mengakomodasi perbedaan kemampuan siswa. Temuan ini sejalan dengan pendapat Borromeo Ferri, (2006) bahwa kemampuan pemodelan berkembang secara bertahap dan dipengaruhi oleh kemampuan siswa dalam menghubungkan situasi nyata dengan representasi matematika.

Table 2. Distribusi Jawaban Benar dan Salah pada Setiap Soal

Nomor Soal	Jawaban Benar	Jawaban Salah	Persentase (%)
1	32	1	96,97
2	31	2	93,94
3	28	5	84,85
4	27	6	81,82
5	24	9	72,73

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase keberhasilan siswa cenderung menurun seiring meningkatnya kompleksitas soal. Soal nomor 1 memiliki tingkat keberhasilan tertinggi (96,97%), sedangkan soal nomor 5 memiliki tingkat keberhasilan terendah (72,73%). Penurunan tersebut menunjukkan bahwa siswa relatif mampu menyelesaikan masalah yang memerlukan matematisasi sederhana, tetapi mulai mengalami kesulitan ketika harus mengintegrasikan beberapa konsep matematika dalam satu model. Pada soal nomor 2 dan nomor 3 yang berkategori sedang, persentase keberhasilan menurun menjadi 93,94% dan 84,85% karena kedua soal menuntut siswa tidak hanya mengidentifikasi informasi yang diketahui, tetapi juga *menyimbolkan besaran yang terlibat, menetapkan hubungan antarvariabel, serta menentukan solusi dari model matematika yang dibangun*. Hasil ini mendukung temuan Borromeo Ferri, (2006) bahwa semakin kompleks proses pemodelan matematika yang harus dilakukan, semakin besar pula kemungkinan siswa mengalami kesulitan dalam mentransformasikan situasi nyata menjadi model matematika.

Menariknya, soal nomor 4 hanya diselesaikan dengan benar oleh 81,82% siswa meskipun tingkat kesulitannya lebih rendah dibandingkan soal nomor 3. Hasil wawancara menunjukkan bahwa kesulitan tersebut lebih dipengaruhi oleh konteks soal yang kurang familier daripada kompleksitas matematisnya. Sebaliknya, pada soal nomor 5 sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi variabel, membangun hubungan antarvariabel, dan menyusun model matematika yang sesuai. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan pemecahan masalah tidak hanya bergantung pada penguasaan konsep matematika, tetapi juga pada kemampuan memahami konteks, melakukan matematisasi, serta menginterpretasikan hasil sesuai situasi nyata (Krawitz et al., 2022).

Dalam penelitian ini, kemampuan pemecahan masalah dianalisis menggunakan indikator hasil modifikasi dari tahapan pemecahan masalah (Polya, 2014; Krawitz et al., 2025), yaitu memahami masalah, menyusun strategi dan menyelesaikan masalah, serta memeriksa kembali proses dan jawaban. tiga indikator tersebut selanjutnya diinterpretasikan pemodelan matematika menurut Kharisudin dan Cahyati (2020), yaitu (1) mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata; (2) menyimbolkan besaran yang telah diidentifikasi dengan menentukan satuan yang sesuai serta menetapkan variabel dan konstanta; (3) menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel; (4) menentukan solusi dari model yang dibangun; dan (5) menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya.

Analisis kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal nomor 1. Analisis dilakukan terhadap tiga hasil pekerjaan siswa, yaitu siswa A1 yang memperoleh jawaban benar serta siswa A2 dan A3 yang memperoleh jawaban kurang tepat sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

Siswa mampu menyimpulkan hasil

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan.

Siswa mampu menuliskan lambang/variabel dari soal dengan benar, tetapi belum mampu menerapkan pemodelan matematika

Siswa mampu menuliskan lambang/variabel dari soal dengan benar, tetapi belum mampu menerapkan

Gambar 2. Jawaban Siswa Pada Soal Nomor 1

Soal nomor 1 menguji kemampuan siswa dalam memodelkan permasalahan geometri yang berkaitan dengan hubungan antara jari-jari lingkaran, jarak titik pusat terhadap tali busur, dan panjang tali busur. Permasalahan yang diberikan adalah “Di sebuah taman kota terdapat kolam berbentuk lingkaran dengan pusat O . Pada kolam tersebut terdapat dua tali busur, yaitu AB dan CD . Panjang jari-jari kolam adalah 13 meter. Jarak titik pusat O ke tali busur AB adalah 5 meter, sedangkan jarak titik pusat O ke tali busur CD adalah 12 meter. Tentukan selisih panjang kedua tali busur tersebut.”

Pada soal nomor 1, Siswa A1 menunjukkan kemampuan yang baik pada seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah. Pada indikator *memahami masalah*, siswa menuliskan informasi yang diketahui, yaitu jari-jari lingkaran sebesar 13 meter, jarak titik pusat ke tali busur AB sebesar 5 meter, dan jarak titik pusat ke tali busur CD sebesar 12 meter, serta mengidentifikasi bahwa yang ditanyakan adalah selisih panjang kedua tali busur. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah melaksanakan langkah pertama pemodelan matematika, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata*, karena seluruh informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah berhasil dikenali. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menetapkan L_1 sebagai panjang tali busur AB dan L_2 sebagai panjang tali busur CD , kemudian menggunakan hubungan matematika $L = 2\sqrt{r^2 - d^2}$. Langkah tersebut menunjukkan bahwa siswa telah *menyimbolkan besaran yang telah diidentifikasi serta menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel*, yaitu hubungan antara jari-jari lingkaran, jarak titik pusat terhadap tali busur, dan panjang tali busur. Berdasarkan model tersebut, siswa mensubstitusikan nilai $r = 13$, $d = 5$, dan $d = 12$, sehingga diperoleh $L_1 = 24$ meter dan $L_2 = 10$ meter, kemudian menentukan selisih kedua tali busur sebesar 14 meter. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa mampu *menentukan solusi dari model yang dibangun* secara tepat. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa menuliskan kesimpulan bahwa selisih panjang kedua tali busur adalah 14 meter dan memastikan hasil tersebut sesuai dengan konteks permasalahan. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Hasil wawancara memperkuat temuan Saat wawancara, siswa A1: “Saya mencari panjang masing-masing tali busur dulu menggunakan perhitungan tali busur lingkaran, lalu setelah ketemu hasilnya saya kurangkan untuk mencari selisihnya.” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa siswa mampu menghubungkan model matematika dengan situasi kontekstual secara tepat.

Berdasarkan Gambar 2, siswa A2 hanya memenuhi sebagian indikator kemampuan pemecahan masalah. Pada indikator *memahami masalah*, siswa mampu mengidentifikasi jari-jari lingkaran serta jarak titik pusat ke masing-masing tali busur, sehingga menunjukkan bahwa langkah pertama pemodelan, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah*, telah dilakukan dengan baik. Selanjutnya, pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menggunakan rumus $L = 2\sqrt{r^2 - d^2}$, sehingga menunjukkan bahwa siswa telah berupaya *menyimbolkan besaran dan memilih hubungan matematika yang sesuai*. Namun, pada proses perhitungan siswa menuliskan $\sqrt{13^2 - 5^2} = 12$ kemudian langsung menyatakan bahwa panjang tali busur AB adalah 12 meter. Padahal, nilai tersebut merupakan setengah panjang tali busur, sehingga panjang tali busur yang benar seharusnya $2 \times 12 = 24$ meter. Kesalahan yang sama juga terjadi ketika menentukan panjang tali busur CD . Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa belum mampu menerapkan hubungan matematika secara tepat, meskipun telah memilih rumus yang benar. Akibat kesalahan tersebut, pada langkah *menentukan solusi dari model yang dibangun*, siswa memperoleh selisih panjang kedua tali busur sebesar 0,47 meter, yang tidak

sesuai dengan hasil sebenarnya, yaitu 14 meter. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap prosedur maupun hasil perhitungan sehingga tidak menyadari adanya ketidaksesuaian antara jawaban yang diperoleh dan konteks permasalahan. Dengan demikian, siswa belum mampu *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Saat wawancara, siswa A2: “*Saya mencoba memasukkan angka yang cocok,*” menunjukkan bahwa siswa telah memahami penggunaan rumus secara umum, tetapi belum memahami makna matematis dari model yang dibangun sehingga hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan konteks soal.

Berdasarkan jawaban siswa A3, menunjukkan karakteristik kesalahan yang berbeda. Pada indikator *memahami masalah*, siswa mampu mengenali jari-jari lingkaran dan jarak titik pusat terhadap tali busur, tetapi kurang tepat dalam mengidentifikasi tujuan permasalahan karena menuliskan bahwa yang dicari adalah panjang tali busur AB dan jarak titik pusat ke tali busur CD, bukan selisih panjang kedua tali busur. Hal ini menunjukkan bahwa langkah pertama pemodelan, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata*, belum dilakukan secara utuh karena siswa belum mengidentifikasi tujuan akhir permasalahan. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menggunakan rumus $L = 2\sqrt{r^2 - d^2}$ dengan benar sehingga telah mampu *menyimbolkan besaran dan menetapkan hubungan matematika* yang sesuai. Akan tetapi, siswa hanya menghitung panjang tali busur AB sebesar 24 meter dan tidak melanjutkan perhitungan panjang tali busur CD maupun menentukan selisih kedua tali busur. Dengan demikian, siswa belum berhasil *menentukan solusi dari model yang dibangun* secara lengkap sesuai tuntutan soal. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa juga tidak melakukan evaluasi terhadap prosedur maupun hasil yang diperoleh sehingga belum mampu *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Hasil wawancara memperkuat temuan tersebut. Siswa A3 menyatakan, “*Saya hanya mengikuti langkah yang saya pelajari lalu memasukkan angka yang ada di soal.*” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa siswa cenderung menggunakan rumus secara prosedural tanpa memahami bahwa tujuan pemodelan adalah memperoleh solusi yang menjawab konteks permasalahan secara utuh. Saat wawancara, siswa A3: “*Saya hanya mengikuti langkah yang saya pelajari lalu memasukkan angka yang ada di soal,*” menunjukkan bahwa siswa cenderung menggunakan rumus secara prosedural tanpa memahami hubungan konseptual antara jari-jari, jarak titik pusat, dan panjang tali busur.

Dengan demikian, hanya siswa A1 yang memenuhi seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah sekaligus menunjukkan seluruh tahapan pemodelan matematika menurut Kharisudin, I., & Cahyati, (2020), sedangkan siswa A2 mengalami hambatan pada tahap menerapkan hubungan matematika sehingga model yang digunakan menghasilkan solusi yang tidak tepat, sedangkan siswa A3 telah membangun model matematika yang benar tetapi belum menyelesaikannya hingga menghasilkan jawaban tidak sesuai dengan tujuan permasalahan, sehingga diperlukan penguatan kemampuan membangun model, menyelesaikan model, serta memvalidasi solusi dalam pembelajaran pemodelan matematika.

Berikutnya, dalam menganalisis kemampuan pemecahan masalah matematis berdasarkan soal nomor 2, yaitu “*Seorang petani memiliki sawah berbentuk lingkaran dengan empat titik pada tepinya, yaitu A, B, C, dan D. Besar sudut di titik B adalah $(3x + 20)^\circ$, sedangkan besar sudut di titik D adalah $(2x + 40)^\circ$. Karena keempat titik terletak pada satu lingkaran, sudut B dan D merupakan sudut berhadapan. Tentukan nilai x dan besar sudut di titik D.*”. Analisis dilakukan terhadap tiga hasil pekerjaan siswa, yaitu B1, B2, dan B3 sebagaimana disajikan pada Gambar 3.

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

B1

Diketahui : Empat titik membentuk empat titik A, B, C dan D
 Besar Sudut B $(3x + 20)^\circ$
 Besar Sudut D $(2x + 40)^\circ$
 Ditanya : Besar nilai x dan Besar Sudut D pembagian Sudut?
 Dikawatir misal : x : harga nilai

Siswa mampu menerapkan pemodelan matematika

misal x : $180^\circ \angle B + \angle D = 180^\circ$
 $\Rightarrow (3x + 20) + (2x + 40) = 180^\circ$
 $\Rightarrow (3x + 2x) + (20 + 40) = 180^\circ$
 $\Rightarrow 5x + 60 = 180^\circ$
 $\Rightarrow 5x = 180^\circ - 60^\circ$
 $\Rightarrow 5x = 120^\circ$
 $\Rightarrow x = \frac{120^\circ}{5}$
 $\Rightarrow x = 24$

Siswa mampu menyimpulkan hasil

Besar Sudut D :
 $\Rightarrow 2x + 40^\circ$
 $\Rightarrow 2(24) + 40^\circ$
 $\Rightarrow 48^\circ + 40^\circ$
 $\Rightarrow 88^\circ$
 Jadi, besar x = 24 dan $\angle D = 88^\circ$

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

B2

2. Dik: B = $(3x + 20)^\circ$
 $D = (2x + 40)^\circ$
 Ditanya : Besar x dan besar Sudut D
 Dikawatir misal : x : harga nilai

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

$\Rightarrow D = 2x + 40 = 2(4) + 40$
 $\Rightarrow 2x + 40 = 48 + 40$
 $\Rightarrow 2x = 88$
 $\Rightarrow x = 44$

Siswa mampu menuliskan lambang/variabel dari soal dengan benar, tetapi belum mampu

B3

2) Dik: B = $(3x + 20)^\circ$
 $D = (2x + 40)^\circ$
 Ditanya : Besar x dan besar Sudut D
 Dikawatir misal : x : harga nilai

Siswa mampu menuliskan lambang/variabel dari soal dengan benar,

$(3x + 20) + (2x + 40) = 180$
 $5x + 60 = 180$
 $5x = 120$
 $x = 24$
 Jadi, besar x = 24 dan $\angle D = 88^\circ$

Siswa mampu menyimpulkan hasil tetapi jawaban masih salah

Gambar 3. Jawaban Siswa Pada Soal Nomor 2

Berdasarkan Gambar 3, Siswa B1 mampu menyelesaikan soal dengan benar dan memenuhi seluruh indikator pemecahan masalah. Pada indikator *memahami masalah*, siswa mengidentifikasi informasi yang diketahui, yaitu besar sudut $B = (3x + 20)^\circ$ dan sudut $D = (2x + 40)^\circ$, serta mengenali bahwa kedua sudut tersebut merupakan sudut berhadapan pada segiempat siklik sehingga jumlahnya 180° . Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah melaksanakan langkah pertama pemodelan matematika, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata*, karena seluruh informasi penting beserta hubungan antarsudut berhasil dikenali. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menyimbolkan besaran yang diketahui ke dalam bentuk aljabar dengan membangun model matematika $(3x + 20) + (2x + 40) = 180^\circ$. Langkah tersebut menunjukkan bahwa siswa telah *menyimbolkan besaran yang diidentifikasi serta menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel*, yaitu jumlah sudut berhadapan pada segiempat siklik sama dengan 180° . Selanjutnya, siswa menyelesaikan model tersebut hingga diperoleh $x = 24$, kemudian mensubstitusikan nilai tersebut ke dalam persamaan $2x + 40$ sehingga diperoleh besar sudut $D = 88^\circ$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa mampu *menentukan solusi dari model yang dibangun* secara benar. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa menuliskan kesimpulan bahwa nilai $x = 24$ dan besar sudut $D = 88^\circ$, serta memastikan hasil tersebut sesuai dengan konsep jumlah sudut berhadapan pada segiempat siklik. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Hasil wawancara mendukung temuan Saat wawancara, siswa B1: “Menjumlahkan kedua sudut karena

jumlah sudut berhadapan adalah 180° , kemudian mencari nilai x terlebih dahulu sebelum menentukan besar sudut D . Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa siswa mampu menghubungkan konsep geometri dengan model matematika secara tepat.

Berbeda dengan siswa B1, siswa B2 hanya memenuhi sebagian indikator kemampuan pemecahan masalah. Pada indikator *memahami masalah*, siswa mampu mengidentifikasi besar sudut B dan sudut D , sehingga menunjukkan bahwa langkah pertama pemodelan, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah*, telah dilakukan dengan baik. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menyimbolkan besaran yang diketahui ke dalam bentuk aljabar, tetapi membangun model matematika yang kurang tepat dengan menuliskan persamaan $3x + 20 = 2x + 40$. Dari jawaban tersebut terlihat bahwa siswa telah menetapkan variabel, namun belum mampu *menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel*, karena menganggap kedua sudut berhadapan memiliki besar yang sama, padahal hubungan yang benar adalah jumlah kedua sudut sama dengan 180° . Kesalahan dalam membangun model tersebut menyebabkan siswa melanjutkan penyelesaian hingga memperoleh $x = 4$, sehingga solusi yang dihasilkan tidak sesuai dengan konsep geometri. Dengan demikian, siswa belum berhasil *menentukan solusi dari model yang dibangun* secara tepat. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap model maupun hasil perhitungan sehingga tidak menyadari bahwa jawaban yang diperoleh bertentangan dengan konsep segiempat siklik. Akibatnya, siswa belum *mampu menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Saat wawancara, siswa B2: “*Saya hanya mencoba menyamakan kedua persamaan sudut tanpa memperhatikan konsep jumlah sudut yang benar.*” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah memahami informasi yang diberikan, tetapi belum mampu membangun model matematika sesuai dengan konsep geometri yang digunakan.

Di sisi lain, siswa B3 menunjukkan lebih banyak kesalahan, Pada indikator *memahami masalah*, siswa mampu mengidentifikasi besar kedua sudut dan memahami bahwa jumlah sudut berhadapan pada segiempat siklik adalah 180° . Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa telah melaksanakan langkah pertama pemodelan matematika dengan benar. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa membangun model matematika $(3x + 20) + (2x + 40) = 180^\circ$, sehingga menunjukkan bahwa siswa telah *menyimbolkan besaran yang diidentifikasi serta menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel* secara tepat. Akan tetapi, ketika menyelesaikan model tersebut siswa melakukan kesalahan dalam manipulasi aljabar sehingga memperoleh $x = 5$, padahal hasil yang benar adalah $x = 24$. Akibat kesalahan tersebut, siswa menghitung besar sudut $D = 120^\circ$, sehingga jawaban akhir menjadi tidak sesuai. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa belum mampu *menentukan solusi dari model yang dibangun* secara benar, meskipun model matematika yang disusun telah sesuai. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap langkah perhitungan maupun hasil akhir sehingga tidak menyadari adanya kesalahan manipulasi aljabar. Dengan demikian, siswa juga belum mampu *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Saat wawancara, siswa B3: “*Saya langsung menghitung tanpa mengecek kembali pembagian nilai x ,*” memperkuat bahwa kesalahan terjadi karena kurang teliti dalam manipulasi aljabar.

Dengan demikian, hanya siswa B1 yang memenuhi seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah sekaligus menunjukkan seluruh tahapan pemodelan matematika menurut (Kharisudin, I., & Cahyati, 2020). Sebaliknya, siswa B2 mengalami hambatan ketika menetapkan hubungan matematika sehingga model yang dibangun tidak sesuai dengan konsep segiempat

siklik, sedangkan siswa B3 berhasil membangun model matematika tetapi mengalami kesalahan pada proses penyelesaian model.

Selanjutnya, analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada soal nomor 5, yaitu *“Seorang pedagang memiliki nampan berbentuk lingkaran yang diperkuat dengan dua batang bambu sejajar sebagai penyangga, membentuk tali busur AB dan CD. Jarak tali busur AB ke pusat lingkaran adalah x cm, sedangkan jarak tali busur CD ke pusat lingkaran adalah $(x-2)$ cm. Panjang tali busur AB adalah 24 cm dan panjang tali busur CD adalah 32 cm. Tentukan jari-jari nampan tersebut.”*. Analisis ini menggunakan indikator kemampuan pemecahan masalah dan indikator diinterpretasikan yang sama dengan sebelumnya. Analisis dilakukan terhadap tiga hasil pekerjaan siswa, yaitu C1, C2, dan C3 sebagaimana disajikan pada Gambar 4.

Siswa C1 menunjukkan kemampuan yang baik pada seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah. Pada indikator *memahami masalah*, siswa mengidentifikasi informasi yang diketahui, yaitu panjang tali busur AB sebesar 24 cm, panjang tali busur CD sebesar 32 cm, serta jarak kedua tali busur terhadap pusat lingkaran masing-masing sebesar x cm dan $(x-2)$ cm. Selain itu, siswa mengenali bahwa hubungan antara jari-jari lingkaran, jarak titik pusat ke tali busur, dan setengah panjang tali busur membentuk segitiga siku-siku berdasarkan Teorema Pythagoras. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah melaksanakan langkah pertama pemodelan matematika, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata*. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menetapkan $d_1 = x$, $d_2 = (x - 2)$, dan r sebagai jari-jari lingkaran. Selanjutnya, siswa menyimbolkan setengah panjang tali busur AB menjadi 12 cm dan setengah panjang tali busur CD menjadi 16 cm, kemudian membangun model matematika menggunakan hubungan Teorema Pythagoras sehingga diperoleh persamaan $144 = r^2 - x^2$ dan $256 = r^2 - (x - 2)^2$. Langkah tersebut menunjukkan bahwa siswa telah *menyimbolkan besaran yang telah diidentifikasi serta menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel* secara tepat. Berdasarkan model tersebut, siswa mengeliminasi kedua persamaan hingga diperoleh $x = 29$, kemudian mensubstitusikan nilai tersebut sehingga diperoleh $r = \sqrt{985} \approx 31,38$ cm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa mampu *menentukan solusi dari model yang dibangun* secara benar. Pada indikator *memeriksa kembali proses dan jawaban*, siswa menuliskan kesimpulan bahwa jari-jari nampan adalah sekitar 31,38 cm dan memastikan bahwa hasil tersebut sesuai dengan kondisi pada soal. Hal ini menunjukkan bahwa siswa telah *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Saat wawancara, siswa B1: *“Saya menggunakan hubungan Teorema Pythagoras pada lingkaran karena jari-jari, jarak pusat ke tali busur, dan setengah tali busur membentuk segitiga siku-siku,”* menunjukkan bahwa siswa mampu menghubungkan konsep geometri dengan model matematika secara tepat.

Siswa C2 menunjukkan beberapa kesalahan dalam penyelesaian soal. Pada indikator *memahami masalah*, siswa mampu mengidentifikasi informasi mengenai panjang kedua tali busur, jarak tali busur terhadap pusat lingkaran, serta memahami bahwa penyelesaian berkaitan dengan konsep Teorema Pythagoras. Hal tersebut menunjukkan bahwa langkah pertama, yaitu *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata*, telah dilakukan dengan baik. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menetapkan variabel yang diperlukan dan membangun model matematika menggunakan persamaan $r^2 = x^2 + 24^2$ dan $r^2 = (x - 2)^2 + 32^2$. Dari jawaban tersebut terlihat bahwa siswa telah berusaha *menyimbolkan besaran yang diketahui*, tetapi belum mampu *menetapkan hukum matematika*

yang mengatur hubungan antarvariabel secara tepat karena menggunakan panjang tali busur secara langsung sebagai sisi segitiga siku-siku. Padahal, pada Teorema Pythagoras yang digunakan dalam hubungan tali busur, sisi yang harus dimasukkan adalah setengah panjang tali busur, yaitu 12 cm dan 16 cm. Kesalahan dalam membangun model tersebut menyebabkan siswa memperoleh nilai x dan jari-jari yang tidak sesuai dengan konsep geometri. Dengan demikian, siswa juga belum berhasil menentukan solusi dari model yang dibangun secara benar. Pada indikator memeriksa kembali proses dan jawaban, siswa tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap prosedur maupun hasil perhitungan sehingga tidak menyadari bahwa model yang digunakan kurang tepat. Akibatnya, siswa belum mampu menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya. Saat wawancara, siswa C2: "Saya lupa bahwa pada Teorema Pythagoras panjang yang digunakan harus setengah dari tali busur," menunjukkan bahwa siswa memahami konsep dasar, tetapi belum mampu membangun model matematika secara tepat.

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

Siswa mampu menerapkan pemodelan matematika

Siswa mampu menyimpulkan hasil

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

Siswa mampu menuliskan lambang/variabel dari soal dengan benar, tetapi belum mampu menerapkan pemodelan matematika

Siswa konsisten mampu untuk mengidentifikasi besaran dan satuan

Siswa mampu menuliskan lambang/variabel dari soal dengan benar, tetapi belum mampu menerapkan Pemodelan matematika

C1

C2

C3

5. Diket $AB = 24 \text{ cm}$, $CD = 32 \text{ cm}$
Jawab: -D

$r^2 = x^2 + 12^2$
 $r^2 = (x-2)^2 + 16^2$
 $x^2 + 144 = (x-2)^2 + 256$
 $x = 24$
 $r^2 = 24^2 + 12^2 = 985$
 $r = \sqrt{985} = 31,4 \text{ cm}$

Jadi jari-jari busur tersebut adalah $\sqrt{13.345}$ m atau sekitar 115,5 cm. Siswa mampu menyimpulkan hasil

Gambar 4. Jawaban Siswa Pada Soal Nomor 5

Siswa C3 menunjukkan karakteristik kesalahan yang berbeda dengan siswa C2. Pada indikator memahami masalah, siswa mampu mengidentifikasi informasi mengenai panjang kedua

tali busur serta jaraknya terhadap pusat lingkaran sehingga langkah pertama pemodelan telah dilakukan dengan benar. Pada indikator *menyusun strategi dan menyelesaikan masalah*, siswa menetapkan variabel yang sesuai, menggunakan setengah panjang tali busur sebagai sisi segitiga siku-siku, kemudian membangun model matematika berdasarkan hubungan Teorema Pythagoras. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa telah mampu *menyimbolkan besaran yang telah diidentifikasi serta menetapkan hukum matematika yang mengatur hubungan antarvariabel* secara tepat. Akan tetapi, ketika menyelesaikan model tersebut, siswa melakukan kesalahan dalam proses eliminasi sehingga memperoleh $x = 24$, padahal hasil yang benar adalah $x = 29$. Akibatnya, nilai jari-jari yang diperoleh juga menjadi tidak tepat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa belum berhasil *menentukan solusi dari model yang dibangun*, meskipun model matematikanya telah benar. Pada indikator memeriksa kembali proses dan jawaban, siswa tidak melakukan pemeriksaan ulang terhadap langkah-langkah perhitungan maupun jawaban akhir sehingga tidak menyadari adanya kesalahan manipulasi aljabar. Dengan demikian, siswa belum mampu *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*. Saat wawancara, siswa C3: “*Saya memahami rumus dasar yang digunakan, tetapi mengalami kesulitan ketika melakukan proses eliminasi dan substitusi,*” memperkuat bahwa kesalahan siswa bukan pada pemahaman konsep, melainkan pada penyelesaian model matematika.

Dengan demikian, hanya siswa C1 yang memenuhi seluruh indikator kemampuan pemecahan masalah sekaligus menunjukkan seluruh tahapan pemodelan matematika menurut (Kharisudin, I., & Cahyati, 2020). Sebaliknya, siswa C2 mengalami hambatan ketika menetapkan hubungan matematika karena menggunakan panjang tali busur secara langsung tanpa mengubahnya menjadi setengah panjang tali busur sesuai konsep Teorema Pythagoras, sedangkan siswa C3 berhasil membangun model matematika tetapi mengalami kesalahan pada proses penyelesaian model. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan pemecahan masalah geometri tidak hanya bergantung pada penguasaan konsep Teorema Pythagoras dan tali busur lingkaran, tetapi juga pada kemampuan mentransformasikan situasi kontekstual ke dalam model matematika, menyelesaikan model secara benar, menginterpretasikan hasil sesuai konteks, dan memvalidasi solusi yang diperoleh.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu menyelesaikan soal matematika dengan baik pada soal-soal dengan tingkat kompleksitas rendah, yang mendukung pandangan Klang et al., (2021) bahwa interaksi antara siswa dalam pembelajaran kooperatif dapat mendorong pemahaman yang lebih baik dalam menyelesaikan soal matematika. Temuan ini juga memperkuat pendapat (Klang et al., 2021), bahwa kemampuan pemecahan masalah memiliki kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan kognitif siswa. Secara khusus, siswa menunjukkan penguasaan yang baik dalam memahami soal dan mengembangkan rencana penyelesaian, sebagaimana tercermin dalam indikator kemampuan pemecahan masalah menurut (NCTM, 2014). Pada tahap *mengidentifikasi semua besaran yang terlibat dalam masalah dunia nyata*, sebagian besar siswa mampu mengidentifikasi informasi penting dalam soal. Setelah mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui, sebagian siswa masih mengalami kesulitan pada tahap *menyimbolkan besaran yang telah diidentifikasi serta menetapkan hubungan antarvariabel*. Kesulitan tersebut tampak ketika siswa belum mampu memilih konsep geometri yang sesuai atau membangun model matematika yang merepresentasikan situasi kontekstual secara tepat. Selanjutnya, pada tahap *menentukan solusi dari model yang dibangun*, kesalahan banyak ditemukan dalam proses manipulasi aljabar, eliminasi, substitusi, maupun perhitungan sehingga solusi yang diperoleh tidak sesuai dengan model yang telah disusun. Selain itu, pada tahap *menafsirkan solusi model sebagai jawaban atas masalah sebenarnya*, sebagian besar siswa

belum mengaitkan hasil perhitungan dengan konteks permasalahan serta belum melakukan pemeriksaan kembali terhadap prosedur maupun jawaban akhir. Temuan ini menunjukkan bahwa hambatan siswa tidak hanya terletak pada penguasaan konsep matematika, tetapi juga pada kemampuan melaksanakan setiap langkah pemodelan matematika secara utuh. Pembahasan tersebut selanjutnya diperkuat dengan hasil penelitian terdahulu yang relevan.

Analisis mendalam difokuskan pada soal nomor 1, 2, dan 5 untuk efisiensi analisis, penelitian ini hanya mengambil tiga butir soal, yaitu nomor 1, 2, dan 5. Pengambilan ini didasarkan pada pemetaan tingkat kesulitan: soal 1 dan 4 berada pada tingkat rendah, soal 2 dan 3 pada tingkat sedang, serta soal 5 pada tingkat tinggi. Oleh karena itu, ketiga soal yang dipilih tersebut sudah valid dalam mewakili seluruh kategori tingkat kesulitan yang ada. Selain itu, keterampilan membangun model matematika yang akurat dalam menjawab soal dalam konteks permasalahan geometri dalam materi lingkaran tali busur dan segi empat tali busur mencerminkan tahap-tahap pemecahan masalah. Menurut (Polya, 2014; Favier, (2022), terutama dalam aspek perencanaan dan implementasi solusi, yang menyatakan bahwa pemodelan matematika tidak hanya meningkatkan bahwa pemodelan matematika tidak hanya meningkatkan kemampuan matematika, tetapi juga memfasilitasi perkembangan berpikir kritis. Siswa yang mampu menyimpulkan rumus dari situasi kontekstual menunjukkan tingkat kemandirian dalam mengorganisasi informasi dan berpikir secara sistematis.

Namun, terdapat penurunan akurasi jawaban disetiap soal dalam tingkat kompleksitas tinggi, yang menunjukkan masih adanya tantangan pada tahap evaluasi hasil atau validasi solusi. Kondisi ini sejalan dengan temuan Beckschulte, (2020) bahwa siswa sering mengalami kesulitan pada tahap interpretasi dan validasi karena memerlukan keterampilan hubungan antara konsep dalam konteks nyata. Hal ini menunjukkan kebutuhan pelatihan yang lebih intensif dalam refleksi proses dan konfirmasi jawaban.

Penelitian menurut Molina-muñoz et al., (2023) menyoroti bahwa minat yang tinggi terhadap matematika dan hubungan sosial yang sehat dapat membantu siswa mengatasi hambatan dan mencapai hasil yang lebih baik dalam pemodelan matematika. Selain itu Metode pengajaran yang tidak tepat, misalnya dalam pembelajaran daring, dapat menyulitkan siswa dalam memahami konsep matematika, sementara dukungan yang kuat dari orang tua dan guru dapat meningkatkan sikap positif dan kepercayaan diri siswa dalam matematika (Harun et al., 2021).

Berdasarkan hasil diperoleh secara keseluruhan, hasil penelitian ini mendukung pentingnya strategi pemodelan matematika yang diusulkan oleh Govender et al., (2023) karena strategi ini terbukti mampu membangun kerangka berpikir logis dan sistematis siswa dalam menghadapi permasalahan geometri. Ketika siswa mampu mengidentifikasi kuantitas, membangun model yang sesuai, dan memecahkan serta menafsirkan hasilnya, mereka tidak hanya berhasil dalam tugas tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi hal ini relevan dalam masalah nyata dimasa depan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap 33 siswa yang menyelesaikan lima soal pemecahan masalah berbasis pemodelan matematika dengan tingkat kompleksitas yang berbeda, diperoleh bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis siswa berada pada kategori cukup baik dengan rata-rata skor sebesar 75,30. Meskipun demikian, persentase keberhasilan siswa cenderung menurun seiring meningkatnya kompleksitas soal, yaitu dari 96,97% pada soal pertama menjadi 72,73% pada soal kelima. Hasil analisis tes dan wawancara menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan tinggi mampu melaksanakan seluruh langkah pemodelan matematika, yaitu

mengidentifikasi besaran yang terlibat dalam masalah, menyimbolkan besaran serta menetapkan hubungan antarvariabel, menentukan solusi dari model yang dibangun, dan menafsirkan solusi sebagai jawaban atas masalah sebenarnya. Sebaliknya, siswa dengan kemampuan sedang dan rendah umumnya telah mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui, tetapi masih mengalami kesulitan ketika membangun hubungan matematis yang sesuai, menyelesaikan model secara akurat, serta menafsirkan dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh sesuai dengan konteks permasalahan. Berdasarkan temuan artikel ini, pemahaman terhadap masalah telah berkembang dengan cukup baik, sedangkan kemampuan membangun model matematika, menentukan solusi model, dan menginterpretasikan hasil masih memerlukan penguatan dalam pembelajaran matematika.

Penelitian selanjutnya disarankan dalam pembelajaran geometri perlu dirancang tidak hanya untuk mengembangkan penguasaan konsep dan prosedur matematis, tetapi juga untuk membiasakan siswa melaksanakan seluruh langkah pemodelan matematika secara utuh. Guru perlu menyediakan pengalaman belajar yang mendorong siswa mengidentifikasi informasi penting dari situasi kontekstual, merepresentasikan informasi tersebut ke dalam model matematika yang sesuai, menentukan solusi berdasarkan model yang dibangun, serta menginterpretasikan hasil sebagai jawaban yang bermakna terhadap permasalahan nyata. Penyajian masalah kontekstual dengan tingkat kompleksitas yang meningkat secara bertahap hal ini berpotensi membantu siswa mengembangkan kemampuan pemodelan matematika secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpaslan, M. M., & Yalvac, B. (2023). Integrating Mathematical Modelling into Problem Based Research: An Evaporation Activity. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 11(3), 61–73. <https://doi.org/https://doi.org/10.54337/ojs.jpblhe.v11i3.7501>
- Beckschulte, C. (2020). *Mathematical Modelling with a Solution Plan: An Intervention Study About the Development of Grade 9 Students' Modelling Competencies BT - Mathematical Modelling Education and Sense-making* (G. A. Stillman, G. Kaiser, & C. E. Lampen (ed.); hal. 129–138). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37673-4_12
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *ZDM – Mathematics Education*, 38(2), 86–95. <https://doi.org/10.1007/BF02655883>
- Brunner, E., & Star, J. R. (2024). The quality of mathematics teaching from a mathematics educational perspective : what do we actually know and which questions are still open ? *ZDM – Mathematics Education*, 56, 775–787. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-024-01600-z>
- Çibukçiu, B. (2025). The impact of constructivist methods on students' mathematical problem-solving. *Discover Education*, 4, 83. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00475-w>
- Creswell, J. W. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). *SAGE Publications.*, 3, 1–270. https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=46023

- Demir, Ü. (2021). The Effect of Computer-Free Coding Education for Special Education Students on Problem-Solving Skills. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 4(3), 3–30. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v4i3.95>
- Favier, S. (2022). A Characterization Of The Problem-Solving Of A Descriptive Model. *Hiroshima Journal Of Mathematics Education*, 15, 35–53. <https://doi.org/https://doi.org/10.24529/hjme.1504>
- Fawzi, R. M., Morsy, S. M., & Ahmed, H. M. (2022). Applying Problem Based Learning Model on Secondary Technical Nursing School Students. *Assiut Scientific Nursing Journal*, 10(28), 10–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.21608/asnj.2022.109222.1274>
- Govender, R., Machingura, D., Cape, W., Town, C., Africa, S., & Govender, R. (2023). Ascertaining Grade 10 learners ' levels of mathematical modelling competency through solving simultaneous equations word problems. *Pythagoras*, 1(44), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.4102/pythagoras.v44i1.728>
- Hadiprayitno, G., Lestari, N., Kusmiyati, K., Sukri, A., & Irawan, J. (2022). Analysis on Students Problem-Solving Skill and Scientific Literacy Based on Higher Order Thinking Skills (HOTS) Viewed from Gender. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(5), 2508–2512. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.2287>
- Hartmann, M. L., Krawitz, J., & Schukajlow, S. (2021). Create your own problem ! When given descriptions of real - world situations , do students pose and solve modelling problems ? *ZDM – Mathematics Education*, 53(4), 919–935. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01224-7>
- Harun, Kartowagiran, B., & Manaf, A. (2021). Student Attitude and Mathematics Learning Success : A Meta-Analysis. *International Journal of Instruction*, 14(4), 209–222. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/iji.2021.14413a>
- Jankvist, U. T., & Niss, M. (2020). Upper secondary school students ' difficulties with mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(4), 467–496. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1587530>
- Kharisudin, I., & Cahyati, N. . (2020). Problem-solving ability using mathematical modeling strategy on model eliciting activities based on mathematics self-concept Problem-solving ability using mathematical modeling strategy on model eliciting activities based on mathematics self-concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 3(1567). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032067>
- Kharisudin, I., & Cahyati, N. E. (2020). Problem-solving ability using mathematical modeling strategy on model eliciting activities based on mathematics self-concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(032067), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032067>
- Klang, N., Karlsson, N., Kilborn, W., Eriksson, P., Karlberg, M., & Holmes, K. (2021). Mathematical Problem-Solving Through Cooperative Learning — The Importance of Peer Acceptance and Friendships. *Frontiers in Education*, 6(August), 1–10. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.710296>
- Krawitz, J., Chang, Y.-P., Yang, K.-L. Y., & Schukajlow, S. (2022). The role of reading

- comprehension in mathematical modelling : improving the construction of a real-world model and interest in Germany and Taiwan. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 337–359. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10649-021-10058-9>
- Krawitz, J., Schukajlow, S., Yang, X., & Geiger, V. (2025). A Systematic Review of International Perspectives on Mathematical Modelling : Modelling Goals and Task Characteristics. *ZDM Mathematics Education*, 57, 193–212. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01683-2>
- Mahanal, S., Zubaidah, S., Setiawan, D., Maghfiroh, H., & Muhaimin, F. G. (2022). Empowering College Students' Problem-Solving Skills through RICOSRE. *Education Sciences*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/educsci12030196>
- Maliki, A., & Kharisudin, I. (2025). Exploring Mathematical Modeling Abilities In Solving Word Problem. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 14(3), 971–987. <https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i3.12722>
- Masduki, Kholid, M. N., & Khotimah, R. P. (2020). Exploring Students' Problem-solving Ability and Response towards Metacognitive Strategy in Mathematics Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(8), 3698–3703. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080849>
- Molina-muñoz, D., Contreras-garcía, J. M., & Molina-portillo, E. (2023). Does the psychoemotional well-being of Spanish students influence their mathematical literacy ? An evidence from PISA 2018. *Frontiers in Psychology*, 14, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1196529>
- NCTM. (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Nurochmah, Y., & Kharisudin, I. (2023). Mathematical Modeling Problem Solving Viewed from Students ' Mathematical Self-Concept on Means-Ends Analysis Based on Blended Learning. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 6927(2), 167–176. <https://doi.org/10.15294/ujme.v12i2.74003>
- Panhuizen, M. van den H. (2020). *International Reflections on the Netherlands Didactics of Mathematics Visions on and Experiences with* (1st ed.). Springer International Publishing. [https://doi.org/\(eBook\)https://doi.org/10.1007/978-3-030-20223-1](https://doi.org/(eBook)https://doi.org/10.1007/978-3-030-20223-1)
- Polya, G. (2014). How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method. In *A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton University Press. <https://doi.org/doi:10.1515/9781400828678>
- Rokhim, D. A., Atikah, A., Vitarisma, I. Y., Rahayu, S., & Muntholib, M. (2022). Assessment of High School Students' Ability to Solve Structured Problems with Ideal Model on Acid-Base. *Orbital*, 14(4), 276–284. <https://doi.org/10.17807/orbital.v14i4.16294>
- Santos-trigo, M. (2024). Problem solving in mathematics education: tracing its foundations and current research-practice trends. *ZDM - Mathematics Education*, 56, 211–222. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-024-01578-8>
- Siller, H., Elschenbroich, H., Greefrath, G., & Vorhölter, K. (2023). Mathematical modelling of exponential growth as a rich learning environment for mathematics classrooms. *ZDM – Mathematics Education*, 55, 17–33. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11858-022->

01433-8

- Vogelsanger-Holenstein, M., Schukajlow, S., & Bruckmaier, G. (2025). Mathematical modelling and self - efficacy : immediate and long - lasting effects of teaching mathematical modelling with a solution plan. *ZDM – Mathematics Education*, 57, 489–502. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01678-z>
- Vorhölter, K., Greefrath, G., Borromeo Ferri, R., Leiß, D., & Schukajlow, S. (2019). *Mathematical Modelling BT - Traditions in German-Speaking Mathematics Education Research* (H. N. Jahnke & L. Hefendehl-Hebeker (ed.); hal. 91–114). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11069-7_4