

INVESTIGATING STUDENTS' MATHEMATICAL LITERACY PERFORMANCE IN PISA QUESTIONS: INFORMATION PROCESSING THEORY

SITI MUFIDAH¹, SUDIRMAN², MAKBUL MUKSAR³

^{1,2,3} DEPARTEMENT OF MATHEMATICS, FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES,
UNIVERSITAS NEGERI MALANG, EAST JAVA, INDONESIA.

Email: ¹siti.mufidah.2303118@students.um.ac.id, ²sudirman.fmipa@um.ac.id, ³makbul.muksar.fmipa@um.ac.id
Orchid Id: ¹<https://orcid.org/0009-0002-5797-0983>, ²<https://orcid.org/0000-0003-3548-3367>, ³<https://orcid.org/0000-0002-5829-8650>

ABSTRACT:

The theory of information processing examines how individuals process information in their minds, which is essential for students in solving problems, including PISA tasks. This study explores students' mathematical performance in solving PISA tasks through the lens of information processing theory. A qualitative approach was employed, involving three research subjects with varying levels of mathematical literacy: level 2 (low), level 3 (medium), and level 5 (high). Data were collected through task analysis and semi-structured interviews. Data analysis involved data reduction to filter relevant information, narrative presentation of findings, and conclusion drawing. The study adopted the Atkinson-Shiffrin information processing model, which comprises sensory register, working (short-term) memory, and long-term memory. Cognitive processes analyzed included attention, perception, rehearsal, retrieval, and coding. The findings revealed that cognitive processes occurred at all levels, but their effectiveness varied by task complexity. Level 2 students exhibited cognitive processes primarily in problems characterized by the use of basic arithmetic calculations. The cognitive difficulties encountered by these students occurred during the attention phase, where they struggled to comprehend problems involving models, resulting in errors during the encoding process. Level 3 students demonstrated cognitive processing in problems characterized by the use of explicit models. Cognitive challenges included issues in the attention phase, as students had difficulty understanding problems with complex characteristics, disruptions in the perception phase, where they experienced cognitive lapses in concept application, and errors in rehearsal, where repeated responses with inconsistent calculations led to misunderstandings in the encoding process. Level 5 students engaged in cognitive processing for problems of higher complexity. These students' memory effectively retained the information necessary for processing, enabling them to recall concepts with clarity and precision. These findings imply the need for collaborative learning in classrooms to address diverse cognitive abilities, bridging differences, fostering interaction, and encouraging peer support. Teachers can design collaborative activities to facilitate and enhance students' problem-solving skills effectively.

KEYWORDS: mathematical performance, literacy skill level, PISA questions, information processing theory.

1) INTRODUCTION:

Literasi matematis telah dianggap sebagai kemampuan yang penting bagi individu di abad ke-21. Hal tersebut didukung dengan Sustainable Development Goals (SDGs) yang ditetapkan PBB untuk menjamin pada tahun 2030 tercapai well-being (UNESCO, 2017). Quality education menjadi salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan (Boeren, 2019). Pendidikan yang berkualitas oleh PBB dapat diukur dengan indikator yaitu tercapainya kemampuan functional literacy and numeracy (Getenet & Getnet, 2023). Hal tersebut diperkuat dengan adanya PISA (Programme for International Student Assessment) yang menilai literasi matematis sebagai indikator penting keberhasilan pendidikan suatu negara (OECD, 2023a).

Pendidikan matematika di Indonesia menghadapi beberapa tantangan pembelajaran. Berdasarkan hasil PISA yang dilakukan oleh OECD sejak tahun 2000 sampai 2022 secara konsisten menunjukkan kemampuan siswa Indonesia dalam literasi matematis masih belum memuaskan. Tahun 2022, Indonesia memperoleh skor 366 di bawah rata-rata internasional sebesar 472 (OECD, 2023a). Hasil PISA tersebut menggambarkan perlunya meningkatkan literasi matematis siswa termasuk proses dalam berpikir (OECD, 2018).

Berpikir dalam memecahkan masalah merupakan bagian dari kompetensi matematika dalam PISA (OECD, 2023a). Berpikir dapat dikatakan sebagai kegiatan menggunakan pikiran untuk mengambil keputusan dengan menggunakan informasi dan pengalaman (Nor Bin Bakar, 2015). Penelitian terkait dengan memori manusia (Conway & Howe, 2022; Ferreira et al., 2011; Hulme & Dalloz, 1995) membantu para peneliti pembelajaran untuk menggambarkan proses mengingat atau melupakan informasi. Siswa dalam belajar tidak mendengarkan,

menuliskan, dan mengerjakan tugas saja, namun melibatkan proses mental dalam otak sehingga belajar menjadi kegiatan yang berkaitan dengan proses berpikir (Walle, 2007). Proses berpikir dalam pelaksanaan pembelajaran matematika memiliki fokus pada mencari solusi bukan hanya menghafal prosedur, mengeksplorasi pola tidak hanya menghafal rumus, dan merumuskan dugaan bukan hanya mengerjakan latihan (Schoenfeld, 2016).

Dalam pembelajaran matematika, terjadi pergeseran paradigma batas penguasaan pengetahuan teoritik matematika menjadi kecakapan untuk menerapkan matematika. Hal tersebut didukung keyakinan bahwa siswa dapat mempelajari matematika dengan baik jika mereka aktif mengkonstruksi pemahaman matematika sendiri. Pemahaman tersebut menuntut siswa untuk menguji merepresentasikan, menstranformasikan, memecahkan, menerapkan, membuktikan, dan mengomunikasikan konsep secara efektif (Hirschfeld-Cotton, 2008). Kecakapan dalam merumuskan, menerapkan, dan menginterpretasi merupakan elemen penting dalam literasi matematis (OECD, 2023b). Literasi matematis bukan sekedar mencakup kemampuan menghafal, namun sampai aplikasi dalam konteks dunia nyata (Mevarech & Fan, 2018).

Keterkaitan antara proses berpikir dan literasi matematis dapat dilihat melalui pemrosesan informasi yang dilakukan siswa. Teori pemrosesan informasi adalah teori pembelajaran kognitif yang menggambarkan pemrosesan, penyimpanan, dan pengambilan pengetahuan dalam pikiran (Slavin, 2014). Berkaitan dengan proses yang terjadi di dalam otak, teori pemrosesan informasi adalah teori yang mengkaji tentang cara seseorang memproses informasi di dalam pikirannya. Dalam teori pemrosesan informasi terdapat dua komponen utama yaitu penyimpanan informasi dan proses kognitif (Slavin, 2014). Komponen penyimpanan informasi terdiri dari 1) sensory register merupakan tempat penyimpanan pertama informasi yang diperoleh dari alat indera, 2) short-term memory (STM) merupakan tempat pemrosesan informasi dan memuat informasi dalam jumlah terbatas selama beberapa detik, 3) long-term memory (LTM) merupakan bagian sistem memori yang menyimpan informasi secara permanen dan memiliki kapasitas yang sangat besar (Atkinson & Shiffrin, 1968; Slavin, 2014). Menurut Slavin (2014) proses kognitif dalam pemrosesan informasi meliputi 1) attention, pemusatan pikiran pada suatu informasi tertentu dengan menyingkirkan informasi yang lain; 2) perception, penafsiran terhadap informasi yang diterima; 3) rehearsal, repetisi informasi di dalam pikiran yang dapat meningkatkan penyimpanan; 4) retrieval, proses pemanggilan kembali informasi yang sudah tersimpan dalam memori jangka panjang; 5) coding, proses penyimpanan informasi terhadap pengetahuan yang sudah dipanggil dari memori jangka panjang. Model pemrosesan informasi yang digunakan dalam penelitian yaitu model pemrosesan informasi Atkinson-Shiffrin (Atkinson & Shiffrin, 1968). Model pemrosesan informasi dapat disajikan pada Gambar 1.

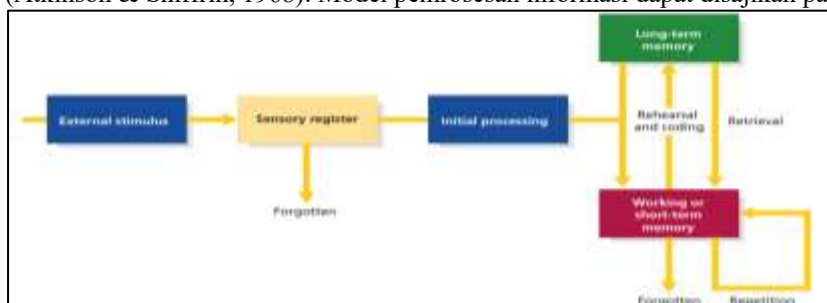


Figure 1 Model Pemrosesan Informasi (Atkinson & Shiffrin, 1968)

Beberapa penelitian mengaitkan teori pemrosesan informasi dengan kemampuan matematika. Penelitian mengenai kemampuan matematika dan pemrosesan informasi banyak dilakukan pada jenjang sekolah dasar (Berg, 2008; Lee Swanson et al., 2021; Qi et al., 2024; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004), sedangkan masih sedikit penelitian pada jenjang sekolah menengah pertama (Yen et al., 2017). Penelitian yang dilakukan Wang & Carr (2020) membahas mengenai hubungan antara kemampuan spasial dan prestasi matematika berdasarkan teori pemrosesan informasi. Penelitian lain menggunakan teori pemrosesan informasi dalam pembelajaran vektor (Phu Loc et al., 2019) dan proporsi (Nur et al., 2024). Saat ini belum ada penelitian yang membahas mengenai literasi matematis dalam menyelesaikan soal PISA ditinjau dari teori pemrosesan informasi.

Kemampuan pemrosesan informasi sangat penting bagi siswa dalam menyelesaikan masalah termasuk soal PISA. Kinerja literasi matematis siswa dapat ditunjukkan dalam penyelesaian soal PISA. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kinerja literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal PISA ditinjau dari teori pemrosesan informasi.

2) METHODS AND METHODOLOGY:

Desain Penelitian

Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif dengan jenis penelitian fenomenologi. Penelitian fenomenologi bertujuan untuk mereduksi pengalaman individu terhadap suatu peristiwa menjadi deskripsi untuk membangun pemahaman (Creswell, 2013). Sesuai tujuan tersebut, penelitian ini mengeksplorasi pengalaman siswa dalam menyelesaikan soal PISA berdasarkan teori pemrosesan informasi.

Partisipan

Peserta dalam penelitian adalah tiga siswa kelas IX Sekolah Menengah Pertama dengan level kecakapan literasi matematis yang berbeda. Selain itu, pemilihan subjek didasarkan pada kriteria pengukuran literasi matematis yaitu siswa berumur di bawah 15 tahun (OECD, 2023a). Kinerja literasi matematis dalam mengerjakan soal PISA dijadikan dasar untuk melihat proses berpikir siswa ditinjau dari teori pemrosesan informasi. Penyelesaian soal PISA dijadikan dasar menganalisis proses berpikir siswa dalam literasi matematis.

Siswa yang menjadi partisipan penelitian berdasarkan kemampuan matematika, kemampuan komunikasi yang baik, dan rekomendasi guru. Siswa dikelompokkan berdasarkan kemampuan matematika meliputi tinggi, sedang, dan rendah. Banyak partisipan pada setiap kategori yaitu satu partisipan kemudian dipilih siswa dengan tingkat kecakapan literasi yang berbeda. Pemilihan subjek Partisipan penelitian untuk setiap kategori ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Partisipan Penelitian

Nama Subjek	Tingkat Kemampuan Matematika	Tingkat Kecakapan Literasi Matematis
MIR	Rendah	Level 2
ADE	Sedang	Level 3
RVE	Tinggi	Level 5

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian berupa soal PISA dengan tingkat kecakapan literasi matematis dari level 1c sampai 6 dan pedoman wawancara. Soal PISA yang disediakan untuk mengungkap literasi matematis siswa ditinjau dari teori pemrosesan informasi. Instrumen lain yang digunakan yaitu pedoman wawancara. Adapun deskripsi tipe soal PISA disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Tipe Soal PISA (OECD, 2023a)

Level	Deskripsi
6	Penyelesaian soal abstrak, pemahaman konsep matematika secara mendalam, dan mengevaluasi kesesuaian solusi yang dihasilkan dan situasi awal.
5	Membuat dan menggunakan model pada situasi kompleks, menerapkan strategi pemecahan masalah yang menantang, menggabungkan pengetahuan matematika yang tidak eksplisit, dan menghubungkan solusi dengan situasi dunia nyata.
4	Penggunaan model eksplisit untuk situasi konkret yang kompleks, menggunakan pemikiran komputasional, menyusun dan menyampaikan argumen berdasarkan penalaran.
3	Merancang strategi yang melibatkan pengambilan keputusan bertahap, mulai menggunakan keterampilan berpikir komputasional, menggunakan beberapa perhitungan yang tidak selalu jelas, dan menggunakan informasi dari berbagai sumber.
2	Pengambilan informasi yang relevan dari sumber, merancang strategi sederhana, menggunakan pemahaman dasar, dan membuat interpretasi langsung dari hasil.
1a	Pertanyaan dengan informasi yang sudah tersedia dan jelas, menggunakan pemahaman dasar, dan melakukan prosedur rutin sederhana sesuai instruksi.
1b	Pertanyaan dengan informasi yang dibutuhkan disajikan dengan jelas, mengenali informasi yang tidak relevan dan mengabaikannya.
1c	Pertanyaan dengan semua informasi relevan disajikan jelas, menggunakan teks pendek dan mudah dimengerti.

Proses penyelesaian soal PISA diamati secara langsung. Siswa yang memiliki tingkat kecakapan literasi dan komunikasi yang baik dipilih sebagai subjek dengan saran dari guru matematika. Kemudian subjek diwawancara secara mendalam mengenai pengalaman dalam menyelesaikan soal PISA.

Analisis Data

Analisis data penelitian diarahkan dalam menentukan fokus penelitian yaitu kinerja literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal PISA yang ditinjau dari teori pemrosesan informasi. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis proses berpikir dalam literasi matematis, penafsiran data, dan simpulan. Analisis data proses berpikir didasarkan pada teori pemrosesan informasi. Informasi yang diperoleh siswa berupa masalah literasi matematis dalam soal PISA yang diselesaikan, kemudian proses berpikir siswa akan dianalisis berdasarkan komponen teori pemrosesan informasi.

Pemrosesan informasi dimulai dari informasi masuk melalui alat indera. Informasi yang masuk ke rekaman indera tidak mendapat perhatian maka informasi tersebut akan terlupakan, sedangkan informasi yang mendapat perhatian akan ditransfer ke komponen yang lain yaitu memori jangka panjang. Informasi yang terus mengalami pengulangan, maka informasi tersebut akan masuk ke memori jangka panjang. Indikator proses berpikir berdasarkan teori pemrosesan informasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indikator Proses Berpikir Berdasarkan Teori Pemrosesan Informasi (Slavin, 2014)

Komponen Proses Berpikir	Deskripsi	Indikator
Attention	Fokus dengan membaca soal dengan cermat dan teliti terhadap informasi yang diperoleh.	Memilih informasi yang ada dalam soal: • Siswa menuliskan/menyebutkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada soal.
Perception	Pendapat siswa terhadap suatu informasi berupa rencana penyelesaian masalah.	Memilih strategi penyelesaian masalah: • Siswa menulis atau mengungkapkan strategi pemecahan masalah menggunakan pemrosesan informasi.
Retrieval	Proses pengambilan kembali informasi tersimpan dalam LTM yang diperlukan STM untuk memproses informasi.	Memanggil kembali informasi terdahulu: • Siswa menuliskan atau menyebutkan formula dari konsep yang disebutkan atau dituliskan pada rencana penyelesaian masalah.
Rehearsal	Proses pengulangan informasi yang sebelumnya telah diberikan pada soal.	Melakukan pengulangan: • Siswa menuliskan atau menyebutkan kembali strategi yang pernah dituliskan sebelumnya.
Coding	Proses menyimpan informasi tentang pengetahuan yang telah diingat dalam LTM.	Membuat kesimpulan: • Siswa menjelaskan setiap langkah yang diselesaikan dan menyimpulkan hasil penyelesaiannya.

3) RESULTS:

Berdasarkan hasil penyelesaian siswa diketahui bahwa siswa menerima informasi berupa soal PISA dan mengolah informasi tersebut. Data berupa hasil pekerjaan dan wawancara digunakan untuk mengeksplorasi kinerja literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal PISA. Literasi matematis siswa dalam menyelesaikan soal PISA berdasarkan teori pemrosesan informasi diperoleh tiga kategori yaitu siswa pada level literasi 2, level literasi 3, dan level literasi 5. Berdasarkan hasil analisis diperoleh beberapa fenomena pada siswa dengan tiga kategori.

Deskripsi Kinerja Literasi Matematis Siswa Level 2

Kinerja literasi matematis siswa level 2 dalam menyelesaikan soal PISA dianalisis menggunakan komponen teori pemrosesan informasi. Komponen teori pemrosesan informasi yang digunakan meliputi attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding. Subjek MIR hanya mampu menyelesaikan soal sampai pada level 2 dan mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal pada level yang lebih tinggi. Pada soal level 2, MIR melihat dan membaca pertanyaan. Dalam sensory register MIR menyimpan informasi setelah membaca pertanyaan. Kinerja literasi matematis MIR dalam menyelesaikan soal level 2 sesuai teori pemrosesan informasi ditunjukkan pada Gambar 1.

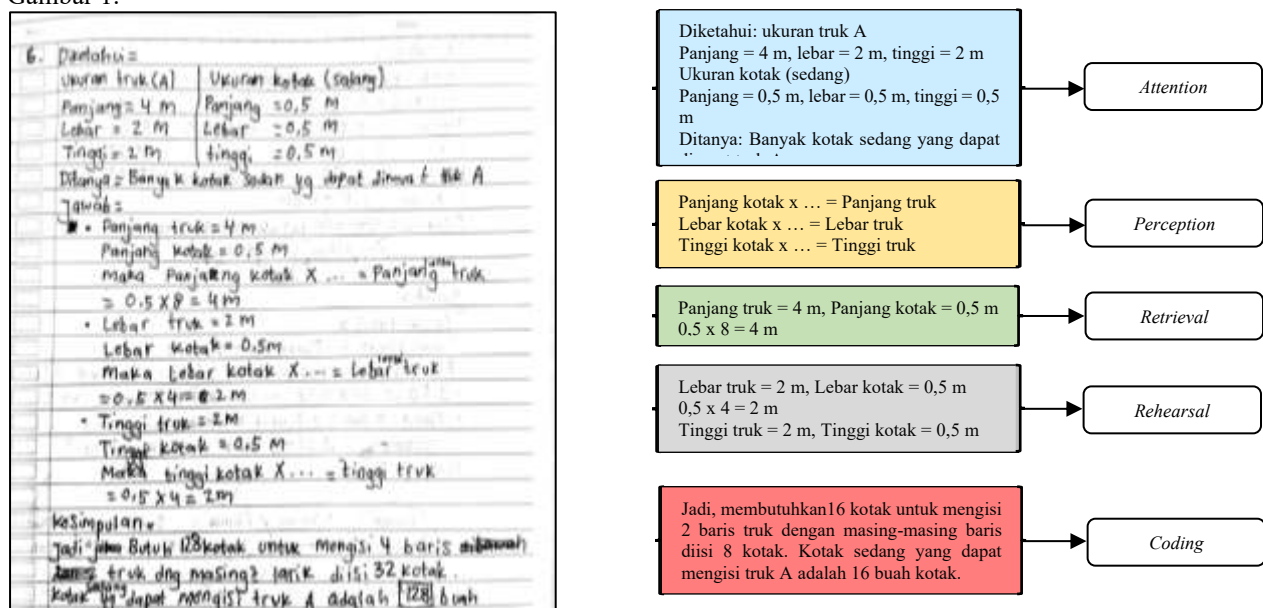


Figure 2 Kinerja literasi matematis MIR pada soal level 2 dalam pemrosesan informasi

Proses berpikir literasi matematis MIR dalam menyelesaikan soal PISA level 2 didukung dengan data wawancara. Adapun hasil wawancara MIR disajikan sebagai berikut.

Peneliti : Apakah Anda mengerti dari pertanyaan pada soal yang Anda baca?
 MIR : Mengerti bu.
 Peneliti : Berdasarkan pertanyaan tersebut, apa yang Anda pahami?

MIR : Diketahui ukuran truk A: panjang = 4 m, lebar = 2 m, tinggi = 2 m. Ukuran kotak sedang: panjang = 0,5 m, lebar = 0,5 m, tinggi = 0,5 m.

Peneliti : Kemudian apa yang ditanyakan pada soal tersebut?

MIR : Banyak kotak sedang yang dapat dimuat truk A.

Peneliti : Bagaimana rencana Anda dalam menyelesaikan soal tersebut?

MIR : Menghitung banyak susunan kotak. Panjang kotak dikali berapa sama dengan panjang lantai truk. Lebar kotak dikali berapa sama dengan lebar lantai truk. Tinggi kotak dikali berapa sama dengan tinggi truk.

Peneliti : Lebih lanjut lagi, apa langkah selanjutnya yang Anda lakukan?

MIR : Menghitung banyak kotak dalam truk. Banyak kotak dalam 1 lapis ada 32 kotak dan tinggi truk ada 4 kotak. Kotak yang dapat mengisi truk adalah 128 kotak.

Peneliti : Hasil pekerjaan yang Anda peroleh dari langkah pertama sampai diperoleh hasilnya, apa kesimpulan yang Anda peroleh?

MIR : Kotak sedang yang dapat mengisi truk A adalah 128 buah kotak.

Proses attention adalah pemusatan pada informasi yang diperoleh dengan menyampaikan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal. MIR memahami bahwa truk yang digunakan untuk pindahan memiliki ukuran panjang 4 meter, lebar 2 meter, dan tinggi 2 meter dan kotak berukuran sedang dengan ukuran panjang 0,5 meter, lebar 0,5 meter, dan tinggi 0,5 meter. Ukuran tersebut ada diketahui dalam soal. Selain itu, soal menanyakan banyak kotak ukuran sedang yang dapat dimuat dalam truk. Perception akan muncul setelah attention, informasi yang diperoleh sebagai strategi yang digunakan untuk menyelesaikan soal dengan benar. MIR menggunakan strategi bekerja mundur dalam menyelesaikan masalah. MIR menyampaikan bahwa hasil perkalian ukuran kotak dengan suatu bilangan diperoleh ukuran truk. Misalnya panjang kotak dikali suatu bilangan sama dengan panjang truk. Retrieval, pengambilan informasi dari LTM lalu ditransfer ke STM untuk diproses. MIR mampu menentukan bilangan pengali ukuran kotak sehingga diperoleh ukuran truk. Namun, MIR mengalami forgotten lost terhadap konsep volume bangun ruang sisi datar sehingga menggunakan konsep perkalian bilangan untuk menyelesaikan masalah. Konsep perkalian bilangan tersimpan secara baik dalam LTM yang memungkinkan memanggil informasi tersebut. Pada proses coding, MIR menjelaskan setiap langkah yang dilakukan dan menyimpulkan hasil penyelesaian. Hasil yang diperoleh MIR adalah 128 kotak. Hal tersebut menunjukkan MIR dapat menyelesaikan soal pada level 2 yang memiliki karakteristik soal menggunakan prosedur dan perhitungan dasar.

MIR mengalami kendala dalam penyelesaian soal literasi level 3. Pada soal level 3, MIR tidak mampu menyelesaikan soal dengan karakteristik yaitu penggunaan model eksplisit. Proses berpikir MIR dalam menyelesaikan soal level 3 ditunjukkan pada Gambar 3.

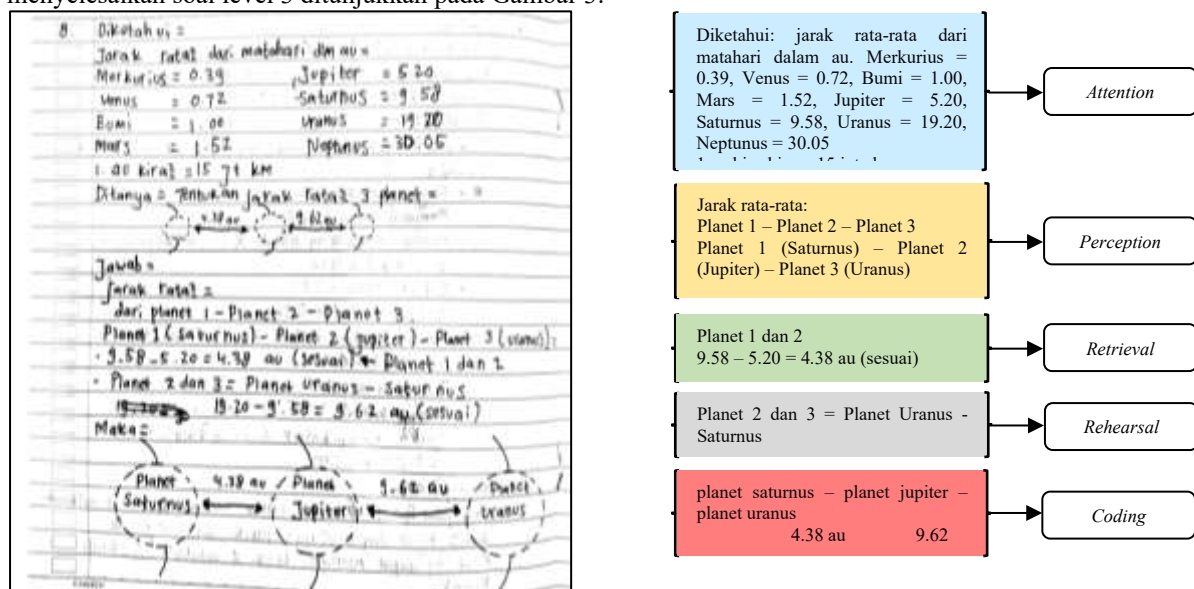


Figure 3 Kinerja literasi matematis MIR pada soal level 3 dalam pemrosesan informasi

Proses berpikir MIR dalam penyelesaian soal level 3 didukung dengan wawancara sebagai berikut.

Peneliti : Berdasarkan pertanyaan tersebut, apa yang Anda pahami?

MIR : Jarak rata-rata planet dari matahari dalam au. 1 au kira-kira sama dengan 15 juta km.

Peneliti : Kemudian apa yang ditanyakan pada soal tersebut?

MIR : Tentukan jarak rata-rata 3 planet.

Peneliti : Bagaimana rencana Anda dalam menyelesaikan soal tersebut?

MIR : Menentukan planet 1 dan planet 2 yang berjarak 4.38 au. Lalu planet 2 dan planet 3 yang berjarak 9.62 au.

Peneliti : Bagaimana cara Anda menentukan planet 1, planet 2, dan planet 3?

- MIR : Langsung pilih planet 1 (Saturnus), planet 2 (Jupiter), dan planet 3 (Uranus).
 Peneliti : Lebih lanjut lagi, mengapa Anda memilih ketiga planet tersebut?
 MIR : Jarak planet Saturnus dikurangi planet Jupiter yaitu 9.58 dikurangi 5.20 sama dengan 4.38 berarti sesuai. Kemudian jarak planet 2 dan planet 3, jarak planet Uranus dikurangi planet Saturnus yaitu 19.20 dikurangi 9.58 sama dengan 9.62 berarti sesuai.
 Peneliti : Berdasarkan hasil yang sudah Anda peroleh. Apa kesimpulan yang Anda peroleh?
 MIR : Urutan 3 planet yaitu planet Saturnus, Planet Jupiter, dan Planet Uranus.
 Peneliti : Apakah urusan planet boleh ditukar?
 MIR : Tidak boleh

Informasi berupa soal level 3 diberikan dan diterima MIR untuk diselesaikan. Informasi masuk ke dalam sensory register yang diterima melalui alat indera. Setelah stimulus masuk ke sensory register muncul attention. Pada attention MIR memilah informasi sehingga mengetahui informasi yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Perception muncul setelah attention, MIR mengungkapkan strategi pemecahan masalah dengan menentukan planet yang memiliki jarak sesuai soal. Dalam proses retrieval, MIR mengambil LTM ke STM. Melalui konsep pengurangan, 9.58 dikurangi 5.20 diperoleh 4.38 yang berarti memenuhi jarak planet 1 dan 2. Proses rehearsal, mengguncakan cara yang sama MIR mengecek planet 2 dan 3 yaitu 19.20 dikurangi 9.58 diperoleh 9.62 berarti memenuhi jarak planet 2 dan 3. Pada tahap coding, penarikan kesimpulan hasil penyelesaian melalui penjelasan setiap langkah yang sudah dilakukan. MIR menentukan bahwa urutan planet dari sebelah kiri ke kanan yaitu planet Saturnus, planet Jupiter, dan planet Uranus. Hal tersebut terjadi karena MIR kurang memahami pertanyaan soal maka solusi yang diperoleh salah. MIR fokus pada jarak antar planet yang memenuhi soal dan tidak memperhatikan urutan planet secara benar. Kendala yang dihadapi MIR pada proses attention yaitu kesulitan dalam memahami masalah dengan karakteristik penggunaan model sehingga terjadi kesalahan pada coding.

Deskripsi Kinerja Literasi Matematis Siswa Level 3

Proses berpikir siswa level 3 dianalisis berdasarkan komponen teori pemrosesan informasi. Komponen teori pemrosesan informasi meliputi attention, preception, retrieval, rehearsal, dan coding. Ketika soal literasi matematis level 3 diberikan, subjek ADE mengamati dan membaca informasi beserta pertanyaan yang diberikan. Kegiatan membaca pertanyaan kemudian menyimpan informasi ke dalam sensory register yang ditangkap melalui alat indera. Proses berpikir ADE dalam menyelesaikan soal level 3 dilihat pada Gambar 4.

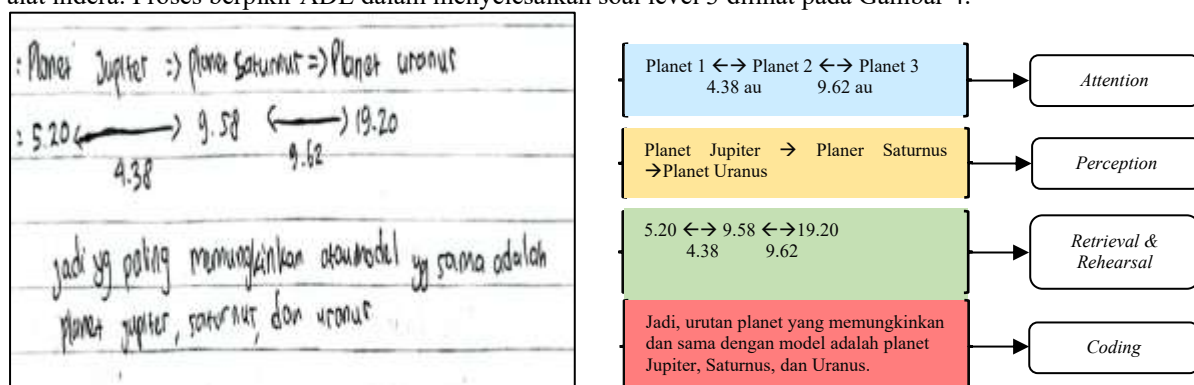


Figure 4 Kinerja literasi matematis ADE pada soal level 3 dalam pemrosesan informasi

Proses berpikir ADE dalam penyelesaian soal literasi matematis ditunjukkan dari hasil wawancara berikut.

- Peneliti : Berdasarkan pertanyaan tersebut, pertanyaan soal terkait dengan apa?
 ADE : Urutan tiga planet.
 Peneliti : Menurut Anda, apa yang diketahui dari pertanyaan tersebut?
 ADE : Jarak planet dari Matahari dalam au. 1 au kira-kira 150 juta kilometer. Model planet yang menunjukkan jarak rata-rata antara tiga planet.
 Peneliti : Kemudian apa yang ditanyakan pada soal tersebut?
 ADE : Tentukan tiga planet dalam urutan yang benar.
 Peneliti : Bagaimana rencana Anda dalam menyelesaikan soal tersebut?
 ADE : Pertama mencari planet yang punya selisih 4,38 au diperoleh planet Jupiter dan Saturnus. Jarak planet Jupiter dikurangi Saturnus hasilnya 4,38 au. Lalu cari planet yang selisihnya 9,62 au diperoleh planet Saturnus dan Uranus.
 Peneliti : Hasil pekerjaan yang Anda peroleh dari langkah pertama sampai diperoleh hasilnya, apa kesimpulan yang Anda peroleh?
 ADE : Jadi, urutan planet yang sesuai model adalah planet Jupiter, Saturnus, dan Uranus.
 Peneliti : Apakah urutan planet boleh ditukar? Jelaskan pendapat Anda.
 ADE : Tidak karena selisih jarak kedua planet akan berbeda dengan soal.

Informasi berupa soal level 3 masuk ke dalam sensory register kemudian muncul attention. Pada attention ADE memilah informasi sehingga mengetahui informasi yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Perception muncul setelah attention, ADE mengungkapkan strategi pemecahan masalah dengan menentukan planet yang memenuhi

jarak sesuai model. Dalam proses retrieval, ADE mengambil LTM ke STM. ADE melakukan pengecekan jarak antarplanet berdasarkan nama planet yang dipilih menggunakan konsep operasi pengurangan. Tahap coding, penarikan kesimpulan hasil penyelesaian melalui penjelasan setiap langkah yang sudah dilakukan. ADE menyimpulkan urutan planet sesuai model yaitu planet Jupiter, Saturnus, dan Uranus. Proses kognitif ADE dalam menyelesaikan soal PISA dengan karakteristik yaitu penggunaan model eksplisit.

Proses berpikir yang dilakukan ADE mengalami kendala dalam menyelesaikan soal literasi level 5. Proses berpikir ADE dalam menyelesaikan soal level 5 ditunjukkan pada Gambar 5.

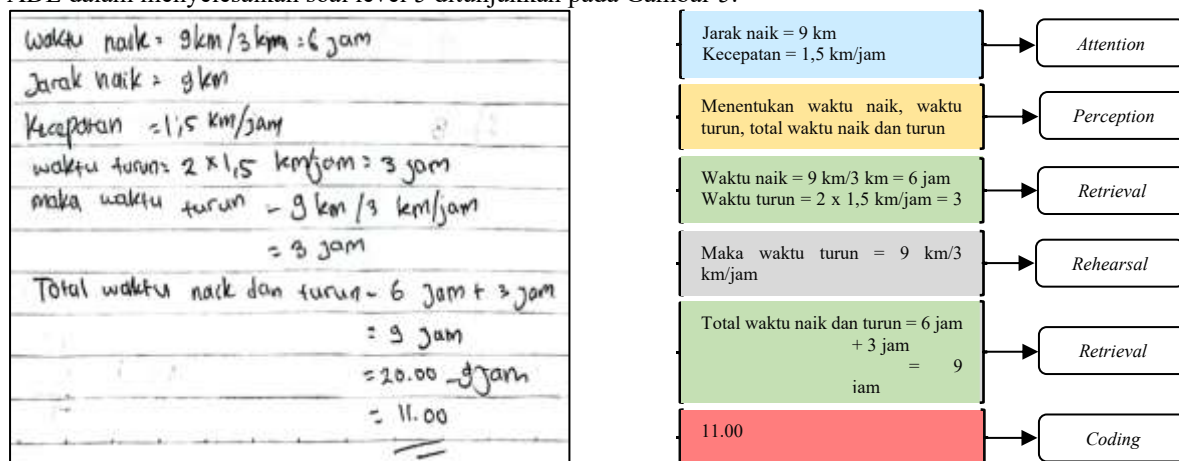


Figure 5 Kinerja literasi matematis ADE pada soal level 5 dalam pemrosesan informasi

Proses berpikir ADE dalam penyelesaian soal level 5 didukung dengan wawancara sebagai berikut.

- Peneliti : Berdasarkan pertanyaan tersebut, apa informasi yang terdapat dalam soal?
ADE : Jarak naik gunung 9 km. Rata-rata kecepatan 1,5 km/jam dan turun gunung dengan kecepatan 2 kali saat mendaki.
- Peneliti : Kemudian apa yang ditanyakan pada soal tersebut?
ADE : Jam berapa selambat-lambatnya Toshi dapat mulai pendakian agar dapat kembali pukul 20.00.
- Peneliti : Bagaimana rencana Anda dalam menyelesaikan soal tersebut?
ADE : Menentukan waktu naik, waktu turun, total waktu naik dan turun.
- Peneliti : Bagaimana cara Anda menentukan waktu naik dan waktu turun?
ADE : Waktu turun sama dengan 9 km dibagi 3 km sama dengan 3 jam. Waktu turun sama dengan 2 dikali 1,5 km/jam sama dengan 3 jam sehingga waktu turun 9 km dibagi 3 km/jam sama dengan 3 jam.
- Peneliti : Lebih lanjut lagi, rumus apa yang Anda gunakan untuk menghitung waktu pendakian?
ADE : Tidak tahu, lupa rumusnya.
- Peneliti : Terdapat dua perhitungan waktu turun, mengapa ada dua perhitungan waktu turun?
ADE : Di soal tertulis turun gunung 2 kali saat mendaki, jadi ditulis 2 kali 1,5 km/jam sama dengan 3 jam. Kemudian dihitung lagi waktu turun 9 km dibagi 3 km/jam sama dengan 3 jam.
- Peneliti : Berdasarkan hasil yang sudah Anda peroleh. Apa kesimpulan yang Anda peroleh?
ADE : Pukul 11.00 memulai mendaki gunung.
- Peneliti : Apakah Anda yakin jawaban tersebut benar?
ADE : Tidak yakin bu.

Proses attention, subjek ADE memahami bahwa jarak naik 9 km dan kecepatan mendaki 1,5 km/jam. ADE belum sepenuhnya memahami informasi dalam soal. Pada proses perception, ADE mengungkapkan strategi pemecahan masalah dengan menentukan waktu naik, waktu turun, dan total waktu mendaki. ADE mengalami kebingungan dalam proses perception atau terjadi gangguan dalam berpikir yaitu masalah yang seharusnya diselesaikan menggunakan konsep kecepatan namun diselesaikan menggunakan operasi bilangan yang terlintas dalam pikiran. Hal ini menunjukkan ADE mengalami forgotten lost pada konsep kecepatan. Dalam proses retrieval, ADE mengambil LTM ke STM. Hasil yang diperoleh waktu naik membutuhkan 6 jam, namun hasil perhitungan yang dilakukan salah. Kebingungan dalam rehearsal muncul dalam penentuan waktu turun yang dihitung sebanyak dua kali dengan perhitungan yang berbeda. Pada coding yang menyatakan kesimpulan hasil dari penjelasan setiap langkah pengerjaan. Hasil penyelesaian diperoleh jawaban pukul 11.00 namun ADE tidak yakin dengan jawaban karena ADE kurang memahami masalah yang diberikan. Kendala yang dihadapi ADE pada proses attention dalam memahami masalah dengan karakteristik yang lebih kompleks dan terjadi gangguan berpikir pada perception berupa forgotten lost pada konsep kecepatan.

Deskripsi Kinerja Literasi Matematis Siswa Level 5

Kinerja literasi matematis siswa level 5 dalam menyelesaikan soal PISA dianalisis menggunakan komponen teori pemrosesan informasi. RVE mengamati dan membaca pertanyaan yang diberikan kemudian menyimpan informasi ke dalam sensory register. Informasi masuk ke dalam sensory register, kemudian terjadi attention yang dilanjutkan proses preception. Proses berpikir RVE dalam menyelesaikan soal level 5 sesuai teori pemrosesan informasi ditunjukkan pada Gambar 6.

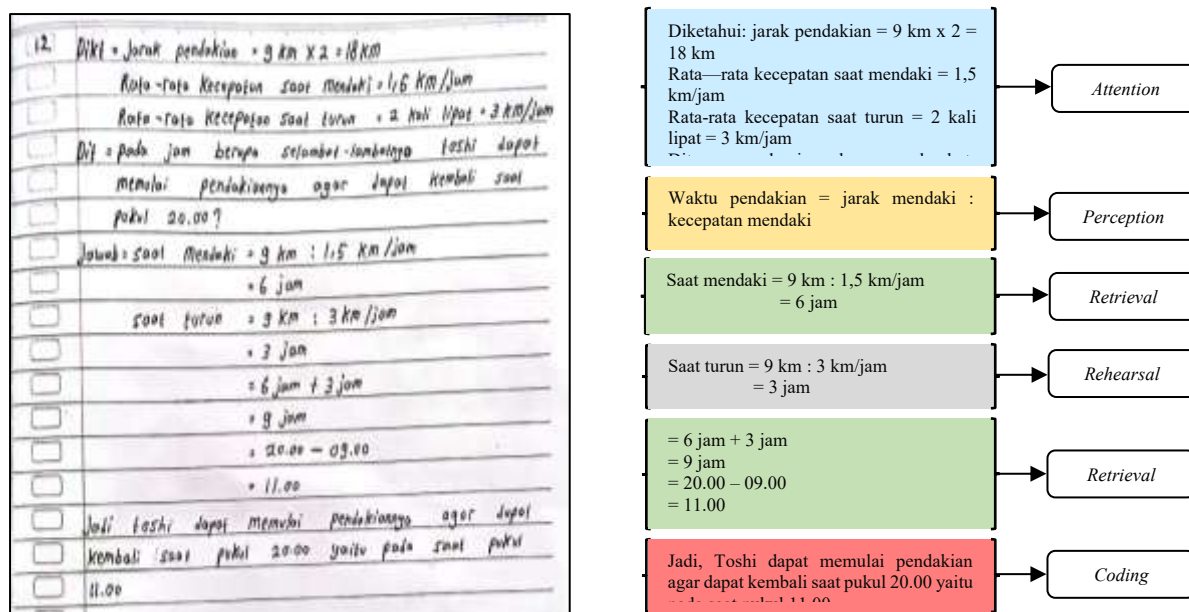


Figure 6 Kinerja literasi matematis RVE pada soal level 5 dalam pemrosesan informasi

Proses berpikir RVE dalam penyelesaian soal level 5 dapat dilihat dari hasil wawancara berikut ini.

- Peneliti : Berdasarkan pertanyaan tersebut, apa yang Anda pahami?
 RVE : Jarak pendakian sejauh 9 km dikali 2 sama dengan 18 km. Rata-rata kecepatan saat mendaki sama dengan 1,5 km/jam. Rata-rata kecepatan saat turun sama dengan 2 kali kecepatan mendaki yaitu 3 km/jam.
 Peneliti : Kemudian apa yang ditanyakan pada soal tersebut?
 RVE : Pada jam berapa selambat-lambatnya Toshi dapat memulai pendakian agar dapat kembali saat pukul 20.00?
 Peneliti : Bagaimana rencana Anda dalam menyelesaikan soal tersebut?
 RVE : Hitung waktu mendaki dan turun menggunakan rumus jarak dibagi kecepatan untuk menghitung waktu mendaki. Menghitung waktu turun juga sama, jarak dibagi kecepatan saat turun.
 Peneliti : Kemudian, apa langkah selanjutnya yang Anda lakukan?
 RVE : Menghitung waktu total pendakian dengan menjumlahkan waktu mendaki dan turun. Lalu setelah memperoleh waktu pendakian, selanjutnya menghitung waktu mulai pendakian yaitu pukul 20.00 dikurangi waktu total pendakian
 Peneliti : Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, apa kesimpulan yang dapat Anda dapatkan?
 RVE : Jadi, Toshi dapat memulai pendakian agar dapat kembali saat pukul 20.00 yaitu pada saat pukul 11.00.

Proses Attention, RVE memahami informasi dan pertanyaan soal. Setelah proses attention kemudian proses preception RVE menyusun strategi penyelesaian masalah berdasarkan konsep rumus kecepatan. Waktu pendakian diperoleh dari jarak mendaki dibagi kecepatan mendaki. Pada proses retrieval, RVE mengambil informasi dari LTM ke STM. Menggunakan konsep rumus kecepatan dan operasi bilangan, waktu saat mendaki dihitung dari jarak mendaki sejauh 9 km dibagi kecepatan mendaki yaitu 1,5 km/jam diperoleh 6 jam. Selanjutnya proses rehearsal menghitung waktu turun menggunakan cara yang sama diperoleh 3 jam. Subjek RVE memproses informasi yang diperoleh dengan menuliskannya. RVE menentukan total waktu pendakian, 6 jam ditambah 3 jam diperoleh 9 jam. RVE menghitung waktu memulai pendakian dengan informasi yang sudah diperoleh yaitu pukul 20.00 dikurangi 9 sama dengan 11.00. Pada proses coding, RVE menjelaskan setiap langkah yang dilakukan dan menyimpulkan hasil penyelesaian. Memori RVE secara efektif menyimpan pengetahuan yang dibutuhkan untuk memproses informasi. Secara keseluruhan, RVE menggunakan konsep dan perhitungan dengan benar. Hal tersebut karena RVE mampu mengingat konsep yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal dan konsep tersebut tersimpan baik dalam LTM sehingga solusi yang diperoleh benar.

4) DISCUSSION

Penelitian ini mengkaji bagaimana siswa penyelesaian soal PISA ditinjau dari teori pemrosesan informasi. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan proses kognitif yang terjadi pada siswa dalam menyelesaikan soal PISA pada level literasi yang berbeda. Proses kognitif dalam literasi matematis selanjutnya dianalisis berdasarkan komponen proses kognitif meliputi attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding. Penyelesaian soal PISA dapat dipelajari dengan menggunakan teori pemrosesan informasi.

Hasil analisis penyelesaian soal pada siswa dengan tingkat literasi matematis level 2 dimulai dengan pemberian informasi berupa soal PISA. Subjek MIR membaca informasi dan kemudian menyimpannya dalam sensory register. Menurut Slavin (2014) sensory register berfungsi menerima sejumlah informasi dari alat indera dan menyimpan dalam waktu yang sangat singkat. Informasi yang sudah diterima kemudian masuk ke proses

attention. MIR memahami informasi dengan menyampaikan apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal. Attention melibatkan pemilihan informasi yang relevan dan tidak relevan untuk diproses (Gurbin, 2015). Pada soal level 2, MIR memahami informasi yang diketahui ukuran truk yang digunakan untuk pindahan dan ukuran kotak sedang. Selain itu, MIR menyampaikan bahwa soal menanyakan tentang banyak kotak berukuran sedang yang dapat dimuat truk.

Proses perception berlangsung setelah attention ditunjukkan dengan MIR mengungkapkan strategi pemecahan masalah yang digunakan. Penggunaan strategi sangat penting dalam pemecahan masalah dalam matematika (Türkmen Dural & Dede, 2024). MIR menggunakan strategi bekerja mundur bahwa hasil perkalian ukuran kotak dengan suatu bilangan diperoleh ukuran truk. Menurut Türkmen Dural & Dede (2024) strategi bekerja mundur merupakan strategi yang paling jarang digunakan. Proses selanjutnya informasi yang diperoleh dari LTM ditransfer ke STM. Pada proses retrieval informasi dipanggil dari LTM dan STM (Gurbin, 2015). Dalam proses pemanggilan informasi, MIR mengalami forgotten lost terhadap konsep volume bangun ruang sisi datar. Forgotten lost merupakan kegagalan memori yang disebabkan gangguan asosiatif dan dorongan pengambilan memori nontarget (Miller, 2021). MIR menggunakan konsep perkalian bilangan yang tersimpan dengan baik dalam LTM sehingga memungkinkan pemanggilan informasi tersebut. MIR mampu melakukan retrieval untuk merespon stimulus dalam STM dan dilanjutkan rehearsal untuk penyelesaian dengan cara yang sama. Pada proses coding, MIR menjelaskan setiap langkah yang dilakukan dan menyimpulkan hasil penyelesaian. Proses kognitif yang terjadi pada MIR dalam menyelesaikan soal literasi level 2 meliputi attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding dengan karakteristik soal menggunakan perhitungan dasar.

Pada penyelesaian soal literasi matematis level 3, subjek MIR mengalami kendala dan tidak mampu menyelesaikan soal dengan karakteristik yang menggunakan model eksplisit. Hasil analisis penyelesaian soal PISA menunjukkan MIR menerima informasi berupa soal level 3 yang diterima alat indera masuk ke sensory register. Proses kognitif terjadi dalam penyelesaian soal yaitu attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding. Dalam proses coding, MIR menarik kesimpulan dari hasil penyelesaian melalui penjelasan setiap langkah yang dilakukan (Gurbin, 2015). Hasil simpulan tentang urutan planet yang memenuhi model yaitu Saturnus, Jupiter, dan Uranus. Simpulan tersebut tidak tepat padahal strategi yang digunakan sudah benar. Hal tersebut dikarenakan MIR kurang memahami pertanyaan soal, terjadi kendala dalam attention. MIR fokus pada pemilihan planet dan tidak memerhatikan urutan planet dengan benar. Kendala proses kognitif dalam penyelesaian soal literasi level 3 terjadi pada proses attention yaitu kesulitan dalam memahami masalah dengan karakteristik soal menggunakan model. Kendala tersebut mengakibatkan terjadi kesalahan pada proses coding.

Secara spesifik penyelesaian soal PISA pada siswa dengan tingkat literasi matematis level 3 dianalisis menggunakan komponen teori pemrosesan informasi. Ketika soal PISA level 3 diberikan, subjek ADE membaca dan memahami soal untuk disimpan dalam sensory register. Setelah informasi diperoleh dari sensory register, pada proses attention ADE mengungkapkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal. ADE memberikan persepsi untuk menentukan strategi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah. Dalam proses retrieval, ADE mengambil informasi dari LTM dan mentransfer ke STM untuk memproses informasi tersebut. ADE melakukan pengecekan jarak planet 1 dan 2 menggunakan konsep pengurangan bilangan. Kemudian proses rehearsal, ADE menggunakan pengulangan konsep untuk mengecek jarak planet 2 dan 3. Proses coding, penarikan simpulan dari hasil penyelesaian. Simpulan diperoleh urutan planet sesuai model yaitu Jupiter, Saturnus, dan Uranus. Proses kognitif terjadi pada ADE dalam menyelesaikan soal literasi level 3 meliputi attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding dengan karakteristik soal menggunakan model eksplisit.

Subjek ADE mengalami kendala dalam menyelesaikan soal literasi level 5. Soal PISA level 5 menyajikan masalah yang lebih kompleks. Informasi diterima alat indera masuk ke sensory register. Dalam proses attention, ADE memahami informasi bahwa jarak naik 9 km dan kecepatan mendaki 1,5 km/jam. Sedangkan informasi yang lain belum sepenuhnya dipahami. Proses perception, ADE mengungkapkan strategi pemecahan masalah dan mengalami kebingungan atau terjadi gangguan dalam berpikir. Gangguan berpikir yang terjadi yaitu masalah yang seharusnya diselesaikan menggunakan konsep kecepatan namun diselesaikan menggunakan konsep yang terlintas dalam pikiran. ADE kebingungan dalam penggunaan konsep dan mengalami forgotten lost pada konsep kecepatan. Menurut Cheng (2016) faktor lupa dari apa yang dipelajari siswa atau ingatan yang buruk dapat menghambat pembelajaran siswa dalam menyelesaikan masalah. Kemudian proses retrieval pengambilan informasi dilanjutkan rehearsal. Pada proses rehearsal terjadi pengulangan penentuan waktu turun dengan perhitungan yang berbeda yang mengakibatkan kesalahan dalam rehearsal. Menurut Nur et al. (2024) kesalahan yang dialami siswa terjadi karena kesamaan dalam dua struktur masalah. Hal tersebut didukung pendapat Lu et al. (2024) bahwa gangguan penyimpanan pada memori jika kedua tugas berbagi fitur dalam domain yang sama. Proses coding memuat kesimpulan dan penjelasan dalam pengerjaan diperoleh hasil 11.00, namun ADE tidak yakin dengan jawaban tersebut karena kurang pemahaman terhadap soal yang diberikan. Proses kognitif dalam penyelesaian soal literasi level 5 meliputi attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding. Proses kognitif tersebut mengalami kendala pada proses attention, perception, rehearsal, dan coding. Pada proses attention yaitu ADE kesulitan memahami masalah dengan karakteristik soal yang lebih kompleks, pada proses perception terjadi gangguan berpikir berupa forgotten lost pada konsep kecepatan, dan kesalahan rehearsal yaitu terjadi pengulangan penentuan jawaban dengan perhitungan yang berbeda. Kendala tersebut juga mengakibatkan ketidakpahaman dalam proses coding.

Penyelesaian soal PISA pada siswa dengan tingkat literasi matematis level 5 dianalisis menggunakan komponen teori pemrosesan informasi. Proses kognitif dimulai dengan subjek RVE membaca dan memahami soal untuk

disimpan dalam sensory register. Sensory register memiliki implikasi penting, seseorang harus memerhatikan informasi jika ingin mengingatnya (Slavin, 2014). Informasi tersebut masuk ke proses attention, RVE mengungkapkan informasi yang diketahui dan pertanyaan dalam soal. Selanjutnya proses perception, RVE menyusun strategi penyelesaian berdasarkan konsep rumus kecepatan untuk menentukan waktu pendakian. Proses retrieval, pengambilan informasi dari LTM ke STM kemudian rehearsal menghitung waktu turun menggunakan konsep yang sama. Terakhir pada proses coding, RVE dapat menyimpulkan penyelesaian masalah berdasarkan setiap langkah penyelesaian. Memori RVE secara efektif menyimpan pengetahuan yang dibutuhkan dalam pemrosesan informasi. Hal tersebut karena RVE mampu mengingat konsep yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal dan konsep tersebut tersimpan baik dalam LTM sehingga solusi yang diperoleh benar. Proses kognitif terjadi pada RVE dengan karakteristik soal yang kompleks meliputi attention, perception, retrieval, rehearsal, dan coding.

5) CONCLUSION

Berdasarkan analisis data dapat disimpulkan bahwa proses berpikir yang dilakukan siswa berbeda dalam menyelesaikan soal PISA berdasarkan tingkat kecakapan literasi. Proses kognitif siswa terjadi di semua level, namun dengan karakteristik soal yang berbeda. Siswa pada level 2 menunjukkan proses kognitif terjadi pada soal dengan karakteristik menggunakan perhitungan dasar. Kendala proses kognitif yang dialami siswa terjadi pada proses attention yaitu kesulitan dalam memahami masalah dengan karakteristik soal menggunakan model yang mengakibatkan kesalahan pada proses coding. Siswa level 3 menunjukkan proses kognitif terjadi pada soal dengan karakteristik penggunaan model eksplisit. Kendala proses kognitif yaitu pada proses attention, siswa kesulitan memahami masalah dengan karakteristik soal yang kompleks, pada proses perception terjadi gangguan berpikir berupa forgotten lost dalam menggunakan konsep, dan kesalahan rehearsal, terjadi pengulangan jawaban dengan perhitungan yang berbeda sehingga mengakibatkan ketidakpahaman dalam proses coding. Siswa pada level 5 menunjukkan proses kognitif terjadi pada soal dengan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi. Memori siswa secara efektif menyimpan pengetahuan yang dibutuhkan dalam pemrosesan informasi sehingga siswa mampu mengingat konsep dengan baik.

Temuan dari penelitian ini memberikan implikasi praktis bagi praktik pembelajaran di kelas. Guru dapat merancang kegiatan yang memfasilitasi siswa dengan kemampuan kognitif beragam melalui pembelajaran kolaboratif. Pembelajaran kolaboratif digunakan untuk menjembatani perbedaan tersebut, mendorong interaksi dan dukungan antar siswa.

6) Acknowledgement

The authors sincerely would like to thank Centre for Higher Education Funding (BPPT) and Indonesia Endowment fund for Education (LPDP) from the Ministry of Finance Republic Indonesia for granting the scholarship and supporting this research and all the participants involved in this study.

REFERENCES:

1. Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). *Human Memory: A Proposed System and Its Control Processes*. Stanford University.
2. Berg, D. H. (2008). Working memory and arithmetic calculation in children: The contributory roles of processing speed, short-term memory, and reading. *Journal of Experimental Child Psychology*, 99(4), 288–308. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2007.12.002>
3. Boeren, E. (2019). Understanding Sustainable Development Goal (SDG) 4 on “quality education” from micro, meso and macro perspectives. *International Review of Education*, 65(2), 277–294. <https://doi.org/10.1007/s11159-019-09772-7>
4. Cheng, V. M. Y. (2016). Understanding and enhancing personal transfer of creative learning. *Thinking Skills and Creativity*, 22, 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2016.09.001>
5. Conway, M. A., & Howe, M. L. (2022). On the nature of human memory. In *Memory* (Vol. 30, Issue 1, p. 1). Routledge. <https://doi.org/10.1080/09658211.2021.1931738>
6. Creswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research-Design: Choosing Among Five Approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
7. Ferreira, A. I., Almeida, L. S., & Prieto, G. (2011). The role of processes and contents in human memory: An item response theory approach. *Journal of Cognitive Psychology*, 23(7), 873–885. <https://doi.org/10.1080/20445911.2011.584692>
8. Getenet, S., & Getnet, H. (2023). Investigating the use of the National Assessment Program – Literacy and Numeracy (NAPLAN) test results. *Studies in Educational Evaluation*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2023.101277>
9. Gurbin, T. (2015). Enlivening the machinist perspective: Humanising the information processing theory with social and cultural influences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 2331–2338. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.263>
10. Hirschfeld-Cotton, K. (2008). Mathematical communication, conceptual understanding, and students’ attitudes toward mathematics. *Action Research Projects*.

11. Hulme, C., & Dalloz, P. (1995). Mathematical and Connectionist Models of Human Memory: A Comparison. In *Memory* (Vol. 3, Issue 2). <https://doi.org/10.1080/09658219508258962>
12. Lee Swanson, H., Arizmendi, G. D., & Li, J. T. (2021). Working memory growth predicts mathematical problem-solving growth among emergent bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 201, 104988. <https://doi.org/10.1016/J.JECP.2020.104988>
13. Lu, R., Li, Z., Yan, C., Wang, T., & Li, Z. (2024). Storage interference in working memory cannot be removed by attention. *Journal of Memory and Language*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2024.104498>
14. Mevarech, Z. R., & Fan, L. (2018). *Cognition, Metacognition, and Mathematics Literacy* (pp. 261–278). Cham Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_12
15. Miller, R. R. (2021). Failures of memory and the fate of forgotten memories. *Neurobiology of Learning and Memory*, 181, 107426. <https://doi.org/10.1016/J.NLM.2021.107426>
16. Nor Bin Bakar, M. (2015). The Process of Thinking among Junior High School Students in Solving HOTS Question. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 4(3), 138–145.
17. Nur, I. M., Sa'dijah, C., Irawati, S., & Subanji. (2024). Student's thinking process in solving proportions based on information processing theory. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 14(2). <https://doi.org/10.47750/pegegog.14.02.25>
18. OECD. (2018). *PISA 2022: mathematics framework OECD*.
19. OECD. (2023a). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>
20. OECD. (2023b). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
21. Phu Loc, N., Huu Tong, D., & Khuong Duy, V. (2019). Using the Information Processing Theory into Teaching Mathematics: A Case Study of “Vector” Concept. *Article in International Journal of Scientific & Technology Research*, 8. www.ijstr.org
22. Qi, Y., Chen, Y., Yu, X., Yang, X., He, X., & Ma, X. (2024). The relationships among working memory, inhibitory control, and mathematical skills in primary school children: Analogical reasoning matters. *Cognitive Development*, 70, 101437. <https://doi.org/10.1016/J.COGEDEV.2024.101437>
23. Schoenfeld, A. H. (2016). *Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics (Reprint)*. *Journal of Education*, 196(2), 1. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/002205741619600202>
24. Slavin, R. E. . (2014). *Educational psychology : theory and practice* (Tenth Editions). Pearson.
25. Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 471–491. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.471>
26. Türkmen Dural, S., & Dede, Y. (2024). Problem solving strategies used in mathematics textbooks for Turkish middle schools. *Asian Education and Development Studies*, 13(5), 444–459. <https://doi.org/10.1108/AEDS-02-2024-0050>
27. UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals : learning objectives*. UNESCO.
28. Walle, J. A. Van de. (2007). *Elementary and middle school mathematics: teaching developmentally* (Sixth Edition). Pearson Education, Inc.
29. Wang, L., & Carr, M. (2020). Understanding the relationship between spatial ability and mathematics achievement through the lens of information processing theory. *North American Journal of Psychology*, 173–192. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20223.15524>
30. Yen, M. H., Han, C. C., Yu, P. C., Yang, T. H., Didino, D., Butterworth, B., & Yen, N. S. (2017). The influence of memory updating and number sense on junior high school math attainment. *Learning and Individual Differences*, 54, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.01.012>