



## Strategi peningkatan hasil PISA Level 2 berbasis analisis kesalahan *change and relationships* siswa SMP

Husriani Husain<sup>1\*</sup>, St. Nur Khalifah Ali<sup>2</sup>, Abdul Rahman<sup>3</sup>, Bernard<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Matematika, FKIP, Institut Turatea Indonesia, Jeneponto

<sup>2</sup> Mahasiswa Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Makassar, Makassar

<sup>3,4</sup> Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Makassar, Makassar

hurianihusain23@gmail.com

### Abstract

*Indonesian students' mathematical literacy in PISA assessments remains low, particularly in the Change and Relationships content area. Most existing studies are quantitative and therefore have not revealed the cognitive processes underlying student errors. This study aims to analyze errors and problem-solving strategies of eighth-grade students in solving PISA Change and Relationships Level 2 problems using the PISA mathematical literacy framework (formulate–employ–interpret). A qualitative case study approach was employed, involving 15 eighth-grade students from SMP Al Wildan Islamic School 22 Makassar. The test instrument consisted of three PISA Level 2 tasks with contexts of goods pricing, intravenous drip rate, and currency exchange. Six students were selected through purposive sampling for in-depth interviews. Data were collected through diagnostic tests, semi-structured interviews, and documentation of student work, then analyzed using source triangulation. Results show that average answer accuracy is only 44.4%, with three consistently identified error categories: representation and modeling errors at the formulate stage, procedural errors at the employ stage, and absent result verification habits at the interpret stage. Successful students demonstrate relational understanding and strong metacognitive awareness. This study contributes a specific error mapping per PISA mathematical literacy stage for Change and Relationships Level 2 content, along with operationally distinct intervention recommendations for each error category.*

**Keywords:** *Mathematical Literacy; PISA; Change and Relationships; Error Analysis; Formulate–Employ–Interpret*

### Abstrak

Kemampuan literasi matematis siswa Indonesia pada penilaian PISA masih tergolong rendah, khususnya konten *Change and Relationships*. Sebagian besar studi yang ada bersifat kuantitatif, belum mampu mengungkap proses kognitif di balik kesalahan siswa. Penelitian ini bertujuan menganalisis kesalahan dan strategi pemecahan masalah siswa kelas VIII dalam menyelesaikan soal PISA konten *Change and Relationships* Level 2 menggunakan kerangka literasi matematis PISA (*formulate–employ–interpret*). Pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus digunakan, melibatkan 15 siswa kelas VIII SMP Al Wildan Islamic School 22 Makassar. Instrumen tes terdiri dari tiga soal PISA Level 2 dengan konteks harga barang, debit infus, dan konversi mata uang. Enam siswa dipilih melalui *purposive sampling* untuk diwawancarai secara mendalam. Data dikumpulkan melalui tes diagnostik, wawancara semi-terstruktur, dan dokumentasi pekerjaan siswa, lalu dianalisis menggunakan triangulasi sumber. Hasil menunjukkan rata-rata ketepatan

jawaban hanya 44,4%, dengan tiga kategori kesalahan yang konsisten ditemukan: kesalahan representasi dan pemodelan pada tahap *formulate*, kesalahan prosedural pada tahap *employ*, serta absennya kebiasaan verifikasi hasil pada tahap *interpret*. Siswa yang berhasil menunjukkan pola *relational understanding* dan kesadaran metakognitif yang kuat. Penelitian ini berkontribusi pada pemetaan kesalahan spesifik per tahap literasi matematis PISA untuk konten *Change and Relationships* Level 2, sekaligus menghasilkan rekomendasi intervensi operasional untuk masing-masing kategori kesalahan.

**Kata Kunci:** Literasi Matematis; PISA; *Change and Relationships*; Analisis Kesalahan; *Formulate–Employ–Interpret*

## 1. PENDAHULUAN

Matematika bukan sekadar deretan rumus yang harus dihafal, ia adalah bahasa yang membantu manusia memahami dan menjelaskan dunia. Kemampuan menggunakan bahasa itu dalam kehidupan nyata inilah yang disebut literasi matematis. Secara resmi, literasi matematis didefinisikan sebagai kapasitas individu untuk bernalar secara matematis serta merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan matematika guna memecahkan masalah dalam berbagai konteks kehidupan nyata (OECD, 2023). Definisi ini menegaskan bahwa literasi matematis bukan hanya soal bisa berhitung, melainkan tentang kecakapan berpikir dan bernalar yang utuh. Dalam kerangka teoretis yang lebih luas, (Niss & Jablonka, 2020) merumuskan bahwa literasi matematis mencakup kemampuan mengidentifikasi peran matematika dalam dunia, membuat penilaian yang berdasar, serta menggunakan dan berinteraksi dengan matematika sesuai kebutuhan individu sebagai warga masyarakat yang reflektif. Sejalan dengan itu, (Stacey & Turner, 2015) menegaskan bahwa proses inti literasi matematis dalam kerangka PISA terdiri dari tiga tahap yang saling berkaitan: *formulate* (merumuskan masalah nyata ke dalam bentuk matematis), *employ* (menerapkan konsep dan prosedur matematis), dan *interpret* (menafsirkan hasil matematis kembali ke konteks dunia nyata).

Penilaian PISA secara konsisten mengungkap bahwa kemampuan literasi matematis siswa Indonesia masih jauh di bawah rata-rata global. Hasil PISA 2018 menunjukkan skor rata-rata matematika Indonesia hanya 379, sementara rata-rata OECD mencapai 489 (Fadlila et al., 2023). Meskipun terjadi peningkatan peringkat pada PISA 2022 (Tienken, 2020), siswa Indonesia tetap termasuk dalam 5 negara dengan rentang skor 90% terendah (OECD, 2023). Fakta ini mencerminkan bahwa siswa secara umum masih kesulitan menyelesaikan soal PISA berbagai konten, termasuk *Change and Relationships*. Beberapa studi menunjukkan bahwa konten *Change and Relationships* memang kerap menjadi bagian paling menantang bagi siswa Indonesia (Fadlila et al., 2023; Nurinayah & Nur, 2023; Sampe & Samsuddin, 2024; Satiti et al., 2021). Sebagai contoh, (Fadlila et al., 2023) mencatat bahwa hasil PISA 2018 menempatkan Indonesia di peringkat 73 dari 79 negara peserta, menandakan besarnya kesulitan siswa dalam menganalisis masalah matematis dalam konteks nyata. Hal ini dipertegas oleh temuan (Masfufah & Afriansyah, 2021) yang menemukan bahwa kemampuan literasi matematis

siswa SMP kelas VIII dalam menyelesaikan soal PISA masih berada pada level rendah, dengan siswa kesulitan menafsirkan dan mengaplikasikan konsep matematika yang telah mereka pelajari ke dalam situasi kontekstual.

Perubahan lingkungan belajar ikut memperumit fenomena ini. Kemajuan teknologi dan literasi digital yang pesat mengubah cara siswa mengakses dan memproses materi pembelajaran. (Veronika & Liliana, 2025) menemukan bahwa teknologi pembelajaran membawa perubahan berarti pada proses belajar matematika, membantu visualisasi konsep abstrak dan meningkatkan motivasi siswa melalui penyajian materi yang lebih interaktif. Penerapan literasi digital dalam pembelajaran matematika juga membuka peluang interaksi yang lebih luas dan akses ke sumber belajar yang beragam, sehingga dapat mendukung pemecahan masalah (Jayantika & Namur, 2022). Namun di sisi lain, transformasi digital juga menghadirkan tantangan nyata: banyak guru dan siswa belum terbiasa memanfaatkan teknologi secara optimal dalam pembelajaran. Kondisi ini, bersama dengan perubahan sosial dan dampak pembelajaran jarak jauh akibat pandemi Covid-19, menciptakan dinamika baru yang turut memperburuk kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal matematika kontekstual, termasuk soal PISA.

Meskipun kajian tentang PISA dan literasi matematis telah banyak dilakukan, terdapat kesenjangan ilmiah yang belum tertangani secara memadai dalam literatur yang ada. Pertama, sebagian besar studi yang ada bersifat kuantitatif dan hanya fokus pada pengukuran skor atau pengembangan instrumen berbasis PISA (Febrianti & Nurjanah, 2022; Rowdlotul Jannah & Wijayanti, 2021), sehingga tidak mampu mengungkap proses kognitif internal yang terjadi ketika siswa mengerjakan soal. Kedua, studi yang secara spesifik mengkaji literasi matematis pada konten *Change and Relationships* di Indonesia umumnya terbatas pada analisis deskriptif hasil tes, tanpa menggunakan tiga tahap proses literasi matematis PISA, *formulate*, *employ*, dan *interpret* (OECD, 2019) sebagai kerangka analisis utama untuk memetakan pada tahap mana siswa paling banyak mengalami kegagalan (Hasanah & Hakim, 2022; Putra et al., 2024). Ketiga, belum ada penelitian yang secara kualitatif menggali perspektif subjektif siswa kelas VIII tentang strategi pemecahan masalah dan pengalaman mereka dalam menghadapi soal *Change and Relationships* Level 2 secara mendalam, padahal pemahaman tentang "mengapa" dan "bagaimana" siswa melakukan kesalahan jauh lebih berharga bagi perbaikan pembelajaran daripada sekadar mengetahui "berapa banyak" yang menjawab salah (Alagumalai & Buchdahl, 2021).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis secara mendalam kesalahan dan strategi pemecahan masalah siswa kelas VIII dalam menjawab soal PISA konten *Change and Relationships* pada Level 2, dengan menggunakan kerangka literasi matematis PISA (*formulate–employ–interpret*) sebagai alat analisis. Metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus dipilih agar peneliti dapat menafsirkan secara mendalam perspektif dan proses berpikir siswa. Pengumpulan data melibatkan tes tertulis, wawancara mendalam,

dan observasi partisipatif, sebagaimana diterapkan dalam studi-studi relevan sebelumnya (Febrianti & Nurjanah, 2022; Rowdlotul Jannah & Wijayanti, 2021). Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan gambaran holistik tentang dinamika kesulitan siswa dan menawarkan rekomendasi intervensi yang lebih terarah, berbasis bukti kualitatif, serta langsung menyorot akar masalah literasi matematis siswa Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian bukan sekadar mengukur hasil, melainkan memahami secara mendalam *bagaimana* dan *mengapa* siswa mengalami kesulitan ketika menyelesaikan soal PISA konten *Change and Relationships* Level 2. Studi kasus memungkinkan peneliti untuk menggali pengalaman, proses berpikir, dan strategi pemecahan masalah siswa secara utuh dalam konteks pembelajaran yang nyata (Creswell & Poth, 2017). Dengan kata lain, pendekatan ini tidak hanya menjawab "berapa banyak siswa yang salah," tetapi lebih jauh menjawab "di mana letak kesalahannya dan mengapa itu terjadi."

Penelitian ini melibatkan 15 siswa kelas VIII SMP Al Wildan Islamic School 22 Makassar sebagai partisipan awal yang mengikuti tes diagnostik. Dari 15 siswa tersebut, dipilih 6 siswa untuk diwawancarai secara mendalam menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan berdasarkan pertimbangan yang relevan dengan tujuan penelitian. Keenam siswa dipilih berdasarkan variasi pola kesalahan dan keberhasilan dalam menyelesaikan soal PISA, dengan memastikan keterwakilan dari setiap kategori respons baik siswa yang menjawab dengan benar, sebagian benar, maupun salah secara keseluruhan pada masing-masing butir soal. Pemilihan ini bertujuan agar data yang diperoleh dapat mencerminkan keragaman pengalaman dan proses berpikir siswa secara lebih menyeluruh.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga cara yang saling melengkapi. Pertama, tes diagnostik berupa soal PISA konten *Change and Relationships* Level 2 diberikan kepada seluruh 15 siswa. Hasil tes ini digunakan untuk memetakan pola kesalahan siswa sekaligus menjadi dasar pemilihan subjek wawancara. Kedua, wawancara semi-terstruktur dilakukan secara mendalam terhadap 6 siswa terpilih. Wawancara ini dirancang untuk menggali proses berpikir siswa, strategi yang mereka gunakan, serta alasan di balik setiap langkah penyelesaian yang mereka lakukan termasuk saat mereka melakukan kesalahan. Ketiga, dokumentasi hasil pekerjaan siswa dikumpulkan sebagai data pendukung untuk memperkuat dan memverifikasi temuan dari tes dan wawancara.

Data dianalisis menggunakan kerangka literasi matematis PISA yang mencakup tiga tahapan proses, yaitu *formulate* (kemampuan merumuskan masalah nyata ke dalam bentuk matematis), *employ* (kemampuan menerapkan konsep dan prosedur matematis),

dan *interpret* (kemampuan menafsirkan hasil matematis kembali ke dalam konteks nyata) (OECD, 2019). Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi pada tahap mana siswa mengalami kegagalan, kemudian mengaitkannya dengan data wawancara untuk memahami faktor penyebabnya secara lebih dalam. Proses analisis mengikuti tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan sebagaimana yang dikemukakan oleh (Miles et al., 2013).

Untuk memastikan data yang diperoleh valid dan dapat dipercaya, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan dan menyilangkan informasi yang diperoleh dari tiga sumber data yang berbeda hasil tes, transkrip wawancara, dan dokumentasi pekerjaan siswa. Apabila ketiga sumber memberikan gambaran yang konsisten, maka temuan dianggap sah. Jika terdapat ketidaksesuaian, peneliti melakukan pendalaman lebih lanjut melalui wawancara tambahan untuk memperoleh pemahaman yang lebih akurat tentang pengalaman siswa yang sebenarnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil

Hasil tes diagnostik yang diberikan kepada 15 siswa kelas VIII SMP Al Wildan Islamic School 22 Makassar disajikan pada Tabel 1 berikut.






**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Jawaban Siswa

Nomor Soal	Kategori Jawaban		
	Benar	Salah	Tidak Menjawab
1	9 (60%)	6 (40%)	0 (0%)
2	5 (33,4%)	8 (53,3 %)	2 (13,3%)
3	6 (40%)	8 (53,3%)	1 (6,7%)

Tabel 1 menunjukkan bahwa soal nomor 1 memiliki tingkat keberhasilan tertinggi (60%), sementara soal nomor 2 dan 3 didominasi oleh jawaban yang salah. Rata-rata siswa hanya mampu menjawab benar sekitar 44,4% dari keseluruhan soal, mengindikasikan bahwa tingkat literasi matematis siswa pada konten *Change and Relationships* Level 2 masih tergolong rendah hingga sedang. Berdasarkan hasil tes dan wawancara mendalam terhadap 6 siswa terpilih, ditemukan tiga kategori kesalahan utama yang secara konsisten muncul, yaitu: (1) kesalahan representasi dan pemodelan, (2) kesalahan prosedural, dan (3) kesalahan interpretasi hasil. Ketiga kategori ini diuraikan berikut berdasarkan analisis jawaban tertulis dan kutipan wawancara pada masing-masing soal.

Soal 1

Eric adalah penggemar skateboard. Ia mengunjungi sebuah toko bernama SKATERS untuk melihat harga. Di toko ini, kamu bisa membeli skateboard lengkap, atau bisa juga merakit sendiri dengan membeli: 1 dek, 1 set roda (4 buah), 1 set truk (2 buah), 1 set perangkat keras (bearing, bantalan karet, baut dan mur). Berikut adalah daftar harga produk di toko tersebut:

Produk	Harga (dalam zeds)	Gambar Produk
Skateboard lengkap	82 atau 84	
Dek	40, 60, atau 65	
Satu set roda (4 buah)	14 atau 36	
Satu set truk (2 buah)	16	
Satu set perangkat keras	10 atau 20	

Jika Eric ingin merakit sendiri skateboard-nya.

Berapa harga minimum dan maksimum yang bisa didapatkan Eric jika ia membeli semua bagian secara terpisah?

- a) Harga minimum: \_\_\_\_\_ zeds  
 b) Harga maksimum: \_\_\_\_\_ zeds

Soal ini menuntut siswa mengidentifikasi informasi relevan dari tabel, memilih harga termurah dan termahal dari setiap kategori komponen, lalu menjumlahkannya secara terpisah. Dari dua subjek yang dianalisis pada soal ini, ditemukan dua pola respons yang berbeda.

Hasil Subjek 1

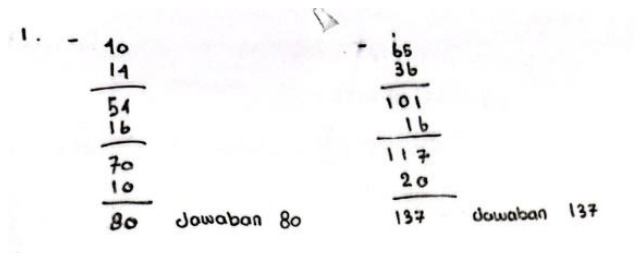
1.  
 a. minimum: 82 zeds  
 b. maximum: 137 zeds

**Gambar 1.** Hasil Jawaban Subjek 1 Soal 1

Subjek 1 memberikan jawaban numerik secara langsung tanpa menampilkan proses perhitungan. Jawaban minimum yang diberikan (82 zeds) tidak tepat karena siswa mengambil harga skateboard lengkap alih-alih menjumlahkan harga termurah tiap komponen, sementara jawaban maksimum (137 zeds) kebetulan benar namun tidak dapat diverifikasi karena tidak ada langkah yang dituliskan (Gambar 1). Kutipan wawancara berikut mengonfirmasi akar kesalahannya:

- P* : Kenapa kamu tidak menjumlahkan seperti yang kamu lakukan untuk harga maksimum?  
*S* : Saya berpikir kalau harga minimum itu cuman satu, jadi saya mengambil saja harga di skateboard lengkap yaitu 82

## Hasil Subjek 2



$$\begin{array}{r}
 10 \\
 14 \\
 \hline
 54 \\
 16 \\
 \hline
 70 \\
 10 \\
 \hline
 80
 \end{array}
 \quad \text{Jawaban } 80$$

$$\begin{array}{r}
 65 \\
 36 \\
 \hline
 101 \\
 16 \\
 \hline
 117 \\
 20 \\
 \hline
 137
 \end{array}
 \quad \text{Jawaban } 137$$

**Gambar 2.** Hasil Jawaban Subjek 2 Soal 1

Berbeda dengan Subjek 1, Subjek 2 mampu menjumlahkan harga setiap komponen secara sistematis dan menghasilkan jawaban yang tepat (minimum 80 zeds, maksimum 137 zeds), meskipun tidak menuliskan label komponen secara eksplisit (Gambar 2). Dari wawancara terungkap bahwa siswa memahami konsep minimum–maksimum dengan baik, namun mengorbankan kelengkapan dokumentasi demi efisiensi waktu:

*P* : Apakah kamu tulis nama bagian atau hanya angkanya? Kenapa kamu tidak menuliskan secara lengkap informasinya?

*S* : Saya hanya menuliskan angkanya saja, dan langsung menghitungnya. Karena kalau saya menuliskan secara lengkap nanti lama selesainya

## Soal 2

Infus digunakan untuk mengalirkan cairan dan obat ke pasien. Perawat perlu menghitung debit cairan infus yang di simbolkan  $D$  (tetes/menit) dengan menggunakan

$$\text{rumus: } D = \frac{d \cdot v}{60 \cdot n}$$

Dimana:

$d$  = tetesan infus (tetes/ml)

$v$  = volume infus (ml)

$n$  = waktu infus yang dibutuhkan untuk mengalirkan cairan dalam infus (jam)

$D$  = debit tetesan infus (tetes/menit)

Jika dalam suatu penginfusan, debit tetesan ( $D$ ) adalah 50 tetes/menit akan diberikan pada seorang pasien dalam 3 jam. Pada penginfusan tersebut, tetesan infus adalah 25 ml. Berapa milliliter volume infus tersebut?

Soal ini menuntut siswa memahami hubungan antar variabel, melakukan manipulasi aljabar untuk mengisolasi variabel  $v$ , serta menginterpretasi hasil dalam konteks medis yang realistis. Dari dua subjek yang dianalisis, ditemukan perbedaan yang mencolok pada tahap konversi satuan dan evaluasi hasil.

## Hasil Subjek 3

$$\begin{aligned}
 2. \quad D &= 50 \text{ tetes/menit} \\
 n &= 3 \text{ jam} = 180 \text{ menit} \\
 d &= 25 \text{ ml} \\
 v &= \text{ml?} \\
 D &= \frac{d \cdot v}{60 \cdot n} \quad \frac{25v}{60 \cdot 180} = 50 \\
 \frac{25v}{10800} &= 50 \\
 25v &= 50 \times 10800 \\
 v &= 270.000
 \end{aligned}$$

**Gambar 3.** Hasil Jawaban Subjek 3 Soal 2

Subjek 3 menuliskan langkah penyelesaian secara rapi dan melakukan substitusi nilai ke dalam rumus dengan benar, namun melakukan kesalahan pada konversi satuan waktu: siswa mengubah 3 jam menjadi 180 menit sebelum dimasukkan ke rumus, padahal faktor 60 dalam rumus sudah berfungsi sebagai pengonversi jam ke menit, sehingga konversi terjadi dua kali dan menghasilkan jawaban 270.000 ml (Gambar 3). Siswa juga tidak mengevaluasi kewajaran hasil tersebut. Wawancara mengungkap bahwa siswa tidak memahami fungsi angka 60 dalam rumus:

*P* : Apakah kamu tahu arti '60' di rumus itu untuk apa?

*S* : Tidak, saya pikir cuma pembagi. Saya tidak tahu kalau itu adalah cara buat ubah jam ke menit

*P* : Menurut Anda apakah kalau infus 270 liter, kira-kira masuk akal untuk pasien?

*S* : Tidak, jadi jawaban saya salah?

## Hasil Subjek 4

$$\begin{aligned}
 2) \quad \frac{25 \cdot v}{180} &= 50 \\
 \frac{v}{180} &= 50 \div 25 \\
 v &= \cancel{25} \times 180 \\
 v &= 360
 \end{aligned}$$

**Gambar 4.** Hasil Jawaban Subjek 4 Soal 2

Sebaliknya, Subjek 4 berhasil mengisolasi variabel  $v$  melalui manipulasi aljabar yang sistematis dan menghasilkan jawaban 360 ml (Gambar 4). Siswa juga secara sadar mengevaluasi kewajaran hasilnya:

*P* : Kamu yakin hasilnya masuk akal?

*S* : Iya. Kalau 3 jam itu kira-kira 360 ml wajar, tidak mungkin sampai ratusan ribu

## Soal 3

Mei-Ling dari Singapura sedang bersiap untuk pergi ke Afrika Selatan selama 3 bulan sebagai siswa pertukaran. Ia perlu menukar beberapa dolar Singapura (SGD) ke dalam rand Afrika Selatan (ZAR). Pada saat keberangkatan, Mei-Ling mengetahui bahwa nilai tukar antara dolar Singapura dan rand Afrika Selatan adalah:

$$1 \text{ SGD} = 4,2 \text{ ZAR}$$

Mei-Ling menukar 3.000 SGD ke rand Afrika Selatan berdasarkan nilai tukar tersebut. Ia menerima 12.600 ZAR. Jika Setelah 3 bulan, Mei-Ling kembali ke Singapura dan masih memiliki 3.900 ZAR. Ia ingin menukarkan kembali sisa uang tersebut ke dalam dolar Singapura. Saat itu, nilai tukar telah berubah menjadi:

$$1 \text{ SGD} = 4,0 \text{ ZAR}$$

Berapakah jumlah uang yang didapatkan Mei-Ling dalam dolar Singapura?

Soal ini menuntut siswa memahami hubungan proporsional antara dua mata uang, menentukan arah konversi yang tepat (pembagian, bukan perkalian), dan melakukan operasi pembagian dengan benar. Dari dua subjek yang dianalisis, keduanya memahami bahwa operasi yang harus dilakukan adalah pembagian, namun berbeda pada akurasi eksekusinya.

## Hasil Subjek 5

3. 3.900  
 1 SGD = 4 ZAR  
 kekurang mei ling dalam dolar singapura - 93,5

$$\begin{array}{r} 93,5 \\ 4 \overline{) 3900} \\ \underline{36} \phantom{00} \\ 30 \phantom{00} \\ \underline{24} \phantom{00} \\ 6 \phantom{00} \\ \underline{4} \phantom{00} \\ 20 \\ \underline{20} \\ 0 \end{array}$$

**Gambar 5.** Hasil Jawaban Subjek 5 Soal 3

Subjek 5 melakukan operasi pembagian panjang namun menghasilkan jawaban yang tidak tepat (93,5 SGD) akibat kesalahan penempatan nilai (*place-value error*) saat menuliskan hasil di atas pembagi (Gambar 5). Siswa juga tidak melakukan pengecekan ulang. Hal ini terkonfirmasi dari wawancara:

*P* : Apakah kamu sempat **mengecek kembali**? Misalnya “ $93,5 \times 4$ ” harus kembali ke 3900.

*S* : Tidak

## Hasil Subjek 6

$$3) \quad 3.900 \text{ Far} \div 4$$

**Gambar 6.** Hasil Jawaban Subjek 6 Soal 3

Subjek 6 sebaliknya melakukan pembagian panjang secara sistematis dan menghasilkan jawaban yang tepat (975 SGD), sekaligus melakukan verifikasi balik secara mandiri (Gambar 6):

*P* : Kamu biasanya periksa kembali hasilmu?

*S* : Iya, saya kalikan lagi untuk memastikan tidak salah hitung. 4 kali 975 itu 3.900. Jadi saya rasa sudah benar

Perbedaan antara subjek yang berhasil dan yang tidak secara konsisten terletak pada kemampuan mengevaluasi kewajaran hasil dan kelengkapan dokumentasi proses berpikir. Secara keseluruhan, pola kesalahan keenam subjek dirangkum dalam Tabel 2 berikut

**Tabel 2.** Sintesis Kategori Kesalahan Berdasarkan Tahapan Literasi Matematis PISA

Subjek	Soal	Kategori Kesalahan	<i>Formulate</i>	<i>Employ</i>	<i>Interpret</i>
S1	1	Representasi & pemodelan	Gagal membangun model matematis	Tidak melakukan operasi yang benar	Jawaban tidak bermakna
S2	1	— (berhasil)	Memahami konteks dengan baik	Operasi benar, tidak terdokumentasi	Hasil tepat, komunikasi terbatas
S3	2	Prosedural & interpretasi	Mengenali variabel dengan benar	Kesalahan konversi satuan ( <b>double conversion</b> )	Tidak mengevaluasi kewajaran hasil
S4	2	— (berhasil)	Memahami hubungan antar variabel	Manipulasi aljabar benar	Hasil ditafsirkan secara logis
S5	3	Prosedural & interpretasi	Mengidentifikasi informasi dengan benar	Kesalahan <i>place-value</i> pada pembagian	Tidak memverifikasi hasil
S6	3	— (berhasil)	Memahami konteks konversi mata uang	Operasi pembagian benar dan sistematis	Hasil diverifikasi dengan pengecekan balik

### 3.2 Pembahasan

Temuan penelitian ini mengungkap bahwa kesulitan siswa kelas VIII dalam menyelesaikan soal PISA konten *Change and Relationships* Level 2 bersumber dari kegagalan yang berlapis pada tiga tahap literasi matematis PISA: *formulate*, *employ*, dan *interpret*. Rata-rata ketepatan jawaban yang hanya mencapai 44,4% sejalan dengan

temuan Hasanah & Hakim (2022) serta Nurinayah & Nur (2023) yang secara spesifik menemukan bahwa konten *Change and Relationships* menjadi salah satu konten PISA paling menantang bagi siswa Indonesia. Namun yang membedakan penelitian ini dari studi-studi tersebut adalah kemampuannya mengungkap *mengapa* kegagalan itu terjadi, sesuatu yang tidak dapat dijawab oleh pendekatan kuantitatif semata.

### **Kegagalan pada Tahap *Formulate*: Membaca Soal tanpa Memaknai Situasi**

Kegagalan paling mendasar dalam penelitian ini ditemukan pada tahap *formulate*, sebagaimana terlihat pada Subjek 1 yang gagal membangun model matematis dari informasi tabel harga skateboard. Yang menarik secara analitis adalah bahwa S1 sebenarnya mampu melakukan operasi penjumlahan, terbukti dari jawabannya yang benar pada harga maksimum, namun gagal pada harga minimum karena tidak memahami bahwa "minimum" dalam konteks soal mensyaratkan seleksi dan penjumlahan harga termurah dari *setiap* kategori komponen secara terpisah. Ini bukan kegagalan prosedural, melainkan kegagalan dalam membangun representasi situasi yang tepat. Wijaya et al., (2015) menyebut fenomena ini sebagai *misinterpretation of contextual information*, dan menemukan bahwa ini merupakan sumber kesalahan terbesar siswa Indonesia dalam soal PISA, temuan yang kini dikonfirmasi secara kualitatif melalui data wawancara dalam penelitian ini. Selan et al., (2020) dan Putra et al., (2024) juga melaporkan pola serupa, namun tanpa mampu mengidentifikasi mekanisme kognitif spesifik yang menyebabkannya. Penelitian ini melengkapi celah tersebut: data wawancara S1 mengungkap bahwa siswa memiliki *prior knowledge* yang tidak lengkap tentang konsep minimum dalam konteks kombinatorial, sehingga mereka mengaktifkan skema yang salah ketika membaca soal. Alagumalai & Buchdahl (2021) menegaskan bahwa kemampuan *formulate* adalah prediktor terkuat capaian literasi matematis secara keseluruhan, karena kegagalan di tahap ini membuat seluruh proses yang mengikutinya tidak bermakna meskipun langkah hitungannya benar.

### **Kegagalan pada Tahap *Employ*: Algoritma tanpa Pemahaman Maknawi**

Dua jenis kegagalan prosedural yang berbeda ditemukan pada tahap *employ*. Pertama, *double conversion* satuan oleh S3 pada Soal 2. Secara analitis, kasus ini lebih dari sekadar "salah konversi", ini adalah manifestasi dari apa yang Skemp (2006) sebut sebagai *instrumental understanding*: siswa mengoperasikan rumus sebagai deretan langkah yang harus diikuti, bukan sebagai representasi hubungan matematis yang bermakna. S3 mengubah 3 jam menjadi 180 menit karena ia menerapkan pengetahuan konversi satuan secara otomatis tanpa mempertanyakan apakah konversi itu sudah ditangani oleh elemen lain dalam rumus. Mayer & Fiorella (2021) menjelaskan ini sebagai *extraneous cognitive load*: ketika siswa terlalu fokus pada transformasi simbol, kapasitas kognitif untuk memantau konsistensi keseluruhan proses menjadi terkuras. Yang perlu dikritisi adalah bahwa kesalahan ini sebenarnya dapat dicegah jika siswa dibiasakan memahami *fungsi* setiap elemen rumus, bukan sekadar *bentuknya* sebuah praktik yang justru jarang dilatih dalam pembelajaran matematika konvensional di Indonesia sebagaimana

diungkap oleh (Rahma P & Reflina, 2023). Kedua, *place-value error* pada S5 di Soal 3 menunjukkan persoalan yang berbeda namun sama mendasarnya. S5 memahami bahwa konversi ZAR ke SGD memerlukan pembagian, namun gagal mengeksekusinya dengan akurat karena salah menempatkan digit dalam algoritma pembagian panjang. Jensen et al., (2024) menegaskan bahwa kelemahan pada prinsip nilai tempat merupakan hambatan yang sering tidak terdeteksi dalam asesmen konvensional, namun dampaknya sangat signifikan pada akurasi komputasi. Perbedaan antara S3 dan S5 secara analitis penting: S3 gagal karena tidak memahami *makna* prosedur, sementara S5 gagal karena tidak menguasai *mekanisme* prosedur. Keduanya adalah kegagalan *employ*, namun akarnya berbeda dan memerlukan intervensi yang berbeda pula.

### **Kegagalan pada Tahap *Interpret*: Pengetahuan Ada, Kebiasaan Tidak**

Temuan paling mengejutkan dalam penelitian ini justru ditemukan pada tahap *interpret*. Ketika S3 ditanya apakah 270 liter masuk akal untuk cairan infus manusia, ia langsung menjawab "Tidak", yang berarti pengetahuan kontekstual untuk mengevaluasi kewajaran hasil sebenarnya sudah dimiliki. Namun pengetahuan itu tidak diaktifkan secara spontan sebagai bagian dari proses penyelesaian soal. Ini adalah temuan yang secara kritis berbeda dari kesimpulan studi-studi sebelumnya yang cenderung mengaitkan kegagalan *interpret* dengan kurangnya pemahaman konteks. Rum & Juandi (2022) memang menyebut bahwa validasi jawaban jarang dilatih di kelas, namun penelitian ini memberikan bukti yang lebih tajam: masalahnya bukan pada *ketidaktahuan*, melainkan pada *ketidakbiasaan*, sebuah perbedaan yang memiliki implikasi pedagogis yang sangat berbeda. Sebaliknya, S6 secara mandiri mengalikan kembali hasil pembagiannya ( $975 \times 4 = 3.900$ ) sebagai verifikasi, tanpa diminta. Pola ini menunjukkan bahwa kebiasaan verifikasi bukan sesuatu yang muncul secara alami, melainkan hasil dari pembiasaan yang konsisten dalam proses belajar.

### **Kontras Antara Siswa yang Berhasil dan yang Tidak: Lebih dari Sekadar Kemampuan**

Perbandingan antara S1 dengan S2, S3 dengan S4, dan S5 dengan S6 mengungkap bahwa perbedaan antara siswa yang berhasil dan yang tidak bukan semata-mata soal kemampuan kognitif, melainkan soal kebiasaan berpikir. S2, S4, dan S6 secara konsisten menunjukkan tiga pola: memaknai konteks sebelum menghitung, memahami *mengapa* setiap langkah dilakukan, dan mengevaluasi kewajaran hasil. Ketiga pola ini mencerminkan *relational understanding* dalam pengertian Skemp, (2006) yakni pemahaman yang menghubungkan prosedur dengan makna, bukan sekadar mengeksekusi langkah demi langkah. Rowdlotul Jannah & Wijayanti, (2021) menemukan bahwa siswa berkemampuan tinggi secara konsisten menerapkan pola ini secara mandiri. Yang perlu diperhatikan secara kritis adalah bahwa S2, meski menjawab benar, tidak mendokumentasikan proses berpikirnya secara eksplisit, menunjukkan bahwa *relational understanding* saja belum cukup tanpa disertai kemampuan komunikasi matematis yang memadai.

### **Implikasi bagi Strategi Pembelajaran: Intervensi yang Berbeda untuk Kesalahan yang Berbeda**

Berdasarkan tiga kategori kesalahan yang ditemukan, strategi peningkatan perlu dirancang secara spesifik per kategori, bukan sebagai intervensi tunggal yang bersifat umum. Untuk mengatasi kegagalan *formulate* seperti yang dialami S1, guru perlu membiasakan *contextual reading* sebelum siswa mulai menghitung: membaca soal secara bertahap untuk mengidentifikasi apa yang diketahui, apa yang ditanya, dan bagaimana hubungan keduanya dalam situasi nyata. Implementasinya dapat dilakukan melalui *think-aloud* terbimbing, di mana siswa diminta menyatakan ulang situasi soal dengan kata-katanya sendiri sebelum menuliskan simbol apapun. Stacey & Turner (2015) menegaskan bahwa kemampuan *formulate* dapat dilatih secara eksplisit dan bukan hanya milik siswa berbakat.

Untuk mengatasi kegagalan *employ* seperti yang dialami S3 dan S5 yang akarnya berbeda, diperlukan dua pendekatan berbeda. Bagi S3 dan siswa dengan *instrumental understanding* serupa, guru dapat menerapkan *error analysis activity*: menyajikan jawaban S3 kepada kelas dan meminta siswa mengidentifikasi di mana dan mengapa kesalahan terjadi. Pendekatan ini memaksa siswa berpikir tentang *fungsi* elemen rumus, bukan sekadar bentuknya, dan terbukti meningkatkan kesadaran metakognitif (Abdullah et al., 2018). Bagi S5 dan siswa dengan kelemahan *place-value* serupa, (Jensen et al., 2024) merekomendasikan latihan terstruktur yang melatih pemahaman nilai tempat melalui representasi visual sebelum masuk ke algoritma tertulis.

Untuk mengatasi kegagalan *interpret* seperti yang dialami S3 dan S5, guru perlu menjadikan verifikasi hasil sebagai bagian wajib dari setiap penyelesaian soal kontekstual melalui *structured reflection protocol*: dua pertanyaan tertulis yang harus dijawab setiap selesai mengerjakan soal, "Apakah hasil ini masuk akal dalam konteks soal?" dan "Bagaimana cara membuktikan bahwa jawaban ini benar?" Verifikasi balik yang dilakukan S6 secara mandiri adalah contoh nyata dari kebiasaan ini yang sudah terinternalisasi, dan dapat dijadikan model pembelajaran yang konkret bagi siswa lain di kelas. Mayer & Fiorella (2021) menegaskan bahwa kebiasaan reflektif harus dilatih secara eksplisit dan berulang agar menjadi strategi berpikir yang otomatis.

Terakhir, integrasi teknologi pembelajaran interaktif dapat memperkuat ketiga tahap sekaligus, khususnya untuk kesalahan yang bersumber dari lemahnya pemahaman relasi antarvariabel seperti yang dialami S3. Simulasi dinamis yang memperlihatkan bagaimana perubahan nilai  $n$  dalam rumus debit infus mempengaruhi hasil  $D$  secara visual dapat membantu siswa membangun intuisi tentang hubungan antarvariabel sebelum mereka mengoperasikan rumus secara simbolik (Jayantika & Namur, 2022; Veronika & Liliana, 2025). Namun teknologi hanya efektif jika digunakan dalam kerangka pembelajaran yang sudah dirancang untuk membangun pemahaman konseptual, bukan sekadar mempercepat prosedur yang sudah ada.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menegaskan bahwa peningkatan literasi matematis siswa pada soal PISA konten *Change and Relationships* membutuhkan pendekatan yang secara sadar melatih ketiga tahap *formulate*, *employ*, dan *interpret* sebagai satu kesatuan proses yang utuh. Perbedaan antara siswa yang berhasil dan yang tidak dalam penelitian ini bukan soal siapa yang lebih pintar, melainkan soal siapa yang sudah terbiasa berpikir matematis secara menyeluruh dan kebiasaan itu adalah sesuatu yang dapat dilatih, dibentuk, dan dikembangkan melalui pembelajaran yang dirancang dengan tepat.

#### 4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengungkap secara kualitatif bahwa kesulitan siswa kelas VIII SMP Al Wildan Islamic School 22 Makassar dalam menyelesaikan soal PISA konten *Change and Relationships* Level 2 bersumber dari kegagalan yang berlapis pada tiga tahap literasi matematis PISA. Rata-rata ketepatan jawaban sebesar 44,4% bukan sekadar mencerminkan kelemahan dalam berhitung, melainkan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum mampu menjalani proses berpikir matematis yang utuh dari memaknai konteks (*formulate*), menerapkan prosedur secara tepat (*employ*), hingga mengevaluasi kewajaran hasil (*interpret*).

Tiga kategori kesalahan spesifik yang ditemukan memberikan gambaran yang lebih tajam dibandingkan studi-studi sebelumnya yang bersifat kuantitatif. Pertama, kesalahan representasi dan pemodelan pada tahap *formulate* terjadi bukan karena siswa tidak bisa berhitung, melainkan karena mereka tidak terbiasa memaknai situasi kontekstual sebelum bergerak ke operasi matematis. Kedua, kesalahan prosedural pada tahap *employ*, baik berupa *double conversion* satuan maupun *place-value error* terjadi karena siswa menjalankan algoritma tanpa memahami fungsi setiap elemennya, yang mencerminkan *instrumental understanding* yang belum berkembang menjadi *relational understanding*. Ketiga, kegagalan pada tahap *interpret* bukan disebabkan oleh ketidaktahuan, melainkan oleh absennya kebiasaan verifikasi hasil sebagai bagian dari rutinitas berpikir matematis siswa.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada tiga hal. Pertama, penelitian ini mengisi celah metodologis dalam literatur yang ada: dengan menggunakan pendekatan kualitatif studi kasus, penelitian ini mampu mengungkap *mengapa* dan *bagaimana* kesalahan terjadi sesuatu yang tidak dapat dijawab oleh studi kuantitatif yang hanya mengukur *berapa banyak* siswa yang salah. Kedua, penelitian ini menghasilkan pemetaan kesalahan yang spesifik per tahap literasi matematis PISA pada konten *Change and Relationships* Level 2 untuk siswa kelas VIII, yang selama ini belum tersedia secara eksplisit dalam literatur nasional. Ketiga, temuan penelitian ini menghasilkan rekomendasi intervensi yang bersifat berbeda untuk masing-masing kategori kesalahan *contextual reading* dan *think-aloud* untuk kegagalan *formulate*, *error analysis activity* untuk kegagalan *employ*, dan *structured reflection protocol* untuk kegagalan *interpret*

yang lebih operasional dan dapat langsung diterapkan oleh guru dibandingkan rekomendasi umum yang selama ini banyak dikemukakan dalam penelitian sejenis. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah subjek dan lokasi penelitian yang terbatas pada satu sekolah, sehingga temuan ini tidak dimaksudkan untuk digeneralisasi secara luas, melainkan sebagai landasan untuk memahami fenomena secara mendalam. Penelitian lanjutan dengan cakupan subjek yang lebih luas dan konteks sekolah yang lebih beragam diperlukan untuk menguji apakah pola kesalahan yang ditemukan dalam penelitian ini bersifat konsisten di berbagai konteks pembelajaran. Selain itu, uji efektivitas strategi intervensi yang direkomendasikan dalam penelitian ini melalui desain eksperimental atau penelitian tindakan kelas juga menjadi agenda penelitian yang penting untuk dikembangkan ke depannya.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah dan seluruh siswa yang telah berpartisipasi secara aktif dalam penelitian ini serta memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melaksanakan kegiatan penelitian dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah *Transdisiplin Sains, Teknologi, dan Seni* atas bimbingan, arahan, serta wawasan akademik yang diberikan, sehingga membantu memperkaya sudut pandang peneliti dalam mengintegrasikan pendekatan lintas disiplin pada kajian ini. Selain itu, penulis turut menyampaikan apresiasi kepada rekan sejawat dan pihak-pihak lain yang telah memberikan masukan, saran, serta dukungan akademik selama proses penyusunan dan penyempurnaan artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermakna bagi pengembangan pembelajaran matematika, khususnya dalam upaya peningkatan literasi matematis siswa.

## 6. REKOMENDASI

Berdasarkan temuan penelitian, pembelajaran matematika disarankan menerapkan pendekatan berbasis analisis kesalahan (*error-based learning*) dengan menekankan keterpaduan proses *formulate-employ-interpret* melalui soal-soal kontekstual bertipe PISA, khususnya pada konten *Change and Relationships*. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan desain pembelajaran atau intervensi pembelajaran yang lebih terstruktur serta melibatkan subjek yang lebih luas untuk memperoleh gambaran literasi matematis yang lebih komprehensif. Selain itu, keterbatasan penelitian ini, seperti jumlah subjek yang terbatas dan penggunaan pendekatan kualitatif pada satu konteks sekolah, perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi generalisasi hasil, sehingga penelitian lanjutan disarankan mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan pemanfaatan media digital guna memperkuat validitas dan dampak temuan penelitian.

## 7. REFERENSI

- Abdullah, A. H., Rahman, S. N. S. A., Mokhtar, M., Hairon, S. M., Ibrahim, N. H., & Mun, S. H. (2018). Behaviours of Students When Solving the Assessment of Programme for International Student Assessment (PISA) Mathematical Problems. *2018 IEEE 10th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, 224–229. <https://doi.org/10.1109/ICEED.2018.8626932>
- Alagumalai, S., & Buchdahl, N. (2021). PISA 2012: Examining the influence of prior knowledge, time-on-task, school-level effects on achievements in mathematical literacy processes – Interpret, employ and formulate. *Australian Journal of Education*, 65(2), 173–194. <https://doi.org/10.1177/00049441211031674>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2017). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications.
- Fadlila, N., Hayuningrat, S., & Wijaya, A. (2023). *Developing mathematics PISA-like problems using change and relationship content*. 030018. <https://doi.org/10.1063/5.0141064>
- Febrianti, P., & Nurjanah, N. (2022). Kesulitan Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal PISA 2021. *Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 6(1), 13–24. <https://doi.org/10.36526/tr.v6i1.1664>
- Hasanah, M., & Hakim, D. L. (2022). Kemampuan Literasi Matematis Pada Soal Matematika PISA Konten Quantity dan Konten Change and Relationship. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 5(2), 157–166. <https://doi.org/10.24014/juring.v5i2.13785>
- Jayantika, I. G. A. T., & Namur, G. (2022). Peran Teknologi Pembelajaran dalam Meningkatkan Literasi Digital Matematika. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 3(2), 284–291. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7033331>
- Jensen, S., Gasteiger, H., & Bruns, J. (2024). Place Value and Regrouping as Helpful Constructs to Diagnose Difficulties in Understanding the Place Value System. *Journal Für Mathematik-Didaktik*, 45(2), 11. <https://doi.org/10.1007/s13138-024-00234-8>
- Masfufah, R., & Afriansyah, E. A. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Matematis Siswa melalui Soal PISA. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10.
- Mayer, R. E., & Fiorella, L. (Eds). (2021). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (3rd edn). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. SAGE Publications.
- Niss, M., & Jablonka, E. (2020). Mathematical Literacy. In *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 548–553). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0\\_100](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_100)
- Nurinayah, I. N., & Nur, I. R. D. (2023). ANALISIS Literasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten Change and Relationship. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 9(2), 137–148. <https://doi.org/10.25134/jes-mat.v9i2.7864>
- OECD. (2019, December 3). *PISA 2018 Results (Volume I)*. OECD. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-i\\_5f07c754-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-i_5f07c754-en.html)
- OECD. (2023). *PISA Result 2022 (Volume I) The State of Learning and Equity in Education*. OECD. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i\\_53f23881-en/full-report/the-state-of-learning-and-equity-in-education-in-2022\\_e65c570e.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en/full-report/the-state-of-learning-and-equity-in-education-in-2022_e65c570e.html)
- Putra, K. D. P., Wibawa, K. A., & Noviantari, P. S. (2024). Kemampuan Literasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten Change And Relationship. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 105–114. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i1.1211>
- Rahma P, F. L., & Reflina, R. (2023). Analisis Kemampuan Literasi Numerasi dalam Menyelesaikan Soal Programme For International Student Assessment (PISA). *Jurnal Karya Pendidikan Matematika*, 10(1), 11–20. <https://doi.org/10.26714/jkpm.10.1.2023.11-20>
- Rowdlotul Jannah, R. N., & Wijayanti, P. (2021). Analisis Strategi Pemecahan Masalah Matematika Siswa SMP Ditinjau dari Kemampuan Matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2896–2910. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.767>

- Rum, A. M., & Juandi, D. (2022). *Students' Difficulties in Solving Mathematical Literacy Problem Level 3, Level 4 and Level 5*. International Society for Technology, Education, and Science. <https://eric.ed.gov/?id=ED630992>
- Sampe, N., & Samsuddin, A. F. (2024). Kemampuan Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten Change and Relationship. *Pedagogy: Journal of Multidisciplinary Education*, 1(2), 77–83. <https://doi.org/10.61220/pedagogy.v1i2.250>
- Satiti, W. S., -, I., & Khotimah, K. (2021). Soal Matematika Model PISA Konten Change and Relationships untuk Menunjang Literasi Matematis Peserta Didik. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 3(4), 425–432. <https://doi.org/10.32764/epic.v3i4.554>
- Selan, M., Daniel, F., & Babys, U. (2020). Analisis kemampuan literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal pisa konten change and relationship. *AKSIOMA: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 11(2), 335–344. <https://doi.org/10.26877/aks.v11i2.6256>
- Skemp, R. (2006). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Relational-Understanding-and-Instrumental-Skemp/075ab39ff23c191c898e175e1d2c0d9d6357a33f>
- Stacey, K., & Turner, R. (Eds). (2015). *Assessing Mathematical Literacy: The PISA Experience*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7>
- Tienken, C. H. (2020). PISA Scores and Ranks Are Fundamentally Flawed. *Kappa Delta Pi Record*, 56(2), 55–57. <https://doi.org/10.1080/00228958.2020.1729629>
- Veronika, S., & Liliana, S. (2025). Analisis Peran Teknologi dalam Pembelajaran Matematika Berdasarkan Perspektif Guru dan Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 976–985. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i2.4156>
- Wijaya, A., Van Den Heuvel-Panhuizen, M., & Doorman, M. (2015). Opportunity-to-learn context-based tasks provided by mathematics textbooks. *Educational Studies in Mathematics*, 89(1), 41–65. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9595-1>