

## Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten *Change and Relationship*

Nofia Sampe<sup>\*1</sup>, Auliaul Fitrah Samsuddin<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman

\*e-mail: nofiasampe1@gmail.com<sup>1</sup>



*This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap strategi yang digunakan oleh siswa dalam menyelesaikan soal PISA pada konten *change and relationship*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan melibatkan 26 siswa berusia 14–15 tahun sebagai subjek. Instrumen yang digunakan mencakup soal PISA 2012 dan 2022 untuk mengukur literasi matematika siswa serta pedoman wawancara. Data dikumpulkan melalui tes dan wawancara, kemudian dianalisis melalui proses reduksi data, peninjauan data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan beberapa temuan utama: (1) dalam menyelesaikan pola visual, terdapat siswa yang mampu melanjutkan pola dengan dan tanpa visualisasi; (2) saat diminta menganalisis hubungan antar komponen dalam pola untuk membuat generalisasi, sebagian siswa tidak berhasil membuat generalisasi yang tepat; (3) ketika menyelesaikan soal yang memerlukan representasi situasi kehidupan sehari-hari ke dalam bentuk aljabar, ada siswa yang menggunakan prosedur matematis secara sistematis dan ada yang tidak; (4) saat menjelaskan perubahan nilai dalam hubungan matematis akibat perubahan salah satu variabel, beberapa siswa mampu menggambarkan perubahan secara spesifik, sementara yang lain hanya menyebutkan perubahan secara umum. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa strategi siswa dalam menyelesaikan soal bervariasi, baik dalam penggunaan prosedur matematis maupun kemampuan untuk memvisualisasikan atau membuat generalisasi. Temuan ini dapat menjadi dasar untuk mengembangkan pembelajaran matematika, khususnya pada topik aljabar, dengan fokus pada peningkatan kemampuan siswa dalam membuat generalisasi, menggunakan prosedur matematis, serta memahami hubungan antar variabel. Peningkatan kemampuan ini penting untuk mendukung literasi matematika siswa dan kesiapan mereka menghadapi tantangan matematika dalam kehidupan sehari-hari.

**Kata kunci:** Aljabar, Change and Relationship, Literasi Matematika, PISA

### Abstract

*This study aims to explore the strategies employed by students in solving PISA tasks related to change and relationship content. A descriptive qualitative approach was utilized, involving 26 students aged 14–15 years as subjects. The instruments included PISA 2012 and 2022 questions to assess students' mathematical literacy and interview guidelines. Data were collected through tests and interviews and analyzed through data reduction, data review, and conclusion drawing. The study revealed several key findings: (1) when solving visual patterns, some students were able to continue the patterns with or without visualization; (2) when asked to analyze relationships between components in a pattern to make generalizations, some students failed to produce accurate generalizations; (3) when solving problems requiring the representation of real-life situations into algebraic forms, some students systematically applied mathematical procedures, while others did not; and (4) when explaining value changes in mathematical relationships due to changes in a variable, some students provided specific descriptions of the changes, while others gave more general explanations. These findings indicate that students exhibit diverse strategies in solving problems, particularly in their use of mathematical procedures, ability to visualize, and capacity to generalize. The results serve as a basis for improving mathematics instruction, especially in algebra topics, focusing on enhancing students' abilities to generalize, apply mathematical procedures, and comprehend variable relationships. Strengthening these skills is crucial for supporting students' mathematical literacy and equipping them to tackle real-life mathematical challenges.*

**Keywords:** Algebra, Change and Relationship, Mathematical Literacy, PISA

## 1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi saat ini, dunia pendidikan telah mengalami perubahan yang signifikan. Dalam beberapa dekade terakhir, dunia pendidikan telah mengalami transformasi besar-besaran, didorong oleh kemajuan teknologi (OECD, 2021). Tantangan yang dihadapi di era globalisasi saat ini makin besar, dikarenakan tidak lagi cukup bagi pendidikan hanya fokus pada penyerapan informasi dan hapalan, serta pendidikan diarahkan untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan berpikir yang kritis dan kreatif (Suárez-Orozco, 2020; OECD, 2023). Untuk itu, pendidikan diharapkan mampu mendorong siswa untuk memecahkan masalah, ketrampilan berkolaborasi dan inovatif. Hal ini sangat penting untuk menunjang pemecahan masalah yang semakin kompleks. Tantangan di era globalisasi tersebut menuntut pendidikan Indonesia harus memiliki kompetensi untuk bersaing dengan pendidikan internasional.

Pengetahuan sangat penting untuk membekali siswa dalam menerapkan kemampuannya di kehidupan sehari-hari (Steen, 2001; Santiago & Cruz, 2024). Kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah baik masalah membaca, matematika maupun sains dalam kehidupan sehari-hari dijadikan gambaran bagaimana kualitas suatu negara tersebut (Gravemeijer et al., 2017). Salah satu pengetahuan yang berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari adalah matematika (Mousoulides et al., 2010). *The National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) memaparkan bahwa tujuan pembelajaran matematika terdiri dari lima kompetensi yaitu pemahaman konsep matematika (*understanding of mathematical concepts*), penalaran matematika (*mathematical reasoning*), komunikasi matematika (*mathematical communication*), koneksi matematika (*mathematical connections*), dan pemecahan permasalahan matematika (*mathematical problem solving*). Hal ini yang mendasari *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) untuk mengadakan Program for International Student Assessment (PISA). PISA memperkenalkan istilah literasi matematika sebagai kemampuan seseorang untuk merumuskan, menggunakan dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks yang mencakup prosedur, fakta dan konsep. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Ojose (2011) yang mengatakan bahwa literasi matematika tidak hanya pengetahuan sebatas topologi, aljabar linear, aljabar abstrak, dan rumus matematika yang kompleks dan canggih tetapi lebih kepada pemahaman yang luas. Seseorang yang literasi (melek) matematis dapat memperkirakan, menafsirkan data, memecahkan masalah, menalar numerik, grafis, situasi geometris, serta komunikasi matematis.

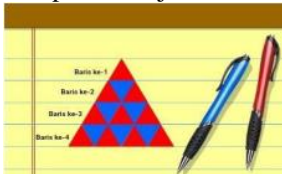
Perkembangan literasi matematika siswa di Indonesia dapat dilihat pada hasil tes PISA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa performa siswa Indonesia masih rendah dibandingkan rata-rata Internasional (OECD, 2023). Studi PISA terbagi menjadi empat bagian konten matematika yaitu perubahan dan hubungan (*change and relationship*), bilangan (*quantity*), ketidakpastian dan data (*uncertainty and data*), dan ruang dan bentuk (*space and shape*) (Nurjannah et al., 2020). Konten *change and relationship* secara khusus berkaitan dengan matematika pada materi fungsi dan persamaan yang merupakan bagian utama dalam aljabar. Materi aljabar merupakan materi yang sangat penting terutama bagi siswa SMP, mengingat mereka sebelumnya lebih terbiasa dengan materi aritmetika. Penelitian yang membahas tentang literasi matematika secara khusus pada konten *change and relationship* masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan siswa menyelesaikan soal PISA konten *change and relationship*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan panduan bagi pendidik dan pembuat kebijakan dalam meningkatkan literasi matematis siswa khususnya yang berkaitan dengan topik aljabar.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang bertujuan menganalisis dan mengetahui kemampuan literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal PISA Konten *change and relationship*. Subjek penelitian yaitu 26 siswa SMP kelas VIII pada tahun pelajaran 2024/2025. Pengumpulan data meliputi metode tes tertulis dan wawancara. Instrumen tes yang digunakan adalah empat soal PISA 2012 dan 2022 yang diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dan mencakup tingkat kesulitan level 2 hingga level 5. Secara lebih rinci instrumen tes dapat dilihat pada Tabel 1. Analisis data dilakukan dengan memberikan kode pada jawaban siswa dalam menyelesaikan soal berdasarkan indikator konten *change and relationship* serta transkrip wawancara. Setelah itu, peneliti mengelompokkan jawaban siswa ke

dalam kategori pada setiap nomor/indikator. Kategori terdiri dari sub-kategori untuk menjelaskan hasil jawaban siswa lebih spesifik atau ringkasan dari hasil deskripsi jawaban siswa. Instrumen soal yang digunakan terdiri atas 4 nomor soal yang berasal dari soal PISA tahun 2012 dan tahun 2022 yang telah diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia. Pengambilan keempat item soal ini didasarkan pada pertimbangan distribusi level item soal PISA yang merata, yaitu level 2 – 5 (PISA menetapkan 6 level). Selain itu, indikator dari soal yang digunakan berkorespondensi dengan kemampuan aljabar dasar yang layak dimiliki oleh siswa SMP. Adapun instrumen soal yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan oleh tabel 1.

**Tabel 1.** Instrumen Soal PISA pada Konten *Change and Relationship*

No.	Indikator	Level PISA	Sumber Soal PISA	Soal										
1	Melanjutkan pola yang divisualisasikan dengan memperhatikan pola yang ada.	2	PISA 2022 Kode Soal: CMA150Q02	<p>Alin menggambar pola segitiga-segitiga merah dan biru berikut ini. Empat baris pertama dari pola ditunjukkan di bawah ini.</p>  <p>Jika Alin meneruskan pola sampai baris kelima, berapa persen segitiga berwarna biru yang akan ada pada kelima baris pola tersebut?</p>										
2	Menentukan bentuk aljabar yang tepat untuk situasi kehidupan sehari-hari.	3	PISA 2012 Kode Soal: PM904Q04	<p>Harga jual handphone pada sebuah toko sudah termasuk keuntungan sebesar 37,5%. Adapun keuntungan adalah persentase dari harga beli. Apakah rumus dibawah ini menunjukkan hubungan yang benar antara harga beli (b), dan harga jual (j) ? Lingkari “ Ya” atau Tidak” untuk setiap rumus berikut. Jelaskan jawabanmu.</p> <table><tr><th>Rumus</th><th>Apakah rumusnya benar?</th></tr><tr><td><math>j = b + 0,375</math></td><td>Ya / Tidak</td></tr><tr><td><math>b = j - 0,375</math></td><td>Ya / Tidak</td></tr><tr><td><math>j = 1,375 b</math></td><td>Ya / Tidak</td></tr><tr><td><math>b = 0,625 j</math></td><td>Ya / Tidak</td></tr></table>	Rumus	Apakah rumusnya benar?	$j = b + 0,375$	Ya / Tidak	$b = j - 0,375$	Ya / Tidak	$j = 1,375 b$	Ya / Tidak	$b = 0,625 j$	Ya / Tidak
Rumus	Apakah rumusnya benar?													
$j = b + 0,375$	Ya / Tidak													
$b = j - 0,375$	Ya / Tidak													
$j = 1,375 b$	Ya / Tidak													
$b = 0,625 j$	Ya / Tidak													
3	Menjelaskan perubahan nilai yang terjadi dalam suatu hubungan matematis jika salah satu variabel diubah.	4	PISA 2012 Kode Soal : PM903Q01	<p>Infus digunakan untuk mengalirkan cairan dan obat-obatan kepada pasien. Kecepatan laju tetesan cairan infus (D) dalam satuan tetesan per menit dihitung dengan</p> $D = \frac{d \times v}{60 \times n}$ <p>Di mana: d adalah faktor tetesan yang diukur dalam tetes/ ml v adalah volume infus, dalam satuan ml n adalah waktu yang penggunaan infus dalam satuan jam. Seorang perawat ingin menambah waktu penggunaan infus. Jelaskan perubahan yang terjadi pada D jika n berubah dua kali lipat, tetapi d dan v tidak berubah.</p>										
4	Menganalisis hubungan antara komponen dalam pola	5	PISA 2022 Kode Soal: CMA150Q03	<p>Pada soal nomor 1, Alin akan menambahkan lebih banyak baris lagi pada pola tersebut. Dia menyatakan bahwa persentase dari segitiga biru dalam pola akan selalu kurang dari</p>										

No.	Indikator	Level PISA	Sumber Soal PISA	Soal
	untuk membuat generalisasi.			50%. Apakah pernyataan Alin benar? Jelaskan alasannya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

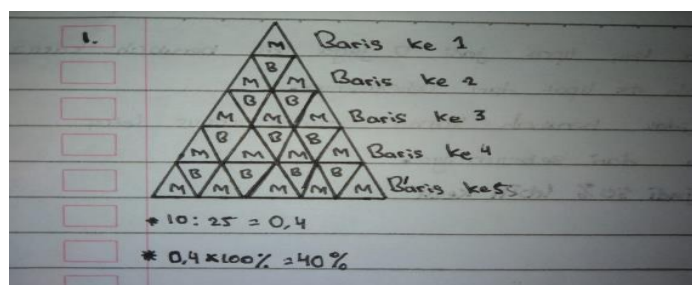
Soal pertama meminta siswa untuk meneruskan pola yang sudah ada. Pada soal, diberikan dalam bentuk gambar, namun soal tidak meminta siswa untuk meneruskan pola dalam bentuk gambar, melainkan meminta siswa menghitung persentase dari salah satu komponen dalam pola (segitiga biru). Dalam menjawab soal ini, sebagian besar siswa meneruskan pola dalam bentuk gambar (menggambar segitiga pada baris kelima, baru kemudian menghitung persentase segitiga biru), namun ada juga beberapa siswa yang tanpa visualisasi pun dapat langsung menghitung persentase segitiga biru. Soal kedua meminta siswa untuk menentukan bentuk aljabar yang benar untuk hubungan harga jual dan harga beli. Sebagian besar siswa sudah memahami hubungan harga jual, harga beli, dan keuntungan sehingga mampu menjawab benar. Soal ketiga menuntut siswa untuk mengidentifikasi bagaimana perubahan suatu variabel mengubah variabel lain dalam suatu hubungan matematis. Pada soal ini, jumlah siswa yang mampu menjawab seberapa besar perubahan yang terjadi secara spesifik dengan siswa yang tidak menjawab spesifik, hampir sama. Adapun soal keempat, sebagian besar siswa tidak mampu membuat generalisasi dari jawaban yang ada. Adapun rangkuman berbagai cara siswa menjawab soal change and relationship ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Instrumen soal PISA pada Konten *Change and Relationship*

No.	Indikator	Kategori jawaban siswa	Jumlah siswa
1	Melanjutkan pola yang divisualisasikan dengan memperhatikan pola yang ada.	Membuat visualisasi untuk membantu perhitungan	16
		Tidak membuat visualisasi, langsung menghitung persentasi segitiga biru	3
		Jawaban salah	7
2	Menentukan bentuk aljabar yang tepat untuk situasi kehidupan sehari-hari.	Menentukan hubungan harga jual, harga beli, dan keuntungan dengan benar	15
		Jawaban salah	9
3	Menjelaskan perubahan nilai yang terjadi dalam suatu hubungan matematis jika salah satu variabel diubah.	Secara spesifik menyebutkan bahwa nilai D akan menjadi lebih kecil dua kali lipat atau 50% atau yang serupa	9
		Menyatakan bahwa nilai D akan menurun namun tidak secara spesifik menyebutkan besaran penurunannya	10
		Jawaban salah	7
4	Menganalisis hubungan antara komponen dalam pola untuk membuat generalisasi.	Sudah membuat generalisasi, misalnya: "segitiga biru akan selalu lebih sedikit daripada segitiga merah."	3
		Tidak membuat generalisasi	23

Berdasarkan hasil analisis, sebagian besar siswa menggambar ulang atau visualisasi untuk meneruskan pola. Strategi ini memungkinkan mereka memahami pola sebelum melanjutkan ke langkah perhitungan yang diminta (Vale et al., 2021; Presmeg, 2014). Pada Gambar 1 menunjukkan hasil

jawaban siswa pada indikator meneruskan pola dengan memperhatikan pola yang sudah ada sebagai berikut.



Gambar 1. Hasil Jawaban S1

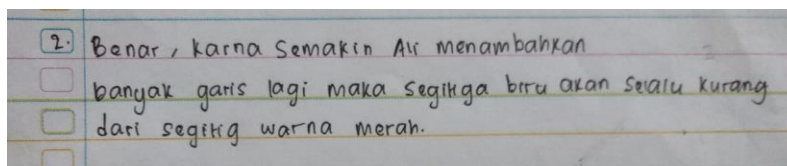
Petikan wawancara dengan S1 ketika ditanyai bagaimana dia meneruskan pola yang ada

*“Pertama saya gambar ulang segitiga bu, sesuai dengan gambar pada soal, lalu yang diminta pada soal itu baris ke 5, sedangkan pada soal cuma sampai baris ke 4, jadi saya tambahkan lagi satu baris (baris ke 5), sampai membentuk segitiga kembali, lalu pada baris tersebut saya gambar segitiga dan saya membedakan segitiga biru dengan segitiga merah, yang saya lihat di setiap baris ditambahkan 1 segitiga biru dan merah dari baris sebelumnya, jadi saya mengikuti langkah tersebut bu.”*

Ketika ditanya bagaimana menghitung persentase segitiga biru, S1 menjawab:

*“Pertama kan saya sudah meneruskan sampai baris ke 5, lalu saya jumlahkan seluruh segitiga dan saya jumlahkan segitiga biru (karena yang ditanya kan persentase segitiga biru, jadi saya jumlah segitiga biru), setelah itu saya bagi segitiga biru dengan seluruh segitiga bu, lalu saya ubah ke persen, karena yang ditanya persentase.”*

Siswa mampu membuat kesimpulan berdasarkan fakta yang ada, misalnya diberikan pola yang berulang-ulang yang dinyatakan dalam bentuk bilangan atau gambar. Sejalan dengan hasil jawaban siswa dan wawancara, siswa mampu membuat generalisasi dengan mengamati pola pada gambar tersebut, terlihat bahwa siswa yang mengatakan segitiga biru akan selalu kurang dari segitiga merah jika baris ditambahkan. Namun sebagian besar jawaban siswa tidak menunjukkan adanya generalisasi karena hanya merujuk pada pola yang ada di gambar. Hal ini sesuai dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa siswa sering kali terjebak pada pola visual atau numerik tanpa memahami hubungan mendasar (Radford, 2010; Presmeg, 2014). Pada Gambar 2 menunjukkan hasil jawaban siswa pada indikator menganalisis pola untuk mengetahui hubungan antar komponen dalam pola untuk mengambil keputusan sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Jawaban S7

Terlihat S7 mampu membuat generalisasi bahwa segitiga biru akan selalu lebih sedikit daripada segitiga merah. Jawaban ini diperjelas pada saat wawancara, yaitu:

P: *“Apakah kamu mengetahui hubungan antar segitiga biru dan segitiga merah?”*

S7: *“Iya tahu bu, hubunganya segitiga merah akan selalu kurang dari segitiga biru.”*

P: *“Bagaimana cara kamu melihat bahwa persentase segitiga biru selalu kurang dari 50%?”*

S7: “Saya perhatikan setiap baris selalu diawali dan diakhiri dengan segitiga merah, kemudian saya hitung dan jumlah segitiga merah lebih banyak dibanding segitiga biru, jadi saya berpikir tidak mungkin segitiga biru lebih dari 50%.”

Dalam menggunakan prosedur matematis melibatkan penerapan prosedur secara fleksibel, akurat, efisien, tepat, dan memiliki pengetahuan faktual dan konsep yang muncul dipikiran dengan mudah. Sebagian besar siswa mampu menggunakan prosedur matematis. Terlihat dari hasil jawaban siswa yang menentukan rumus aljabar yang benar untuk situasi kehidupan sehari-hari, siswa menggunakan prosedur matematis untuk menentukan rumus harga jual. Pada Gambar 3 menunjukkan hasil jawaban siswa pada indikator menentukan rumus aljabar yang benar untuk situasi kehidupan sehari-hari sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 J &\rightarrow J = (100 + 37,5\%) \times b \\
 J &= 137,5\% \times b \\
 &= 137,5\% : 100 = 137,5 \\
 137,5\% b &= 137,5 \\
 100 & \\
 J &= 1.375 \times b
 \end{aligned}$$

→ Karna rumus ini menunjukkan hubungan yang benar antara harga beli dan jual

→ rumus no 1, 2 dan 4 salah karna tidak menunjukkan antara harga beli dan jual

**Gambar 3.** Hasil Jawaban S2

Sebanyak 9 dari 26 siswa mampu menjelaskan perubahan nilai secara spesifik, sedangkan 10 siswa lainnya hanya menyatakan perubahan secara umum tanpa menyebutkan besaran perubahan. Kesulitan ini mungkin mencerminkan kurangnya pemahaman konseptual tentang hubungan matematis yang melibatkan perubahan variabel. Namun beberapa siswa mampu menjelaskan perubahan nilai jika salah satu variabel diubah, siswa mengatakan bahwa terjadi perubahan nilai D yang berubah menjadi lebih kecil atau 50% lebih kecil dari sebelumnya, karena salah satu nilai variabel telah diubah. Pada Gambar 4 menunjukkan hasil jawaban siswa pada indikator menjelaskan perubahan nilai yang terjadi pada suatu hubungan matematis jika salah satu variabel diubah sebagai berikut.

4. karna n berubah dua kali lipat jadi D juga ikut berubah karna faktor teresannya di ubah 2x lipat dari sebelumnya.  
(d) dan (v) tidak berubah karna volume tetap sama dari sebelumnya.  
dan D akan menjadi 50% lebih kecil

**Gambar 4.** Hasil Jawaban S1

Jawaban ini diperjelas pada saat wawancara, yaitu:

P: “Jelaskan bagaimana perubahan nilai D jika n berubah dua kali lipat. Jelaskan alasannya?”

S1: “Nilai D akan ikut berubah karena n berubah, karena n nya bertambah dua kali lipat, maka nilai D akan lebih kecil dua kali lipat dari sebelumnya atau jadi 50% lebih kecil bu.”

S1 terlihat sangat memahami konsep perubahan variabel dan dampaknya pada variabel lain dalam suatu hubungan matematis. Dalam hal ini, karena salah satu variabel di penyebut menjadi dua kali lipat dan nilai variabel di pembilang tetap maka, S1 dengan tepat menyebutkan bahwa ini akan berdampak bahwa nilai keseluruhan akan menjadi lebih kecil 50%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membuat generalisasi dan menjelaskan perubahan nilai dalam hubungan matematis. Hal ini mencerminkan perbedaan dalam tingkat pemahaman konseptual. Untuk mengatasi hal ini, pendekatan berbasis representasi visual, numerik, dan simbolis secara bersamaan, serta konteks nyata, dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan menganalisis hubungan antar variabel dan mengekspresikannya secara lebih rinci



(Samsuddin & Herawati, 2018). Selain itu, membiasakan siswa untuk menyelesaikan *rich tasks* (Samsuddin & Herawati, 2019) dapat melatih kemampuan konseptual siswa sehingga tidak sekadar mampu menyelesaikan soal rutin yang hanya menuntut kemampuan prosedural.

#### 4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa meskipun siswa cenderung berhasil dalam tugas-tugas yang berhubungan dengan prosedur matematis dan penerapan dalam konteks sehari-hari, mereka masih menghadapi kesulitan dalam membuat generalisasi dan menjelaskan hubungan matematis yang kompleks. Oleh karena itu, pembelajaran yang berfokus pada pengembangan kemampuan konseptual dan abstraksi sangat penting untuk meningkatkan pemahaman matematis siswa secara menyeluruh.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gravemeijer, K., et al. (2017). Mathematical problem-solving as a central area of mathematics instruction. *Frontiers in Education*.
- Mousoulides, N., et al. (2010). Modelling perspectives in mathematics education. *Journal of Mathematical Modelling*.
- Nurjannah, N., Mirna, M., Nurlili, N., & Imunandar, A. A. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam memecahkan masalah pisa ditinjau dari gender. *JTMT: Jurnal Tadris Matematika*, 1(2), 1–8.
- OECD. (2021). *21st-century readers: Developing literacy skills in a digital world*. OECD Publishing.
- OECD. (2023a). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- OECD. (2023b). *Transforming education in Indonesia: Examining the landscape of current reforms*. OECD Publishing.
- Ojose, B. (2011). Mathematics literacy: Are we able to put the mathematics we learn into everyday use? *Journal of Mathematics Education*, 4(1).
- Presmeg, N. (2014). Visualization and generalization in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 46(3), 425–436.
- Presmeg, N. (2014). Visualization and learning in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 636–639). Springer.
- Radford, L. (2010). The eye as a theoretician: Seeing structures in generalizing activities. *For the Learning of Mathematics*, 30(2), 2–7.
- Santiago, A., & Cruz, C. (2024). Problem posing and solving in real contexts for mathematical literacy. *MDPI Education Sciences*.
- Samsuddin, A. F., & Retnawati, H. (2018, September). Mathematical representation: The roles, challenges and implications on instruction. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1097, No. 1, p. 012152). IOP Publishing.
- Samsuddin, A. F., & Retnawati, H. (2019, March). Mathematical etude: Killing two birds with one stone. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1200, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.
- Steen, L. (2001). Mathematics literacy: Its role in education and society. *Journal of Mathematics Education*.
- Suárez-Orozco, M. (2020). *Educating for global competence*. Harvard Graduate School of Education.
- Vale, I., Barbosa, A., & Pimentel, T. (2021). The role of visualization in fostering creative problem-solving strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1), 89–107.