

Kemampuan Pemodelan Matematika Siswa: Eksplorasi Strategi Penyelesaian Soal Matriks dan Transformasi Geometri

Selvi Gladys Ismail¹, Siti Sabrina², Andi Dian Angriani^{3*}, & Ahmad Farham Majid⁴
^{1,2,3,4.} Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

INFO ARTICLES

Key Words:

Mathematical modeling; Problem-solving Strategies; Matrices; Geometric Transformation



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Abstract: *Mathematical modeling is an essential competency in mathematics education as it enables students to connect mathematical concepts with real-world problems through reasoning and problem-solving activities. However, many students still encounter challenges in understanding contextual problems, constructing mathematical models, and interpreting the solutions obtained. This study aimed to explore students' problem-solving strategies in solving matrix and geometric transformation problems based on the mathematical modeling stages proposed by Blum and Leiß. This research employed a qualitative descriptive approach involving 34 eleventh-grade students at SMAN 16 Makassar during the 2025/2026 academic year. Data were collected through mathematical modeling tests and semi-structured interviews. The findings revealed that high-ability students were able to complete all stages of mathematical modeling systematically. Medium-ability students had not yet fully mastered the simplifying/structuring and validating stages. In contrast, low-ability students demonstrated limited proficiency in the simplifying/structuring, interpreting, validating, and exposing stages. Therefore, students' mathematical modelling abilities varied across the different ability categories.*

Abstrak: Pemodelan matematika merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran matematika karena membantu siswa menghubungkan konsep matematika dengan permasalahan kehidupan nyata melalui aktivitas penalaran dan pemecahan masalah. Namun, siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami masalah kontekstual, membangun model matematika, dan menginterpretasikan solusi yang diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi strategi penyelesaian siswa dalam menyelesaikan soal matriks dan transformasi geometri berdasarkan tahapan pemodelan matematika Blum dan Leiß. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang melibatkan 34 siswa kelas XI SMA Negeri 16 Makassar pada tahun ajaran 2025/2026. Data diperoleh melalui tes kemampuan pemodelan matematika dan wawancara semi terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa berkemampuan tinggi melalui seluruh tahapan pemodelan matematika secara sistematis. Siswa berkemampuan sedang belum sepenuhnya menguasai tahap *simplifying/structuring* dan *validating*. Sementara itu, siswa berkemampuan rendah belum menunjukkan kemampuan yang memadai pada tahap *simplifying/structuring*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Dengan demikian, kemampuan pemodelan matematika siswa bervariasi pada setiap kategori kemampuan.

Correspondence Address: Jln. H. M. Yasin Limpo, Romangpolong 2026 Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, No. 36, Kab. Gowa, 92118, Indonesia; e-mail: dian.angriani@uin-alauddin.ac.id

How to Cite (APA 6th Style): Ismail, S. G., Sabrina, S., Angriani, A. D., & Majid, A. F. (2026). Kemampuan Pemodelan Matematika Siswa: Eksplorasi Strategi Penyelesaian Soal Matriks dan Transformasi Geometri. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 845-856.

Copyright: Selvi Gladys Ismail, Siti Sabrina, Andi Dian Angriani, & Ahmad Farham Majid. (2026).

PENDAHULUAN

Pada abad ke-21, setiap individu dituntut memiliki empat keterampilan utama, yaitu berpikir kritis, berpikir kreatif, komunikasi, dan kolaborasi. Dalam hal ini, matematika memiliki peranan penting sebagai ilmu dasar yang dapat membekali siswa menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan persaingan global. Oleh karena itu, pembelajaran matematika pada abad ke-21 perlu menekankan pengembangan keempat keterampilan tersebut (Putri et al., 2022). Sejalan dengan tuntutan abad ke-21, matematika berperan penting dalam mendukung pengembangan kemampuan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk melatih kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta pemecahan masalah siswa. Melalui pembelajaran berbasis STEM, siswa dapat menghubungkan konsep matematika dengan kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Whitney-smith et al., 2022). Matematika juga merupakan mata pelajaran wajib pada setiap jenjang pendidikan sebagaimana tercantum dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Berdasarkan Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014, pembelajaran matematika bertujuan agar peserta didik mampu memahami konsep, berpikir logis, menyelesaikan masalah, mengomunikasikan gagasan, serta menerapkan matematika dalam kehidupan sehari-hari dengan memanfaatkan teknologi dan alat bantu pembelajaran (Kurniawan & Khotimah, 2022).

Namun, masih banyak siswa menganggap matematika sebagai pelajaran yang sulit sehingga pembelajaran cenderung berlangsung satu arah dan siswa kurang aktif. Kondisi tersebut menjadi tantangan dalam dunia pendidikan, sehingga guru perlu menciptakan pembelajaran yang kreatif dan inovatif sesuai dengan konsep Merdeka Belajar yang berpusat pada siswa (Rosmiati et al., 2023). Kemampuan siswa Indonesia dalam menyelesaikan permasalahan yang menuntut kemampuan menelaah, memberikan penalaran, mengomunikasikan gagasan secara efektif, serta memecahkan dan menginterpretasikan masalah dalam berbagai situasi masih tergolong rendah (Riyatuljannah & Fatonah, 2021). Hal ini disebabkan pembelajaran matematika masih didominasi oleh soal-soal rutin dengan langkah penyelesaian yang sudah jelas dan memiliki satu jawaban pasti, sehingga siswa kurang terbiasa menghadapi permasalahan terbuka yang menuntut kemampuan berpikir kritis dan beragam strategi penyelesaian (Mwei, 2017). Oleh karena itu, diperlukan kemampuan yang dapat membantu siswa menghubungkan konsep matematika dengan permasalahan nyata, salah satunya melalui pemodelan matematika.

Pemodelan matematika memiliki peranan penting dalam pembelajaran karena dapat membantu siswa memahami penerapan konsep matematika dalam kehidupan nyata. Melalui pemahaman tersebut, siswa diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan secara lebih efektif dan efisien (Febriani et al., 2024). Pemodelan yang dimaksud tidak hanya sebatas penggunaan rumus dalam konteks kehidupan nyata, tetapi juga merupakan proses membangun representasi matematis yang bermakna terhadap suatu fenomena nyata (Hayuhantika & Hastari, 2026). Pemodelan matematika memanfaatkan permasalahan dunia nyata dalam proses penyelesaian masalah melalui aktivitas penalaran matematis. Hal tersebut selaras dengan pembelajaran abad ke-21 yang menuntut kemampuan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan menghubungkan matematika dengan kehidupan sehari-hari. Meskipun demikian, pada kenyataannya siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami informasi dan menghubungkan permasalahan nyata ke dalam model matematika sehingga kemampuan pemecahan masalah matematis siswa masih rendah (Nurochmah & Kharisudin, 2023). Siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami masalah kontekstual, menentukan model matematika yang sesuai, serta menginterpretasikan hasil penyelesaian ke dalam konteks masalah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan pemodelan matematika siswa masih perlu ditingkatkan. Selain itu, Zeytun (2017) menyatakan bahwa proses pemodelan matematika sering berorientasi pada hasil akhir (*result-oriented*) tanpa diikuti proses validasi dan penyempurnaan model yang dibangun.

Dalam proses pemodelan matematika, siswa tidak hanya dituntut untuk mampu melakukan perhitungan matematis, tetapi juga memahami permasalahan kontekstual serta menghubungkan hasil matematika dengan situasi nyata. Oleh karena itu, diperlukan tahapan pemodelan matematika sebagai

pedoman dalam menyelesaikan masalah kontekstual. Salah satu tahapan pemodelan matematika yang banyak digunakan dalam penelitian dikemukakan oleh Blum dan Leiß. Tahapan tersebut meliputi *understanding* (memahami masalah), *simplifying and structuring* (menyederhanakan dan menyusun masalah), *mathematising* (membentuk model matematika), *working mathematically* (menyelesaikan proses matematika), *interpreting* (menafsirkan hasil), *validating* (memvalidasi hasil), dan *exposing* (mengomunikasikan hasil) (Blum & Leiß, 2007).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa siswa masih mengalami berbagai kendala dalam proses pemodelan matematika. Penelitian Khusna & Ulfah (2021) menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam memahami soal kontekstual dan membentuk model matematika yang tepat. Selanjutnya, penelitian Husna et al. (2024) menunjukkan bahwa kemampuan pemodelan matematis siswa masih rendah karena siswa belum mampu membangun model matematika secara tepat dan masih kurang memahami konsep pemodelan matematika. Penelitian Riduan et al. (2024) menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menerapkan konsep matematika, terutama pada proses perhitungan dan penggunaan aljabar dalam penyelesaian masalah kontekstual. Penelitian lain yang dilakukan oleh Wulandari et al. (2025) menunjukkan bahwa siswa masih lemah pada tahap *interpreting* dan *validating* karena kesulitan menghubungkan hasil matematika dengan konteks nyata. Selain itu, penelitian Muhammad & Kurniadi (2026) menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kendala dalam mengidentifikasi masalah, membentuk model matematika, menentukan variabel, dan menyelesaikan proses perhitungan matematis. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa kemampuan pemodelan matematika siswa masih perlu ditingkatkan.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, dapat diketahui bahwa kemampuan pemodelan matematika siswa masih menghadapi berbagai kendala pada setiap tahapan pemodelan, mulai dari memahami masalah kontekstual, membentuk model matematika, hingga menginterpretasikan dan memvalidasi hasil penyelesaian. Namun, penelitian yang secara khusus mengeksplorasi strategi penyelesaian siswa pada materi matriks dan transformasi geometri berdasarkan tahapan pemodelan matematika Blum dan Leiß pada jenjang SMA belum banyak ditemukan. Padahal, kajian mengenai strategi penyelesaian siswa pada setiap tahapan pemodelan matematika penting untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai proses berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah kontekstual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi strategi penyelesaian yang digunakan siswa pada materi matriks dan transformasi geometri berdasarkan tahapan pemodelan matematika Blum dan Leiß. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang mendalam mengenai strategi penyelesaian siswa pada setiap tahapan pemodelan matematika, serta memberikan kontribusi bagi pendidik dalam merancang pembelajaran yang mendukung pengembangan kemampuan pemodelan matematika siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan strategi penyelesaian yang digunakan siswa pada materi matriks dan transformasi geometri berdasarkan tahapan pemodelan matematika Blum dan Leiß. Penelitian ini melibatkan 34 siswa kelas XI SMAN 16 Makassar tahun ajaran 2025/2026. Pemilihan subjek penelitian dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan subjek berdasarkan kriteria tertentu. Seluruh siswa diberikan tes kemampuan pemodelan matematika, kemudian dipilih tiga orang siswa yang masing-masing mewakili kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil tes. Pemilihan subjek juga mempertimbangkan kemampuan siswa dalam mengomunikasikan proses berpikirnya serta kesediaan untuk mengikuti wawancara.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen tes dan non-tes. Instrumen tes berupa soal matriks dan transformasi geometri berbasis pemodelan matematika yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemodelan matematika serta strategi penyelesaian siswa. Adapun instrumen non-tes berupa wawancara semi terstruktur yang digunakan untuk memperoleh informasi lebih mendalam mengenai proses berpikir dan langkah penyelesaian siswa dalam menyelesaikan soal.

Analisis data yang digunakan mengacu pada model Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Berdasarkan skor tes kemampuan pemodelan matematika yang diperoleh, siswa dikelompokkan ke dalam kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Analisis Tes

Persentase Skor	Kategori Kemampuan
76–100%	Tinggi
50–75%	Sedang
< 50%	Rendah

Sumber: (Suharti et al., 2025)

Selanjutnya, kemampuan pemodelan matematika siswa dideskripsikan berdasarkan tahapan pemodelan matematika Blum & Leiß (2007) yang meliputi *understanding*, *simplifying/structuring*, *mathematising*, *working mathematically*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Indikator kemampuan pemodelan matematika yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Pemodelan Matematika

Indikator	Deskriptor	Skor
Understanding (Memahami Masalah) Mampu memahami situasi masalah yang diberikan dengan mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan, serta memahami konteks permasalahan secara menyeluruh sebagai dasar dalam proses pemodelan matematika.	Tidak memahami masalah dan tidak mengetahui apa yang harus dilakukan.	0
	Mengidentifikasi informasi tetapi menunjukkan tidak memahami masalah.	1
	Mengidentifikasi sebagian informasi dan memahami sebagian masalah.	2
	Mengidentifikasi sebagian besar informasi dan memahami sebagian besar masalah.	3
	Mengidentifikasi informasi secara lengkap dan memahami masalah secara menyeluruh.	4
Simplifying/Structuring (Menyederhanakan/Menyusun Masalah) Mampu menyederhanakan situasi masalah dengan memilih informasi yang relevan, menentukan variabel, serta membuat asumsi yang sesuai agar masalah dapat dimodelkan secara matematis.	Tidak menentukan variabel atau asumsi yang diperlukan.	0
	Menentukan variabel/asumsi tetapi tidak tepat.	1
	Menentukan variabel dengan cukup tepat, tetapi belum membuat asumsi yang sesuai atau asumsi masih kurang lengkap.	2
	Menentukan variabel dengan tepat dan membuat asumsi yang cukup sesuai untuk menyederhanakan masalah.	3
	Menentukan variabel dan asumsi secara tepat dan lengkap sesuai masalah.	4
Mathematising (Membentuk Model Matematika) Mampu mengubah situasi masalah ke dalam bentuk model matematika dengan menyusun hubungan antar variabel dan merepresentasikan masalah dalam bentuk simbolik yang sesuai.	Tidak mampu membentuk model matematika.	0
	Model yang dibuat tidak sesuai dengan masalah.	1
	Model sebagian benar tetapi masih terdapat kesalahan.	2
	Model cukup sesuai namun belum lengkap.	3
	Model matematika tepat, lengkap, dan sesuai dengan situasi masalah.	4
Working Mathematically (Menyelesaikan Model) Mampu menyelesaikan model matematika dengan menggunakan prosedur yang tepat, melakukan perhitungan secara sistematis, dan memperoleh solusi yang benar.	Tidak menunjukkan perhitungan atau penyelesaian.	0
	Perhitungan tidak akurat atau tidak menghasilkan solusi yang benar.	1
	Perhitungan sebagian benar tetapi masih banyak kesalahan.	2
	Perhitungan hampir benar dengan kesalahan kecil.	3
	Perhitungan lengkap, sistematis, dan menghasilkan solusi yang tepat.	4
Interpreting (Menafsirkan Hasil)	Tidak memberikan interpretasi hasil.	0
	Interpretasi tidak sesuai dengan konteks masalah.	1
	Interpretasi sebagian benar tetapi kurang tepat.	2

Mampu mengaitkan hasil matematika dengan konteks masalah serta menjelaskan makna hasil tersebut dalam situasi nyata.	Interpretasi cukup sesuai namun belum lengkap.	3
	Interpretasi tepat, jelas, dan sesuai dengan konteks masalah.	4
Validating (Memvalidasi Solusi) Mampu memeriksa kembali langkah penyelesaian dan menilai kewajaran hasil berdasarkan kesesuaian dengan situasi masalah.	Tidak melakukan pemeriksaan terhadap solusi.	0
	Pemeriksaan tidak relevan dengan masalah.	1
	Pemeriksaan terbatas dan kurang tepat.	2
	Pemeriksaan cukup baik dan mulai menilai kewajaran hasil.	3
	Pemeriksaan menyeluruh dan menunjukkan solusi masuk akal.	4
Exposing (Mengkomunikasikan Hasil) Mampu menyampaikan hasil penyelesaian dalam bentuk tulisan atau penjelasan sederhana yang dapat dipahami, serta menunjukkan adanya kesimpulan akhir.	Tidak menuliskan jawaban atau tidak ada kesimpulan.	0
	Menuliskan jawaban tetapi tidak jelas atau tidak sesuai konteks.	1
	Menuliskan jawaban tetapi kesimpulan kurang lengkap atau kurang tepat.	2
	Menuliskan hasil dengan cukup jelas dan sesuai konteks, tetapi tidak sistematis.	3
	Menuliskan hasil dan kesimpulan secara jelas, sistematis, dan sesuai konteks masalah.	4

HASIL

Pada penelitian ini, soal pemodelan matematika pada materi matriks dan transformasi geometri sebanyak 5 butir diberikan kepada 34 siswa kelas XI di SMAN 16 Makassar. Hasil tes kemudian dikelompokkan ke dalam kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah. Dari masing-masing kategori tersebut, dipilih satu siswa sebagai subjek penelitian untuk mendeskripsikan kemampuan pemodelan matematika berdasarkan tahapan Blum dan Leiß, yaitu *understanding*, *simplifying/structuring*, *mathematising*, *working mathematically*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*.

Berdasarkan hasil tes yang diperoleh ketiga subjek, ditemukan berbagai bentuk kemampuan pemodelan matematika dalam menyelesaikan soal matriks dan transformasi geometri. Perbedaan kemampuan tersebut terlihat pada setiap tahapan pemodelan matematika. Selanjutnya, peneliti melakukan wawancara mendalam terhadap ketiga subjek untuk memperoleh informasi lebih lanjut mengenai strategi penyelesaian dan proses berpikir siswa dalam menyelesaikan soal. Analisis hasil tes dan wawancara pada soal materi matriks disajikan sebagai berikut.

Subjek S-1 (Kategori Tinggi)

Dik = titik awal A (2,1)

Dua proses transformasi, yaitu

- Proses 1 = Rotasi 90° berlawanan arah jarum jam terhadap titik asal, kemudian translasi dengan vektor (3, -2)
- Proses 2 = Translasi dengan vektor (3, -2), kemudian rotasi 90° berlawanan arah jarum jam

Dit = Hasil akhir masing-masing proses

• kebenaran pernyataan kedua hasil sama

Understanding

titik dinyatakan dalam bentuk vektor kolom

Rotasi, dinyatakan dalam matriks, translasi dalam bentuk vektor

Rotasi dilakukan terhadap titik asal.

Simplifying/Structuring

Titik Awal $A \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$
 matriks rotasi 90° : $R = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$
 Vektor Translasi = $T = \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \end{bmatrix}$

Proses 1: Rotasi $\rightarrow$ Translasi

Model:
 Proses 1: $R \cdot A + T$
 Proses 2: $R \cdot (A + T)$

Rotasi
 $R \cdot A = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (0 \times 2) + (-1 \times 1) \\ (1 \times 2) + (0 \times 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \end{bmatrix}$

Translasi
 $\begin{bmatrix} -1 \\ 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1+3 \\ 2+(-2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \end{bmatrix}$

Hasil proses 1: $(2, 0)$

Proses 2 Translasi $\rightarrow$ Rotasi
 Translasi
 $A + T = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2+3 \\ 1+(-2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ -1 \end{bmatrix}$

Rotasi
 $R \cdot (A + T) = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (0 \times 5) + (-1 \times (-1)) \\ (1 \times 5) + (0 \times (-1)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \end{bmatrix}$

Hasil proses 2: $(1, 5)$

Proses 1 menghasilkan titik $(2, 0)$ dan proses 2 menghasilkan titik $(1, 5)$. Sehingga hasil transformasi berbeda.

(VALIDASI) $\rightarrow$ $(2, 0) \neq (1, 5)$
 Berarti urutan transformasi memengaruhi hasil (tidak komutatif)

Jadi jawaban yang benar adalah B. proses 1 menghasilkan $(2, 0)$ dan proses 2 menghasilkan $(1, 5)$ Sehingga pernyataan salah. (B)

Mathematising

Working Mathematically

Interpreting

Validating

Exposing

Gambar 1. Hasil Pengerjaan Subjek S-1 pada Soal Nomor 2

- P : “Apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal?”
- S-1 : “Diketahui titik awal $A(2,1)$ dan ada dua proses transformasi yang diuji kebenarannya. Proses 1 adalah rotasi 90° berlawanan arah jarum jam terhadap titik asal $(0,0)$, kemudian ditranslasikan oleh vektor $(3, -2)$. Proses 2 adalah translasi dulu dengan vektor $(3, -2)$, baru kemudian dirotasi 90° berlawanan arah jarum jam. Yang ditanyakan adalah hasil akhir dari masing-masing proses dan apakah kedua proses tersebut menghasilkan titik yang sama.”
- P : “Apa yang kamu jadikan sebagai variabel atau asumsi di dalam modelnya?”
- S-1 : “Titik koordinat dinyatakan dalam bentuk vektor kolom. Rotasi dinyatakan dalam matriks transformasi, dan translasi dinyatakan dalam bentuk vektor. Asumsinya rotasi dilakukan terhadap titik asal.”
- P : “Bagaimana kamu mengubah masalah tersebut ke dalam model matematika?”
- S-1 : “Untuk Proses 1, rumusnya adalah mengalikan matriks rotasi dengan matriks titik awal A , kemudian ditambah dengan vektor translasi. Sedangkan Proses 2, matriks rotasi dikalikan dengan hasil penjumlahan titik awal A dan vektor translasi.”
- P : “Bisa dijelaskan jalannya perhitungan?”
- S-1 : “Pada proses 1 dilakukan rotasi lalu translasi dan pada proses 2 dilakukan translasi lalu rotasi, Kak.”
- P : “Apakah kamu melakukan pengecekan jawaban?”
- S-1 : “Iya. Saya lihat hasil proses pertama dan proses kedua berbeda, jadi urutan transformasinya berpengaruh terhadap hasil akhir. Saya juga sudah mengecek kembali perhitungannya dan tidak menemukan kesalahan.”
- P : “Bagaimana kamu mengomunikasikan hasil akhirnya untuk menjawab soal pilihan ganda tersebut?”
- S-1 : “Jawaban yang benar adalah pilihan yang menyatakan proses 1 menghasilkan $(2,0)$ dan proses 2 menghasilkan $(1,5)$, sehingga pernyataan pada soal yang menyebut hasilnya sama adalah salah.”

Berdasarkan Gambar 1 dan hasil wawancara, S-1 mampu memahami informasi pada soal transformasi geometri dengan baik serta menyusun model matematika menggunakan representasi matriks dan vektor secara tepat. S-1 juga mampu menyelesaikan proses transformasi secara sistematis, menafsirkan hasil secara sederhana, dan melakukan validasi terhadap hasil yang diperoleh.

Pada tahap akhir, S-1 mampu mengomunikasikan hasil dan kesimpulan secara jelas, sistematis, dan sesuai dengan konteks permasalahan.

Subjek S-2 (Kategori Sedang)

Understanding

Dik : Paket A : 1 nasi goreng, 2 es teh
 Paket B : 2 nasi goreng, 1 es teh
 Jumlah : 30 paket A, 20 paket B (jumlah laku dalam hari itu)
 Harga : nasi goreng = 10.000, es teh = 5.000
 Dit : Total pendapatan pada hari tersebut...

Mathematising

Keny
 $K = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$ $H = \begin{bmatrix} 10.000 \\ 5.000 \end{bmatrix}$
 $K \times H = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 10.000 \\ 5.000 \end{bmatrix}$
 (Sebelum)

Working Mathematically

$= \begin{bmatrix} (1 \times 10.000) + (2 \times 5.000) \\ (2 \times 10.000) + (1 \times 5.000) \end{bmatrix}$
 $= \begin{bmatrix} 10.000 + 10.000 \\ 20.000 + 5.000 \end{bmatrix}$
 $= \begin{bmatrix} 20.000 \\ 25.000 \end{bmatrix}$ maka harga paket A = 20.000
 Paket B = 25.000
 Total pendapatan : $30 \times 20.000 = 600.000$ (paket A)
 Hari itu $20 \times 25.000 = 500.000$ (paket B) } 1.100.000
 (akhir)

Interpreting

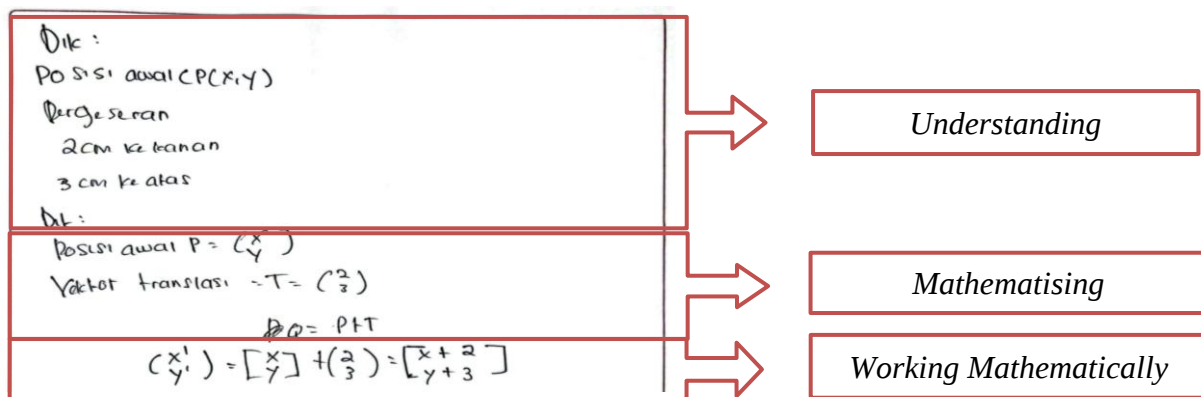
Harga paket A adalah Rp20.000 dan paket B adalah Rp25.000. Sehingga hasil penjualan 30 paket A dan 20 paket B menghasilkan sebanyak Rp 1.100.000

Gambar 2. Hasil Pengerjaan Subjek S-2 pada Soal Nomor 1

- P : “Apa saja informasi yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut?”
- S-2 : “Pada soal diketahui bahwa paket A terdiri dari 1 nasi goreng dan 2 es teh, sedangkan paket B terdiri dari 2 nasi goreng dan 1 es teh. Jumlah penjualan dalam satu hari adalah 30 Paket A dan 20 Paket B. Harga satu porsi nasi goreng adalah Rp10.000 dan satu gelas es teh Rp5.000. Pada soal tersebut ditanyakan total pendapatan kantin dalam satu hari.”
- P : “Bagaimana kamu menyederhanakan dan menyusun informasi agar lebih mudah diselesaikan? Apakah kamu menentukan variabel atau asumsi tertentu?”
- S-2 : “Saya mengubah komposisi Paket A dan Paket B ke dalam bentuk matriks. Paket A saya tulis menjadi baris pertama yaitu 1 dan 2, sedangkan Paket B menjadi baris kedua yaitu 2 dan 1. Kemudian harga makanan saya jadikan matriks harga. Variabel yang digunakan yaitu K untuk matriks komposisi dan H untuk matriks harga.”
- P : “Mengapa kamu tidak melakukan asumsi?”
- S-2 : “Saya tidak menuliskan asumsi secara langsung karena tidak terbiasa.”
- P : “Bagaimana kamu mengubah masalah tersebut ke dalam bentuk model matematika?”
- S-2 : “Saya menggunakan operasi perkalian matriks antara matriks komposisi dan matriks harga.”
- P : “Apakah kamu mengartikan hasil yang kamu peroleh dalam konteks soal?”
- S-2 : “Iya. Hasil Rp1.100.000 menunjukkan total pendapatan yang diperoleh dari penjualan 30 Paket A dan 20 Paket B.”
- P : “Selanjutnya, apakah kamu melakukan pengecekan jawaban pada soal?”
- S-2 : “Saya tidak melakukan pengecekan jawaban lagi”
- P : “Bagaimana kamu mengomunikasikan hasil dan kesimpulan jawabanmu?”
- S-2 : “Harga Paket A adalah Rp20.000 dan Paket B adalah Rp25.000, kemudian total pendapatan yang diperoleh sebesar Rp1.100.000.”

Berdasarkan Gambar 2 dan hasil wawancara, S-2 mampu memahami informasi pada soal, menyusun informasi ke dalam bentuk matriks, membentuk model matematika, serta menyelesaikan perhitungan dengan benar. S-2 juga mampu menginterpretasikan hasil yang diperoleh dengan mengaitkan hasil perhitungan dengan konteks permasalahan. Namun, siswa belum menuliskan asumsi secara lengkap pada tahap *simplifying/structuring* dan belum melakukan validasi terhadap solusi yang diperoleh.

Subjek S-3 (Kategori Rendah)



Gambar 3. Hasil Pengerjaan Subjek S-3 pada Soal Nomor 5

- P : “Apa saja informasi yang diketahui dan ditanyakan dalam soal tersebut?”
- S-3 : “Yang diketahui adalah posisi awal titik $P(x, y)$, kemudian mengalami pergeseran sejauh 2 cm ke kanan dan 3 cm ke atas.”
- P : Saya melihat pada lembar jawaban kamu tidak menuliskan yang ditanyakan, kenapa?”
- S-3 : “Saya langsung fokus ke pengerjaannya, Kak.”
- P : “Kemudian bagaimana kamu menyederhanakan atau menyusun informasi pada soal agar lebih mudah dikerjakan? Apa yang kamu lakukan terlebih dahulu?”
- S-3 : “Dengan menyusunnya menggunakan rumus matematika.”
- P : “Iya, rumus yang seperti apa?”
- S-3 : “Menggunakan vektor translasi atau pergeseran.”
- P : “Dari rumus itu, bagaimana kamu mengubah masalah konteks nyata di soal ke bentuk matematika? Apakah kamu menggunakan variabel terlebih dahulu atau asumsi terlebih dahulu?”
- S-3 : “Saya menggunakan variabel terlebih dahulu.”
- P : “Oke, coba uraikan langkah-langkah pengerjaannya.”
- S-3 : “Langkahnya yaitu mencari koordinat baru bayangannya.”
- P : “Apakah kamu melakukan pengecekan jawaban lagi?”
- S-3 : “Tidak, Kak.”
- P : “Kenapa tidak melakukan pengecekan lagi.”
- S-3 : “Karena saya pikir jawabannya sudah benar, Kak.”
- P : “Apakah kamu mengaitkan hasil yang kamu peroleh dalam konteks soal?”
- S-3 : “Tidak, Kak. Saya hanya fokus menghitung sampai dapat jawabannya dan tidak terbiasa menjelaskan hasilnya lagi.”

Berdasarkan Gambar 3 dan hasil wawancara, S-3 mampu memahami informasi yang terdapat pada soal serta membentuk model matematika menggunakan konsep translasi. S-3 juga mampu menyelesaikan perhitungan hingga memperoleh solusi yang benar. Namun, siswa belum menunjukkan tahap *simplifying/structuring* secara jelas, tidak memberikan interpretasi terhadap hasil

yang diperoleh, dan tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap solusi yang dihasilkan. Pada tahap akhir, S-3 hanya menuliskan hasil perhitungan tanpa memberikan kesimpulan secara lengkap.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tes dan wawancara terhadap ketiga subjek penelitian di SMAN 16 Makassar, diperoleh bahwa kemampuan pemodelan matematika siswa pada materi matriks dan transformasi geometri menunjukkan perbedaan pada setiap kategori kemampuan. Perbedaan tersebut terlihat pada tahapan pemodelan matematika menurut Blum dan Leiß, yaitu *understanding*, *simplifying/structuring*, *mathematising*, *working mathematically*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Siswa berkemampuan tinggi menunjukkan kemampuan pemodelan matematika yang lebih lengkap dibandingkan siswa berkemampuan sedang dan rendah. Sementara itu, siswa berkemampuan sedang dan rendah masih mengalami kesulitan pada beberapa tahapan, terutama *interpreting* dan *validating*. Temuan ini menunjukkan bahwa kemampuan pemodelan matematika tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan melakukan perhitungan matematis, tetapi juga kemampuan memahami konteks masalah dan menghubungkan hasil matematika dengan situasi nyata. Hal tersebut sejalan dengan Wei et al. (2022) yang menyatakan bahwa kemampuan pemodelan matematika mencakup kemampuan memahami masalah, membangun model matematika, mengevaluasi model, dan menafsirkan solusi sesuai konteks.

Pada subjek berkemampuan tinggi (S-1), siswa mampu memahami informasi pada soal transformasi geometri, menyusun model matematika menggunakan representasi matriks dan vektor, serta menyelesaikan proses transformasi dengan benar. S-1 juga mampu menginterpretasikan hasil yang diperoleh dengan menjelaskan bahwa urutan transformasi menghasilkan hasil akhir yang berbeda. Selain itu, siswa melakukan validasi dengan memeriksa kembali langkah-langkah penyelesaian dan membandingkan hasil yang diperoleh pada kedua proses transformasi. Pada tahap akhir, siswa mampu mengomunikasikan hasil dan kesimpulan secara jelas sesuai dengan konteks permasalahan. Hal tersebut menunjukkan bahwa S-1 mampu melaksanakan tahapan *understanding*, *simplifying/structuring*, *mathematising*, *working mathematically*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing* dengan baik. Temuan ini sejalan dengan Halizah et al. (2025) yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan pemodelan matematika yang tinggi mampu memahami masalah, membangun model matematika, menyelesaikan proses matematis, serta menginterpretasikan solusi sesuai konteks masalah.

Pada subjek berkemampuan sedang (S-2), siswa mampu memahami informasi pada soal, menyusun model matematika, dan menyelesaikan operasi perkalian matriks dengan benar. Namun, siswa belum menuliskan asumsi secara lengkap pada tahap *simplifying/structuring* serta belum melakukan validasi terhadap solusi yang diperoleh. S-2 juga mampu menginterpretasikan hasil secara sederhana dengan mengaitkan hasil perhitungan dengan konteks permasalahan, meskipun interpretasi yang diberikan masih terbatas. Tidak dituliskannya asumsi yang digunakan dalam proses pemodelan menyebabkan hubungan antara model matematika dan konteks permasalahan belum dijelaskan secara menyeluruh, sehingga interpretasi yang diberikan masih terbatas. Temuan ini sejalan dengan Krawitz et al. (2022) yang menyatakan bahwa membuat asumsi yang realistis merupakan bagian penting dalam proses pemodelan matematika dan menjadi salah satu sumber kesulitan yang sering dialami siswa. Berdasarkan hasil wawancara, S-2 mengaku tidak melakukan pengecekan kembali terhadap jawaban yang diperoleh. Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa cenderung lebih berfokus pada prosedur perhitungan dibandingkan melakukan evaluasi dan pemeriksaan kembali terhadap solusi yang diperoleh. Hal ini relevan dengan penelitian Blum & Ferri (2009) yang menyatakan bahwa siswa sering mengalami kesulitan pada tahap menghubungkan hasil matematika dengan konteks dunia nyata serta melakukan pengecekan terhadap solusi yang diperoleh. Temuan ini sejalan dengan Wulandari et al. (2025) menunjukkan bahwa siswa masih lemah pada tahap *interpreting* dan *validating* dalam proses pemodelan matematika. Selain itu, Kotze (2018) menemukan bahwa tahap *validating* merupakan salah satu tahapan yang paling sering mengalami kesulitan karena siswa

cenderung berhenti setelah memperoleh hasil matematis tanpa melakukan pemeriksaan kembali terhadap solusi yang diperoleh.

Berbeda dengan S-1 dan S-2, subjek berkemampuan rendah (S-3) masih mengalami kesulitan pada beberapa tahapan pemodelan matematika. S-3 mampu memahami sebagian besar informasi pada soal, membentuk model matematika menggunakan konsep translasi, serta menentukan koordinat bayangan titik dengan benar. Namun, siswa belum menunjukkan tahap *simplifying/structuring* secara jelas karena tidak menyusun informasi maupun menentukan asumsi yang digunakan dalam penyelesaian masalah. Selain itu, siswa juga belum mampu melakukan *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Berdasarkan hasil wawancara, S-3 mengatakan bahwa hanya berfokus pada proses perhitungan dan tidak terbiasa menjelaskan makna hasil yang diperoleh. Siswa juga langsung menggunakan hasil akhir tanpa melakukan pemeriksaan kembali terhadap jawabannya. Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan rendah cenderung menggunakan prosedur matematis secara langsung tanpa menghubungkan hasil yang diperoleh dengan konteks permasalahan serta tanpa mengevaluasi kembali solusi yang dihasilkan. Husna et al. (2024) yang menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan pemodelan matematika rendah masih mengalami kesulitan dalam membangun konsep pemodelan matematika secara tepat.

Perbedaan kemampuan pemodelan matematika siswa terlihat pada setiap tahapan pemodelan matematika menurut Blum dan Leiß, yaitu *understanding*, *simplifying/structuring*, *mathematising*, *working mathematically*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Subjek berkemampuan tinggi (S-1) mampu melaksanakan tahapan pemodelan matematika secara lebih lengkap dan sistematis, mulai dari memahami masalah hingga mengomunikasikan hasil penyelesaian. Subjek berkemampuan sedang (S-2) telah mampu melalui tahap *understanding*, *mathematising*, dan *working mathematically*. S-2 juga mampu menginterpretasikan hasil yang diperoleh, meskipun interpretasi yang diberikan masih sederhana. Namun, siswa masih mengalami kesulitan pada tahap *simplifying/structuring* karena belum menuliskan asumsi secara lengkap serta pada tahap *validating* karena tidak melakukan pemeriksaan kembali terhadap solusi yang diperoleh. Sementara itu, subjek berkemampuan rendah (S-3) mengalami kesulitan yang lebih kompleks, terutama pada tahap *simplifying/structuring*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Meskipun mampu membentuk model matematika dan memperoleh solusi yang benar, siswa belum mampu menjelaskan makna hasil yang diperoleh, melakukan pemeriksaan kembali terhadap solusi, serta mengomunikasikan hasil secara lengkap. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika perlu memberikan lebih banyak latihan soal kontekstual dan terbuka agar siswa terbiasa membangun model matematika, menafsirkan hasil, serta memvalidasi solusi secara sistematis. Selain itu, guru perlu membiasakan siswa untuk menjelaskan alasan dan makna dari setiap langkah penyelesaian sehingga kemampuan pemodelan matematika siswa pada setiap tahapan Blum dan Leiß dapat berkembang secara lebih optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kemampuan pemodelan matematika siswa pada materi matriks dan transformasi geometri menunjukkan perbedaan strategi penyelesaian pada setiap kategori kemampuan berdasarkan tahapan Blum dan Leiß, yaitu *understanding*, *simplifying/structuring*, *mathematising*, *working mathematically*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*. Subjek berkemampuan tinggi (S-1) mampu melaksanakan tahapan pemodelan matematika secara lebih lengkap dan sistematis, mulai dari memahami masalah hingga mengomunikasikan solusi yang diperoleh. Subjek berkemampuan sedang (S-2) mampu memahami masalah, membentuk model matematika, menyelesaikan proses matematis, serta menginterpretasikan hasil secara sederhana, namun belum menunjukkan tahap *simplifying/structuring* dan *validating*. Sementara itu, subjek berkemampuan rendah (S-3) mampu membentuk model matematika dan memperoleh solusi yang benar, tetapi masih belum menunjukkan tahap *simplifying/structuring*, *interpreting*, *validating*, dan *exposing*.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan pemodelan matematika tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan melakukan perhitungan matematis, tetapi juga kemampuan memahami

konteks masalah dan menghubungkan hasil matematika dengan situasi nyata. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan pembelajaran matematika yang lebih kontekstual agar siswa terbiasa membangun model matematika, menafsirkan hasil, serta memvalidasi solusi yang diperoleh. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji kemampuan pemodelan matematika pada materi dan jenjang pendidikan yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan apresiasi dan penghargaan kepada SMAN 16 Makassar yang telah memberikan izin, dukungan, serta kesempatan kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian ini. Kerja sama yang baik selama proses pengumpulan data memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kelancaran dan keberhasilan penelitian.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan akademik selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini. Berbagai saran dan kritik yang diberikan menjadi bagian penting dalam penyempurnaan penelitian yang dilakukan.

Selain itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta motivasi selama proses penelitian berlangsung. Peneliti berharap hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan pembelajaran matematika, khususnya dalam kajian kemampuan pemodelan matematika siswa, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam bidang pendidikan matematika.

DAFTAR RUJUKAN

- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do Students and Teachers Deal with Modelling Problems? In *Mathematical Modelling* (pp.222–231). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.
- Febriani, Dea Sekar Ayu Arifin, S. A. N., Sopiaturrohman, S., & Resmania. (2024). Systematic Literature Review : Kemampuan Pemodelan Matematika Siswa SMA/MA. *Jurnal Theorems (The Original Reasearch Of Mathematics)*, 8(2), 407–421. <https://doi.org/10.31949/th.v8i2.8014>
- Halizah, T. R., Wijayanti, P., & Surabaya, U. N. (2025). Pemodelan Matematis Siswa SMP dalam Menyelesaikan Masalah SPLDV Ditinjau dari Gaya Belajar. *Mathdunesadunesa*, 14(1), 149–174. <https://doi.org/10.26740/mathdunesa.v14n1.p149-174>
- Hayuhantika, D., & Hastari, R. C. (2026). Profil Pemodelan Matematis Mahasiswa Pada Tugas Mea Kalkulus Integral Berbasis Siklus Blum Dan Leiss. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 1–24. <https://doi.org/10.18592/jpm.vi.20567>
- Husna, L. D., Widiyanti, S. I., Fadilah, A., Nafisah, Z., & Desniarti. (2024). Kemampuan Pemahaman Pemodelan Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 150–157.
- Khusna, H., & Ulfah, S. (2021). Kemampuan Pemodelan Matematis dalam Menyelesaikan Soal Matematika Kontekstual Mosharafa: *Jurnal Pendidikan Matematika*. *Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 153–164.
- Kotze, H. (2018). Competencies in Mathematical Modelling Tasks: An Error Analysis. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(8), 1–12. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91922>
- Krawitz, J., Kanefke, J., Schukajlow, S., & Rakoczy, K. (2022). Making Realistic Assumptions in Mathematical Modelling. *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 59–66.
- Kurniawan, H. S., & Khotimah, R. P. (2022). Profil Kemampuan Literasi Matematis Siswa dalam

- Menyelesaikan Soal High Order Thinking Skill. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 1966–1977. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5563>
- Muhammad, A. F., & Kurniadi, E. (2026). Kemampuan Pemodelan Matematika Siswa SMP Kelas VII Berbantuan E-LKPD Materi Operasi Bilangan Bulat. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 8(1), 97–106.
- Mwei, P. K. (2017). Problem Solving: How do In-Service Secondary Teachers of Mathematics Make Sense of a Non-Routine Problem Context? *International Journal of Research in Education and Sciense (IJRES)*, 3(1), 31–41.
- 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>
- Putri, R. D. R., Ratnasari, T., Trimadani, D., Halimatussakdiah, Husna, E. N., & Yulianti, W. (2022). Pentingnya Keterampilan Abad 21 Dalam Pembelajaran Matematika. *SICEDU: Science and Education Journal*, 1(2), 449–459. <https://doi.org/10.31004/sicedu.v1i2.64>
- Riduan, L., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2024). Analisis Kemampuan Pemodelan Matematika Siswa pada Materi Aritmetika Sosial. *Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(4), 1434–1445. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i4.2367>
- Riyatuljannah, T., & Fatonah, S. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Matematika Siswa Pada Penyelesaian Soal Berorientasi Konten Quantity. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(1), 59–68. <https://doi.org/10.20527/edumat.v9i1.10089>
- Rosmiati, R., Novaliyosi, & Santosa, C. A. H. F. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka Dalam Pembelajaran Matematika Di Kelas VII SMP Negeri 3 Kota Serang. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 132–140. <https://doi.org/10.30605/proximal.v5i2.2752>
- Suharti, Amrin, A. N., Rasyidin, H. H., Faiz, M., & Kalsum, W. (2025). Analisis Kesalahan Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal Literasi Matematika PISA pada Materi Aritmetika Sosial Berdasarkan Prosedur Newman. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 69–76.
- Wei, Y., Zhang, Q., & Guo, J. (2022). Can Mathematical Modelling Be Taught and Learned in Primary Mathematics Classrooms: A Systematic Review of Empirical Studies. *Education Sciences*, 12(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/educsci12120923>
- Whitney-smith, R., Hurrell, D., & Day, L. (2022). The Role of Mathematics Education in Developing Students ' 21 st Century Skills, Competencies and STEM Capabilities. *Mathematics Education Research Group of Australasia Annual Conference*, 554–561.
- Wulandari, T., Firsta, R. R., & Hartono, Y. (2025). Analisis Kemampuan Pemodelan Matematika Dan Penalaran Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Kontekstual PISA. *Journal of Instructional and Development Researches*, 5(3), 302–312. <https://doi.org/10.53621/jider.v5i3.538>
- Zeytun, A. Sen. (2017). Understanding Prospective Teachers' Mathematical Modeling Processes in the Context of a Mathematical Modeling Course. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 8223(3), 691–722. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00639a>