

LAPISAN PEMAHAMAN SISWA SEKOLAH DASAR DALAM MENYELESAIKAN MASALAH LITERASI BERDASARKAN KONTEKS SIDOARJO

Ifia Nur Ayuningtyas¹, Mohammad Faizal Amir*², Mahardika Darmawan Kusuma Wardana³
^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Keywords:

Layers of understanding
Pirie-Kieren theory
Math literacy
Sidoarjo context

ABSTRACT

Kesulitan siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan soal-soal literasi disebabkan oleh kurangnya pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika. Penggunaan konteks daerah tertentu dalam soal literasi penting dilakukan untuk menganalisis lapisan pemahaman siswa SD secara lebih mendalam. Berdasarkan teori Pirie-Kieren, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lapisan pemahaman siswa sekolah dasar dalam memecahkan masalah literasi dalam konteks Sidoarjo. Teori ini terdiri dari delapan lapisan pemahaman: *primitive knowing, image making, image having, property noticing, formalising, observing, structuring, dan inventising*. Pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus digunakan sebagai metode penelitian. Partisipan penelitian adalah 26 siswa sekolah dasar kelas lima. Penentuan subjek penelitian dilakukan dengan teknik purposive. Dalam hal ini, penekanan penentuan subjek diambil dari tiga kategori pemahaman dengan masing-masing satu siswa pada kategori rendah, sedang, dan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan pemahaman siswa sekolah dasar berada pada lapisan tertinggi, yaitu mengamati. Selain itu, masalah literasi dalam konteks Sidoarjo dapat menstimulasi pemahaman siswa secara berlebihan. Dalam pembelajaran sebaiknya dipergunakan konteks Sidoarjo. Rekomendasi penelitian di masa depan disarankan untuk menggunakan konteks daerah sebagai latar belakang masalah literasi dalam pembelajaran atau pemecahan masalah; hal ini diperlukan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan lapisan pemahaman ke tingkat yang lebih tinggi.

Corresponding Author:

Mohammad Faizal Amir,
Pendidikan Guru Sekolah Dasar,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo,
Jl. Raya Lebo No.4, Wonoayu, Sidoarjo, Jawa Timur 61261, Indonesia.
Email: faizal.amir@umsida.ac.id

1. INTRODUCTION

Literasi matematika merupakan salah satu indikator dari Standar Pendidikan Internasional dan tujuan dari PISA (*Programme for International Student Assessment*) (Holenstein et al., 2021). Literasi matematika dipandang sebagai kemampuan siswa untuk memahami dan memecahkan masalah matematika dalam berbagai situasi dalam kehidupan sehari-hari (OECD, 2019). Sementara itu, banyak ahli menguraikan pentingnya literasi matematika. Wagner (2011), Holenstein et al. (2021), dan Kusuma et al. (2023) menjelaskan pentingnya literasi matematika sebagai inti dari pembelajaran matematika sehingga siswa tidak hanya memahami ide-ide matematika, tetapi juga terbantu untuk mengidentifikasi peran matematika dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, Genc dan Erbas (2019) menjelaskan bahwa literasi matematika memegang peranan penting dalam proses pembelajaran di dunia pendidikan di masa depan agar siswa terbantu untuk memahami penggunaan matematika dan

mengambil keputusan yang tepat. Stacey et al. (2015) menjelaskan pentingnya literasi matematika agar siswa memiliki kemampuan merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan yang memadai. Secara lebih mendalam, merumuskan agar siswa dapat mengenali dan mengidentifikasi masalah yang menerapkan matematika untuk penyelesaiannya. Menerapkan agar siswa dapat menerapkan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran matematika yang terbentuk untuk diselesaikan secara matematis. Menafsirkan agar siswa dapat menginterpretasikan hasil akhir, solusi, atau kesimpulan matematika dalam kehidupan nyata.

Berdasarkan hasil survei dari PISA 2018, kinerja siswa dalam menyelesaikan soal literasi matematika di Indonesia masih tergolong rendah. Indonesia berada di urutan ke-74 dari 79 negara dengan kemampuan literasi yang rendah, terlihat dari skor yang diperoleh sebesar 371 poin, masih jauh dari skor rata-rata PISA internasional sebesar 487 poin (OECD, 2019). Kesulitan ini disebabkan oleh kurangnya kemampuan untuk memahami konsep matematika dan tidak menggunakan konteks nyata untuk memecahkan masalah matematika (Celik, 2019; Kolar & Hodnik, 2021). Sehingga dapat dikatakan bahwa pemahaman siswa terhadap literasi matematika masih rendah. Ketidakmampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal literasi menunjukkan pemahaman mereka terhadap materi belum tersampaikan dengan baik.

Salah satu faktor penting yang mendukung pemecahan masalah literasi matematika adalah pemahaman. Hal ini dikarenakan siswa akan berpikir secara sistematis untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Gülkılıka et al., 2015; Posicelskaya et al., 2023). Baumert et al. (2012) juga menjelaskan bahwa pemahaman merupakan bagian dari literasi matematika, sehingga pemahaman juga memiliki peran penting dalam menyelesaikan masalah literasi. Selain itu, di NCTM (2000), dapat diartikan bahwa memahami matematika secara aktif akan membangun pengetahuan baru yang bermakna dari pengalaman dan pengetahuan sebelumnya dalam berbagai konteks. Kehadiran konteks mendukung siswa dalam mengembangkan pemahaman literasi matematika.

Penggunaan konteks nyata diperlukan untuk memfasilitasi siswa dalam memecahkan masalah literasi matematika. Konteks nyata penting dalam menghubungkan masalah literasi matematika dengan pengalaman kehidupan nyata (Berisha & Bytyqi, 2020). Clair (2018) menyarankan agar menggunakan konteks nyata yang dekat dengan siswa. Yaro et al. (2020) menjelaskan bahwa kehadiran konteks nyata dapat menarik perhatian siswa pada aktivitas berpikir yang terlibat. Menggunakan konteks nyata dalam literasi matematika dapat memberikan pemahaman tentang konsep dan makna sebenarnya dari konsep matematika (Umbara & Suryadi, 2019). Pemahaman yang kuat merupakan hal yang penting dan mempengaruhi kualitas pemahaman siswa di tingkat pendidikan (Rahayuningsih et al., 2022). Pemahaman adalah proses pertumbuhan yang komprehensif, dinamis, berkesinambungan, dan non-linear (Pirie & Kieren, 1994).

Lapisan pemahaman sangat penting untuk mengukur tingkat pemahaman siswa dalam belajar dan berpikir (Suidayati et al., 2019). Teori Pirie-Kieren dianggap tepat untuk menganalisis pemahaman literasi matematika siswa karena memiliki perspektif yang terstruktur dengan baik tentang pemahaman matematika (Martin, 2008). Teori Pirie-Kieren memiliki delapan lapisan untuk mengukur tingkat pemahaman siswa dalam belajar dan berpikir. Delapan lapisan tersebut adalah *primitive knowing*, *image making*, *image having*, *property noticing*, *formalising*, *observing*, *structuring*, dan *investising*. Keistimewaan dari teori Pirie-Kieren adalah adanya lapisan-lapisan pemahaman dan beberapa komponen penyusun dalam setiap lapisan serta adanya *folding back*, yaitu kegiatan kembali ke lapisan terdalam ketika mengalami hambatan dalam menyelesaikan masalah di lapisan terluar.

Namun, masih ada kekurangan bukti mengenai bagaimana lapisan pemahaman terbentuk dalam menyelesaikan literasi matematika menggunakan konteks kehidupan nyata. Hal ini dikarenakan beberapa peneliti hanya memberikan hasil penelitian dalam satu dekade

terakhir mengenai penggunaan konteks nyata untuk memecahkan masalah literasi matematika (Efriani et al., 2019; Kholid & Nissa, 2022; Susanta et al., 2023). Efriani et al. (2019) menggunakan konteks berlayar di Asian Games sebagai latar soal literasi matematika. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Kholid & Nissa (2022) menggunakan konteks nyata yang berkaitan dengan kota-kota di Papua untuk memecahkan masalah literasi matematika. Penelitian dari Susanta et al. (2023) menggunakan konteks lokal kota Bengkulu yang akrab dengan kehidupan sehari-hari. Dari beberapa penelitian, beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan konteks kehidupan nyata, seperti olahraga dan konteks lokal. Konteks nyata juga penting karena dapat memberikan strategi bagi siswa untuk menyelesaikan literasi matematika.

Hasil penelitian dan kajian literatur sebelumnya menunjukkan bahwa konteks nyata diperlukan untuk menyelesaikan literasi matematika dan meningkatkan pemahaman. Dalam hal ini, peningkatan pemahaman berarti siswa lebih mudah memahami makna literasi matematika atau lebih cepat dan berhasil menyelesaikan literasi matematika yang memiliki konteks nyata (Rojas & Benakli, 2020; Kolar & Hodnik, 2021; Susanta et al., 2023; Rusdiana et al., 2023). Rojas & Benakli (2020) mengatakan bahwa masalah literasi matematika dengan berbagai konteks nyata dapat membantu siswa untuk membangun pemahaman siswa. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kolar & Hodnik (2021) menjelaskan bahwa siswa lebih berhasil dalam memecahkan masalah literasi matematika dengan menggunakan konteks nyata. Susanta et al. (2023) menemukan konteks nyata berupa rumah adat dan pariwisata di daerah siswa, sehingga memudahkan siswa untuk memahami dan memecahkan masalah. Rusdiana et al. (2023) menyatakan bahwa pemecahan masalah literasi yang memiliki konteks nyata dengan menyajikan masalah yang berlatar tempat tinggal siswa membuat siswa lebih cepat menyelesaikan masalah.

Oleh karena itu, menghadirkan konteks nyata dalam menyelesaikan masalah literasi matematika untuk siswa diperlukan untuk membantu siswa memahami masalah sehingga mereka dapat berhasil menyelesaikannya. Penelitian ini menggunakan konteks Sidoarjo untuk menyajikan masalah literasi matematika. Konteks Sidoarjo digunakan karena merupakan daerah tempat tinggal siswa, sehingga dikenal sebagai lingkungan dunia nyata. Selain itu, Sidoarjo merupakan kota yang kaya akan budaya dan kearifan lokal (Manoy & Purbaningrum, 2021). Hal ini menunjukkan pentingnya konteks Sidoarjo terhadap literasi matematika dalam meningkatkan pemahaman. Selain itu, belum ada penelitian yang dapat menjawab bagaimana lapisan pemahaman siswa digunakan dalam memecahkan masalah literasi matematika. Penelitian ini berfokus pada lapisan pemahaman siswa dalam menyelesaikan soal literasi matematika dengan menggunakan konteks Sidoarjo. Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk mengeksplorasi karakteristik tingkat pemahaman yang digunakan siswa sekolah dasar dalam memecahkan masalah literasi matematika berdasarkan konteks kota Sidoarjo.

2. METHOD

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian kualitatif menggunakan data deskriptif dari kata-kata lisan atau tertulis dari orang-orang dan pelaku yang dapat diamati. Sementara itu, pendekatan studi kasus adalah strategi investigasi yang mengeksplorasi sebuah program, proses, peristiwa, dan aktivitas secara mendalam (Creswell, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pemahaman siswa sekolah dasar dalam memecahkan masalah literasi matematika pada konteks Sidoarjo ditinjau dari teori Pirie-Kieren.

26 siswa dalam penelitian ini adalah siswa kelas lima sekolah dasar di SD Muhammadiyah 2 Sidoarjo. Siswa yang terlibat ditentukan melalui teknik purposive sampling dengan pertimbangan tertentu (Creswell, 2012). Dalam penelitian ini, siswa kelas lima dipilih karena adanya bukti empiris dari penelitian sebelumnya, misalnya Chen et al. (2015),

Brezovszky et al. (2019), and Apsari et al. (2020) telah mengkonfirmasi bahwa siswa kelas lima memiliki pemahaman dalam memecahkan masalah pola bilangan. Selain itu, mereka telah menerima pembelajaran tentang pola bilangan, sehingga mereka dianggap memiliki pengetahuan yang cukup.

Pemilihan subjek untuk mewakili eksplorasi lapisan pemahaman siswa dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, pekerjaan siswa dinilai dengan menggunakan rubrik penilaian berdasarkan karakteristik aktivitas dalam memecahkan masalah literasi yang disintesis dari Rahayuningsih et al. (2022) dan Susanta et al. (2023), yaitu strategi solusi terstruktur, penggunaan bahasa siswa dan keterampilan operasi simbolik, dan representasi. Rubrik penilaian dan penjelasan dari setiap karakteristik, indikator, dan skala yang digunakan disajikan dalam Tabel 1. Kedua, mengelompokkan siswa ke dalam tiga kategori pemahaman dalam menyelesaikan soal literasi matematika yang diadaptasi dari Rahayuningsih et al. (2022): rendah, sedang, dan tinggi. Ketiga, memilih masing-masing satu subjek pada kategori rendah, sedang, dan tinggi untuk mewakili lapisan pemahaman siswa dalam menyelesaikan soal literasi matematika. Pemilihan satu subjek didasarkan pada Creswell (2012) berpendapat bahwa penelitian kualitatif yang bersifat naratif yang menggambarkan pengalaman seseorang dapat dilakukan hanya pada satu individu. Dalam penelitian ini, agar subjek yang dipilih dapat mewakili lapisan pemahaman siswa pada setiap kategori, maka dipilih satu subjek dengan menyesuaikan karakteristik masing-masing kategori. Pada kategori rendah, siswa yang dipilih sebagai subjek adalah siswa dengan nilai terendah. Pada kategori sedang, siswa yang dipilih sebagai subjek adalah siswa yang memiliki nilai tengah. Pada kategori tinggi, siswa yang dipilih sebagai subjek adalah siswa yang memiliki nilai tertinggi.

Tabel 1. Rubrik penilaian

Karakteristik	Indikator	Skala Penilaian		
		1	2	3
Strategi penyelesaian terstruktur	Menerapkan pemahaman matematika dengan berbagai cara, strategi melalui berbagai prosedur, dan penyelesaian secara terstruktur.	Tidak menerapkan pemahaman dan strategi matematika dalam memecahkan masalah.	Menerapkan pemahaman matematika dengan berbagai cara dan strategi dalam prosedur, serta memecahkan masalah secara terstruktur.	Menerapkan pemahaman matematika dengan berbagai cara dan strategi dalam prosedur, serta memecahkan masalah secara terstruktur.
Penggunaan bahasa dan keterampilan operasi simbolik	Menggunakan konsep pola bilangan dengan benar, menggunakan angka/symbol matematika dengan benar, dan menjawab dengan runtut dan jelas.	Tidak menggunakan konsep pola bilangan, dan tidak menjawab dengan jelas dan runtut.	Menggunakan konsep pola bilangan yang tepat dan penggunaan angka atau simbol yang benar. Namun, menjawab soal dengan tidak jelas.	Menggunakan konsep pola bilangan yang tepat, menggunakan angka atau simbol dengan benar, dan menjawab dengan jelas dan runtut.
Representasi	Menghubungkan berbagai bentuk representasi dalam bentuk gambar atau angka untuk memecahkan masalah.	Tidak menghubungkan representasi dalam bentuk gambar atau angka.	Menghubungkan representasi dalam bentuk gambar atau angka, tetapi tidak tepat.	Menghubungkan representasi dalam bentuk gambar atau angka dengan tepat.

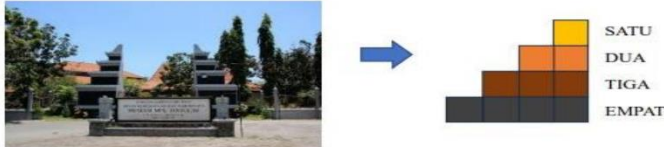
Instrumen penelitian menggunakan tes dan wawancara semi-terstruktur. Tes terdiri dari satu soal literasi matematika yang digunakan untuk mengetahui karakteristik pemahaman siswa menurut teori Pirie-Kieren. Soal tersebut dibuat dalam konteks Sidoarjo. Konteks yang

dimaksud adalah tempat bersejarah, yaitu Mpu Tantular. Selanjutnya, wawancara semi-terstruktur dilakukan pada setiap subjek sebagai informasi tambahan bagi peneliti. Sementara itu, butir-butir pertanyaan pedoman wawancara mengenai: (1) Bagaimana cara kamu menyelesaikan soal ini?; (2) Apa yang kamu pikirkan pada langkah penyelesaian ini?; (3) Jelaskan hubungan antara langkah penyelesaian saat ini dengan langkah penyelesaian sebelumnya!". Oleh karena itu, beberapa pertanyaan dalam wawancara dilakukan sesuai dengan pedoman, dan pertanyaan akan dikembangkan sesuai dengan hasil penyelesaian masalah literasi matematika masing-masing subjek. Instrumen tes yang telah diterjemahkan ke dalam bahasa Inggris ditunjukkan pada Gambar 1. Sementara itu, indikator lapisan pemahaman teori Pirie-Kieren disajikan pada Tabel 2.

Bacalah dan Selesaikan Pertanyaan Berikut dengan Saksama!

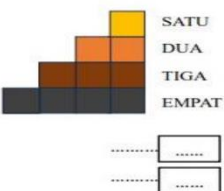
Mpu Tantular

Mpu tantular adalah sebuah museum yang terletak di kecamatan Buduran, Sidoarjo, Jawa Timur. Museum ini didirikan oleh Godfried von Faber pada tahun 1933 dan diresmikan pada tanggal 25 Juli 1937. Museum ini banyak menyimpan peninggalan sejarah sehingga siapa saja boleh mengunjunginya. Di pintu gerbang Mpu Tantular, terdapat pagar tinggi yang didesain berbentuk seperti berundak-undak, dan besarnya berbeda-beda, seperti yang terlihat pada gambar.

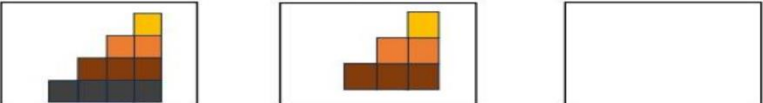


Gambar diatas menunjukkan ilustrasi dari pagar tersebut, dari atas baris pertama memiliki satu persegi. Baris ke-2 terdiri dari 3 persegi, dan baris ke-3 terdiri dari 6 persegi. Berdasarkan informasi tersebut, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

a. Gambarlah ilustrasi pagar di samping hingga bari ke-5 dan ke-6 ke bawah (lanjutkan gambar yang telah dibuat sebelumnya).



b. Hitung dan lengkapilah gambar dibawah ini!



c. Tentukan jumlah persegi pada baris ke-5 sampai ke-6 berdasarkan gambar (A) !, kemudian tentukan berapa jumlah persegi yang dibutuhkan untuk baris ke-7?

Baris ke-	Jumlah Persegi
Ke-2	3
Ke-3
Ke-4
Ke-5
Ke-6
Ke-7

d. Tentukan jumlah persegi pada baris ke-1 sampai ke-7 dengan menggunakan pola pada tabel berikut!

Baris ke-	Perhitungan	Jumlah Persegi
Ke-1	1	1
Ke-2	1+2	.....
Ke-3	.....	6
Ke-4	.....	.....
Ke-5	.....	.....
Ke-6	.....	21
Ke-7	.....	.....

e. Tentukan bilangan yang tepat sesuai pola bilangan yang diberikan!

Gambar 1. Instrumen tes

Tabel 2. Indikator lapisan pemahaman teori Pirie-Kieren

Lapisan Pemahaman	Indikator
<i>Primitive Knowing</i>	<ul style="list-style-type: none">- Memiliki pemahaman visual tentang pola bilangan.- Mengidentifikasi pemahaman awal tentang pola bilangan.
<i>Image Making</i>	<ul style="list-style-type: none">- Memiliki ide untuk memecahkan masalah .- Menghubungkan item pola menggunakan angka dan gambar.- Membuat gambar ilustrasi pagar selanjutnya dengan benar.
<i>Image Having</i>	<ul style="list-style-type: none">- Melanjutkan gambar pola tanpa terlibat dalam aktivitas tertentu seperti memberikan simbol.- Mengaitkan konsep pola secara visual dengan tepat.
<i>Property Noticing</i>	<ul style="list-style-type: none">- Menentukan karakteristik dari suatu pola bilangan.- Menunjukkan keterkaitan pada item-item pola .
<i>Formalising</i>	<ul style="list-style-type: none">- Menyatakan konsep bilangan sesuai dengan sifat-sifat yang ada .- Menemukan konsep pola bilangan yang ditemukan sendiri untuk menyelesaikan masalah yang diberikan .
<i>Observing</i>	<ul style="list-style-type: none">- Memperhatikan pola sebelumnya untuk menyelesaikan masalah yang diberikan .- Menggunakan pola untuk membentuk persamaan khusus yang mempresentasikan pada pola-pola yang ada.
<i>Structuring</i>	<ul style="list-style-type: none">- Menangkap suatu pola dari pengamatan yang telah dilakukan .- Menemukan konsep pola bilangan dan mengaitkannya dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan .
<i>Inventising</i>	<ul style="list-style-type: none">- Menciptakan konsep baru sebagai hasil dari pemahaman terkait pola bilangan .- Memiliki pemahaman lengkap dan terstruktur terkait pola, serta menyelesaikan soal-soal yang telah diberikan dengan benar .

Teknik pengumpulan data menggunakan pemilihan subjek berdasarkan indikator komponen aktivitas literasi matematika yang telah ditentukan dan wawancara semi-terstruktur. Tahapan dan teknik analisis mengacu pada prosedur Creswell (2012), yang meliputi: 1) mereduksi data, yaitu menyeleksi data dengan cara menelaah hasil pekerjaan subjek yang akan dianalisis sesuai dengan teori pemahaman Pirie-Kieren, 2) pemaparan atau penyajian data, yaitu dengan cara membaca seluruh data yang disajikan berdasarkan analisis tiap indikator, dan 3) penarikan kesimpulan, yaitu menyimpulkan data yang telah diperoleh dengan cara mendeskripsikan kemampuan siswa terkait soal literasi berdasarkan pemahaman matematis dengan teori Pirie-Kieren.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Results

Hasil pemilihan tiga subjek dari 26 siswa pada masing-masing kategori pemahaman rendah, sedang, dan tinggi dalam menyelesaikan soal literasi matematika disajikan pada Tabel

3. Setiap siswa dalam kategori tersebut diberi kode S1 (subjek 1), S2 (subjek 2), dan S3 (subjek 3). S1 adalah siswa yang memiliki nilai terendah pada kategori rendah, S2 adalah siswa yang memiliki nilai menengah pada kategori sedang, dan S3 adalah siswa yang memiliki nilai tertinggi pada kategori tinggi. Sementara itu, Tabel 4 menjelaskan sintesis subjek terpilih S1, S2, dan S3 pada masing-masing kategori.

Tabel 3. Hasil pemilihan subjek

Kategori	Interval skor	Total	Subjek	Skor
Rendah	$0 \leq x < 60$	7 siswa	S1 (33)	33
Sedang	$60 \leq x < 80$	9 siswa	S2 (78)	78
Tinggi	$80 \leq x < 100$	10 siswa	S3 (89)	89

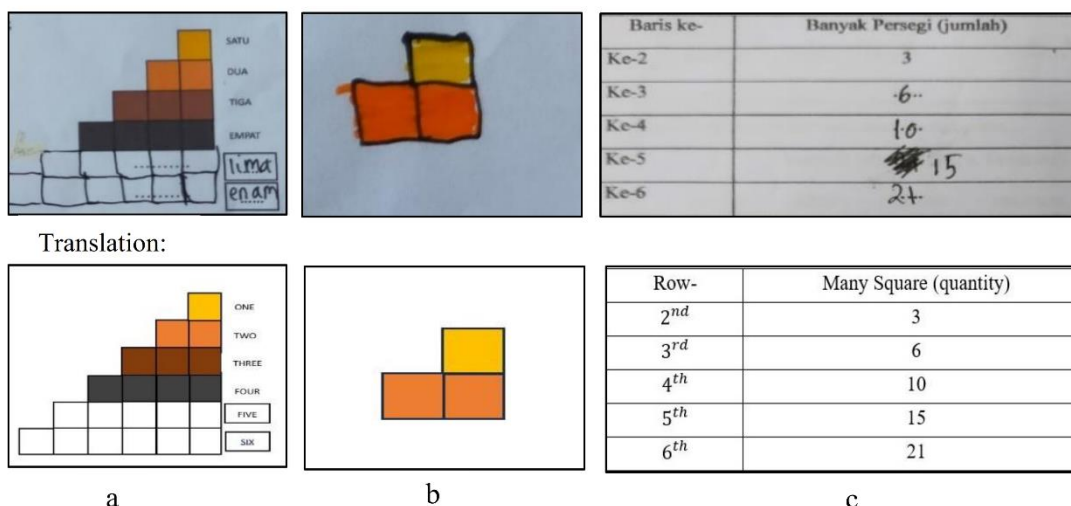
Keterangan

x = skor pemahaman siswa dalam menyelesaikan literasi matematika dalam skala 0-100

S1-S3 = subjek 1 hingga subjek 3

Tabel 4. Deskripsi subjek

Subjek	Kategori	Deskripsi
S1	Rendah	Melanjutkan gambar dengan tepat sesuai dengan informasi yang disajikan dalam soal. Namun, polanya secara abstrak tidak ditemukan dan tidak menyelesaikan masalah terstruktur.
S2	Sedang	Melanjutkan gambar dengan tepat sesuai dengan informasi yang disajikan dalam soal dan menemukan pola secara abstrak. Namun, hal itu tidak menyelesaikan masalah terstruktur.
S3	Tinggi	Melanjutkan gambar dengan benar sesuai dengan informasi yang disajikan dalam soal, menemukan pola secara abstrak, dan memecahkan masalah terstruktur.



Gambar 2. Hasil Pekerjaan dari S1: a) *image making*, b) *image having*, c) *property noticing*

Pekerjaan S1 pada Gambar 2 menunjukkan pemahaman tentang lapisan pembuatan gambar. Gambar 2.a, menunjukkan bahwa S1 mampu melanjutkan gambar dengan benar. Selain itu, hasil wawancara juga menjelaskan bahwa S1 memiliki ide untuk menyelesaikan soal tersebut. Untuk meyakinkan jawabannya, S1 mengalami *folding back* ke *primitive knowing*,

sebagaimana hasil wawancara yang menunjukkan bahwa S1 memahami pola gambar membesar.

Pada Gambar 2.b, S1 berada pada gambar *image having* karena subjek dapat membuat dan menentukan gambar dengan benar tanpa kegiatan tertentu seperti memberikan simbol bilangan. Untuk meyakinkan jawabannya, S1 kembali mengalami *folding back*, dapat dilihat dari wawancara bahwa subjek memahami pola gambar mengecil. Gambar 2.c menunjukkan pemahaman S1 berada pada lapisan *property noticing* karena dapat menentukan ciri-ciri pola yang ada pada soal. Sebelum ke lapisan tersebut, S1 terlebih dahulu mengalami proses *folding back* pada layer *image making* yang digunakan sebagai acuan untuk menjawab soal. Untuk menunjukkan pemahaman S1 dalam menyelesaikan soal literasi, berikut disajikan hasil wawancara aktivitas penyelesaian.

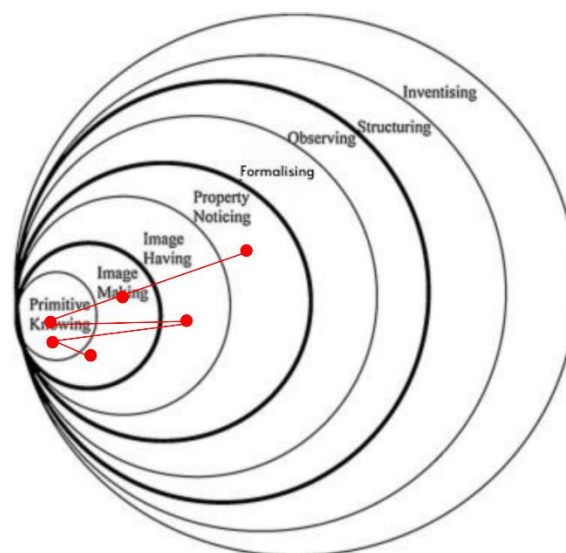
Peneliti : Bagaimana Anda menyelesaikan soal-soal tes?

S1 : Untuk soal (a), saya melihat gambar pada bacaan soal karena baris 1, 2, 3, dan 4 sudah diketahui. Jadi, saya berpikir dan menjawab untuk gambar berikutnya dengan menggambar baris 5 dengan 5 kotak dan baris 6 dengan 6 kotak (**image making**). Selain itu, saya juga memperhatikan bahwa gambarnya semakin besar dan besar (**primitive knowing**). Untuk soal (b), saya menyelesaikannya dengan melihat kotak pertama (pojok paling kiri), di mana terdapat 4 baris, dan kotak kedua memiliki 3 baris. Kemudian, saya berpikir, "untuk mengisi kotak berikutnya, harus ada 2 baris" (**image having**).

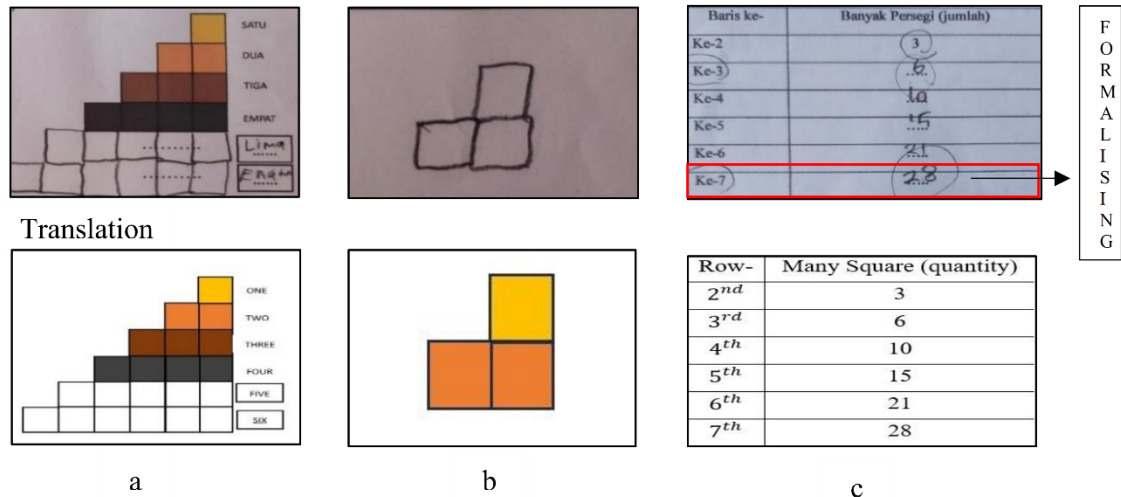
Peneliti : Menurut Anda, mengapa gambar berikutnya harus memiliki 2 baris?

S1 : Karena ada lompatan dari 4 baris ke 3 baris, maka, dari 3 baris, seharusnya menjadi 2 baris. Berdasarkan hal itu, saya berpikir dan menggambar 2 baris (**image having**). Selain itu, saya melihat bahwa masalahnya memiliki pola yang menurun (**primitive knowing**). Untuk jawaban (c), awalnya saya menjawab dengan menghitung gambar seperti soal (a) melipat ke belakang, dan kemudian saya menemukan bahwa ada pola yang semakin lama semakin besar, yaitu +3, +4, +5, +6 (**property noticing**).

Berdasarkan hasil pengerjaan soal tes dan wawancara dengan S1, lapisan pemahaman matematis dapat disajikan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Lapisan pemahaman matematika S1

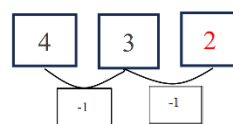


Gambar 4. Hasil pekerjaan S2: a) *image making*, b) *image having*, c) *property noticing dan formalising*

Berdasarkan hasil wawancara, S2 berada pada lapisan *primitive knowing*. Hal ini dikarenakan S2 memiliki pemahaman tentang pola bilangan. Pada Gambar 4.a, S2 berada pada lapisan *image making* karena memiliki ide dan mampu membuat ilustrasi pagar selanjutnya dengan benar. Gambar 4.b menunjukkan bahwa S2 berada pada lapisan *image having* karena dapat melanjutkan gambarnya tanpa melakukan aktivitas tertentu. Namun, S2 mengalami *folding back* ke lapisan *primitive knowing* untuk mengecek jawabannya.

Pada Gambar 4.c, S2 berada pada lapisan *property noticing* karena mampu menentukan ciri-ciri dari suatu pola yang ada pada soal, yaitu +3, +4, +5, +6, +7. Berdasarkan hasil wawancara, S2 mengalami *folding back* ke lapisan *image making* untuk meyakinkan jawabannya. Selanjutnya, S2 berada pada lapisan *formalising* karena mampu menemukan pola secara abstrak sehingga dapat menjawab soal pada baris ke-7 dengan benar. Meskipun, S2 telah mengalami *folding back* ke lapisan *property noticing* yang digunakan sebagai acuan dalam menjawab soal. Untuk menunjukkan pemahaman S2 dalam menyelesaikan soal literasi, berikut disajikan hasil wawancara aktivitas penyelesaian.

Peneliti : Bagaimana Anda menyelesaikan soal-soal tes?
 S2 : Untuk pertanyaan (a), memiliki pola yang membesar. Oleh karena itu, gambar berikutnya harus lebih banyak dari gambar sebelumnya (**primitive knowing**). Selain itu, karena baris terakhir adalah 4, maka pertanyaan berikutnya adalah 5 dan 6. Kemudian, saya menggambar 5 kotak untuk baris 5 dan 6 kotak untuk baris 6 (**image making**). Untuk soal (b), kotak pertama (pojok kiri) memiliki empat baris, dan kotak kedua memiliki 3 baris. Oleh karena itu, kotak ketiga harus memiliki dua baris (**image having**). Di mana gambar awal memiliki empat baris, semakin ke kanan, gambar tersebut terlihat berkurang. Kemudian, untuk gambar berikutnya, harus semakin mengecil (**primitive knowing**), yang dapat dilihat seperti gambar di bawah ini:



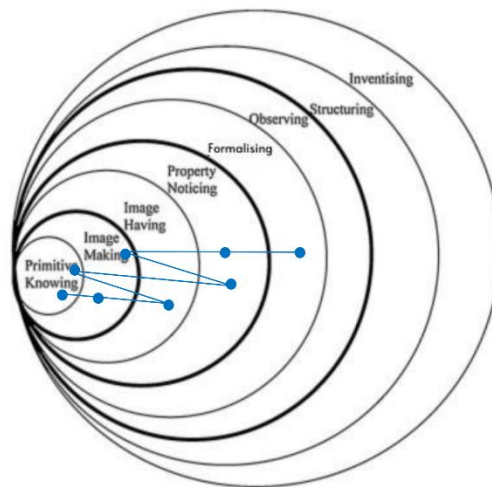
Peneliti : Bagaimana Anda menyelesaikan soal (c)?
 S2 : Untuk pertanyaan c, awalnya saya melihat gambar (a). Kemudian, pertanyaannya adalah baris ke-3, dan saya menambahkan baris 1+2+3 sebanyak 6 kotak.

Setelah saya menghitung hingga baris ke-6, saya menemukan lompatan-lompatan, dan polanya semakin besar, seperti yang terlihat pada hasil yang terus meningkat. Dari baris 2 sampai 6 terdapat lompatan yaitu +3, +4, +5, +6 (**property noticing**).

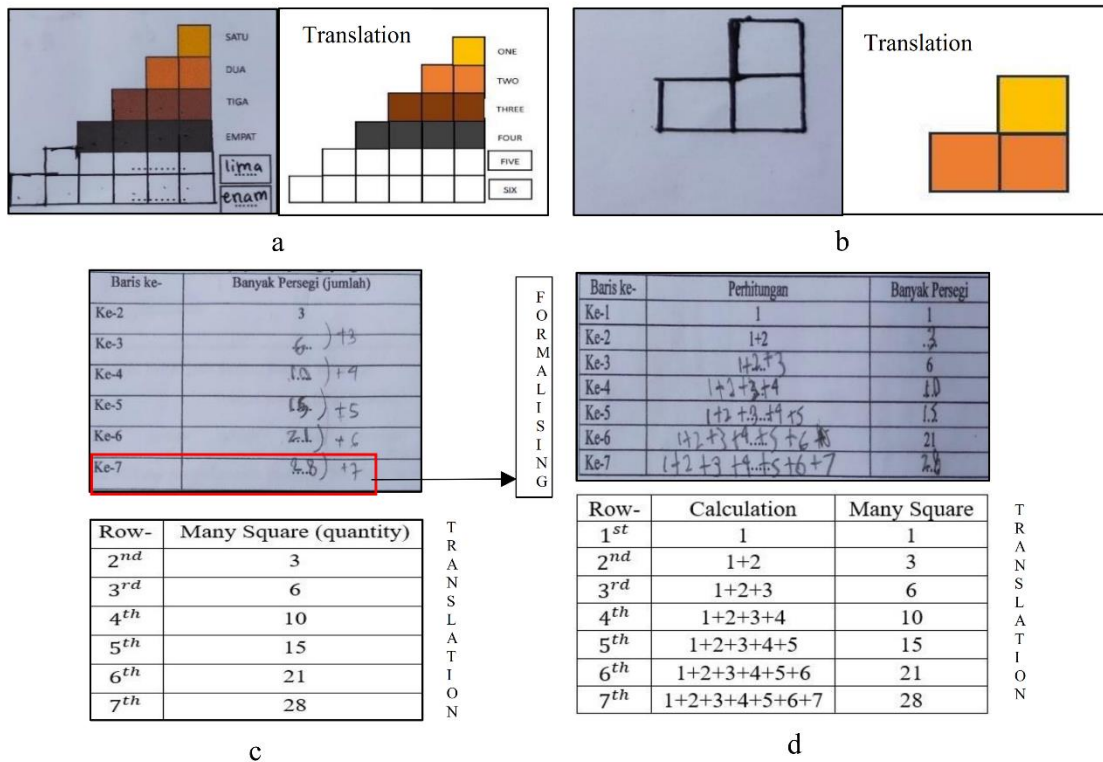
Peneliti : Baris 7 tidak memiliki gambar seperti pada soal (a). Bagaimana Anda mengerjakannya?

S2 : Saya menghitungnya dari jumlah kuadrat baris ke-6, dan ada 21 kuadrat. Kemudian, untuk mencari baris ke-7 membutuhkan 7 kotak. Oleh karena itu, saya menambahkan 7. Jadi, $21 + 7 = 28$. Selain itu, ada lompatan untuk setiap baris. Pertanyaannya adalah baris ke-7, jadi lompatan (+7) (**formalising**).

Berdasarkan hasil pengerjaan soal tes dan wawancara dengan S2, lapisan pemahaman matematis dapat disajikan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Lapisan pemahaman matematika S2



Gambar 6. Hasil pekerjaan S3: a) *image making*, b) *image having*, c) *property noticing* dan *formalising*, d) *observing*

Berdasarkan hasil wawancara, S3 berada pada lapisan *primitive knowing* karena S3 sudah memahami konsep pola bilangan. Pada Gambar 6.a, S3 berada pada lapisan *image making*. Hal ini terlihat ketika S3 dapat menggambar dengan benar dan memahami pola yang membesar. Pada Gambar 6.b, S3 berada pada lapisan *image having*, dimana subjek dapat menjawab dan mengasosiasikan pola secara visual dengan tepat. Ketika menuju lapisan *image having*, S3 mengalami *folding back* ke lapisan *primitive knowing* karena subjek memahami bahwa pada soal terdapat pola mengecil, dimana setiap kotak akan berkurang satu baris.

Ketika berada ke lapisan *noticing property*, S3 mengalami *folding back* ke lapisan *image-making*, yang merupakan langkah awal untuk menyelesaikan dan meyakinkan jawabannya. Dengan demikian, ketika berada pada lapisan *property noticing* S3 dapat menentukan ciri-ciri pola yang ada pada soal (dapat dilihat pada Gambar 6.c). Selanjutnya, S3 berada pada lapisan *formalising*, sehingga terlihat bahwa subjek dapat menemukan konsep pola bilangan secara abstrak untuk menyelesaikan masalah dengan benar. Namun, S3 mengalami *folding back* untuk memastikan kembali jawabannya.

Gambar 6.d menunjukkan S3 berada pada lapisan *observing*, dimana subjek dapat menangkap suatu pola dari pengamatan yang dilakukan dan memperhatikan pola sebelumnya untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Untuk melihat pemahaman S3 dalam menyelesaikan masalah literasi, berikut disajikan hasil wawancara aktivitas penyelesaian.

Peneliti : Bagaimana Anda dapat menyelesaikan soal-soal tes?

S3 : Saya menyelesaikan soal (a) awalnya melihat gambar semakin ke bawah semakin banyak jumlah perseginya (**primitive knowing**). Berawal hal itu, saya melihat gambar terakhir adalah baris ke-4 dengan jumlah 4 persegi. Oleh karena itu, baris selanjutnya adalah 5 dan 6. Dimana, baris ke-5 sebanyak 5 persegi dan baris ke-6 sebanyak 6 persegi (**image making**).

Peneliti : Untuk yang (b), mengapa kamu menggambar 2 baris?

S3 : Karena terlihat gambarnya semakin ke kanan semakin berkurang dan mengecil jumlah perseginya (**primitive knowing**). Kotak paling kiri (pertama) terdapat gambar 4 baris, kotak kedua terdapat gambar 3 baris, maka kotak ketiga adalah 2 baris. Dimana setiap kotak dikurangi satu baris, sehingga diperoleh jawaban kotak ketiga adalah 2 baris (**image having**).

Peneliti : Soal (c) mengapa kamu menjawab baris ke-3 sebanyak 6?

S3 : Saya menjawab 6, karena awalnya saya menghitung gambar dari baris ke-1 hingga baris ke-3 (**image making**). Saya menghitungnya dari baris $1 + \text{baris } 2 + \text{baris } 3 = 1 + 2 + 3$ yaitu 6, begitu seterusnya hingga baris ke-6 yang diperoleh jumlah persegi sebanyak 28 (**property noticing**).

Peneliti : Untuk yang baris ke-7 tidak ada contoh gambarnya. Bagaimana cara kamu menyelesaikannya?

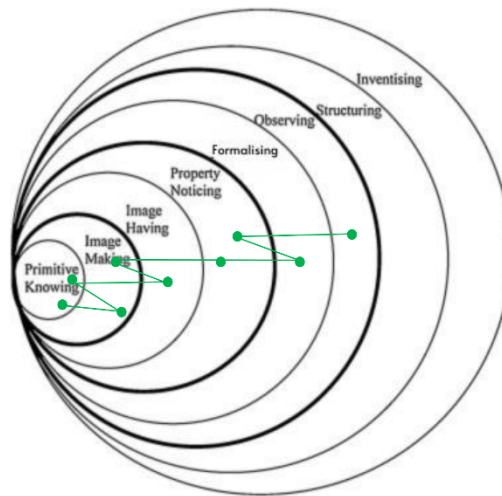
S3 : Untuk baris ke-7 itu, ternyata saya melihat dari baris ke 2 sampai baris ke-6 terdapat lompatan yang berbeda. Sehingga baris ke-7 itu ditambah lompatan sebanyak +7 (**formalising**). Jadi diperoleh: jumlah persegi baris ke-6 + lompatan (+7) $\rightarrow 21 + 7 = 28$

Peneliti : Untuk soal (d), mengapa kamu menjawab seperti itu?

S3 : Karena, di setiap baris ditambahkan sesuai baris yang ditanyakan dan bisa menghitung dari gambar soal (a). saya menghitungnya seperti ini:

$$\begin{aligned}
\text{Baris ke 1} &\rightarrow \text{Baris 1} = 1 \\
\text{Baris ke 2} &\rightarrow \text{Baris 1} + \text{Baris 2} = 1 + 2 = 3 \\
\text{Baris ke 3} &\rightarrow \text{Baris 1} + \text{Baris 2} + \text{Baris 3} = 1 + 2 + 3 = 6 \\
\text{Baris ke 4} &\rightarrow \text{Baris 1} + \text{Baris 2} + \text{Baris 3} + \text{Baris 4} = 1 + 2 + 3 + 4 = 10 \\
\text{Baris ke 5} &\rightarrow \text{Baris 1} + \text{Baris 2} + \text{Baris 3} + \text{Baris 4} + \text{Baris 5} = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15 \\
\text{Baris ke 6} &\rightarrow \text{Baris 1} + \text{Baris 2} + \text{Baris 3} + \text{Baris 4} + \text{Baris 5} + \text{Baris 6} = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 \\
&= 21 \\
\text{Baris ke 7} &\rightarrow \text{Baris 1} + \text{Baris 2} + \text{Baris 3} + \text{Baris 4} + \text{Baris 5} + \text{Baris 6} + \text{Baris 7} \\
&= 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28 \text{ (observing)}
\end{aligned}$$

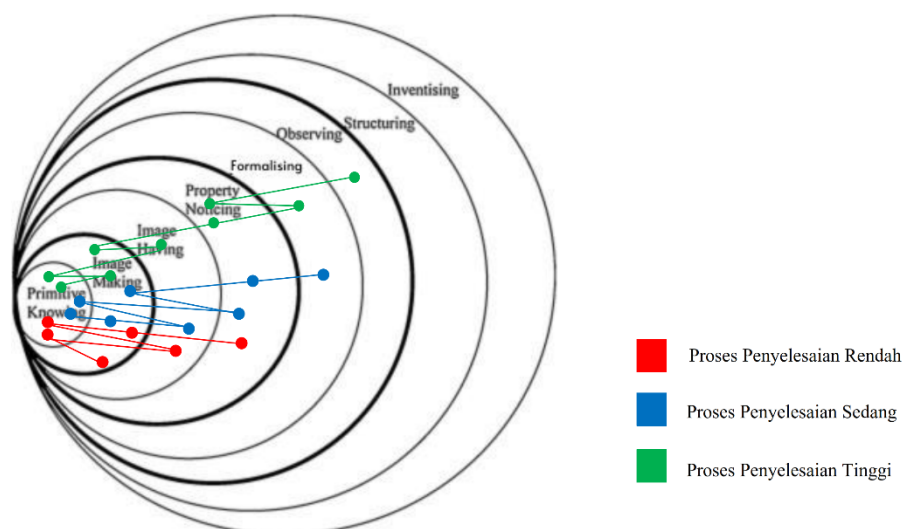
Berdasarkan hasil pengerjaan soal tes dan wawancara dengan S3, lapisan pemahaman matematis dapat disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Lapisan pemahaman matematika S3

3.2. Discussion

Penelitian mengenai pemahaman siswa dalam menyelesaikan masalah literasi matematika dianalisis menggunakan teori Pirie-Kieren yang memiliki delapan lapisan dengan tingkat yang berbeda-beda (Pirie & Kieren, 1994). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pemahaman siswa berbeda-beda dan sebagian besar aktivitas terjadi pada lapisan *image making* dan *property noticing*. Gambar 8 menunjukkan lapisan pemahaman matematika siswa.



Gambar 8. Lapisan pemahaman matematis siswa

Berdasarkan teori Pirie-Kieren, pada lapisan *primitive knowing*, siswa mampu memahami konsep pola dan menyebutkan apa yang ditanyakan soal. Hal ini sejalan pendapat Yao & Manouchehri (2022), yang menjelaskan siswa dapat mencapai lapisan *primitive knowing* apabila memiliki pemahaman suatu konsep. Dalam hal ini, siswa memiliki pemahaman awal secara visual dan mengidentifikasi konsep suatu pola bilangan. Siswa juga mampu mengidentifikasi soal yang memiliki pola membesar atau mengecil. Hal ini menunjukkan siswa telah memiliki pemahaman awal mengenai pola bilangan. Berdasar penjelasan tersebut, siswa telah memenuhi indikator sehingga mencapai lapisan *primitive knowing*.

Pada lapisan *image making*, siswa telah memiliki ide penyelesaian, sehingga siswa tidak membutuhkan waktu lama dalam menyelesaikan masalah literasi. Selama proses penyelesaian, siswa mampu membuat ilustrasi pagar dengan benar dan menghubungkan item pola menggunakan simbol angka untuk mempermudah dalam menjawab. Berdasar penjelasan tersebut, siswa memenuhi indikator pada lapisan *image making*, sehingga dapat dikatakan siswa telah mencapai lapisan ini. Pada lapisan *image having*, siswa telah memiliki gambaran untuk menyelesaikan masalah literasi dengan runtut. Siswa dapat mengaitkan konsep pola mengecil secara visual dengan tepat dan dapat melanjutkan pola gambar tanpa terlibat dalam aktivitas tertentu seperti memberikan simbol angka. Sejalan dengan pendapat George & Voutsina (2023), menyatakan untuk dapat mencapai lapisan *image having* siswa memiliki ide penyelesaian dan tidak lagi menggunakan contoh untuk menyelesaikan masalah tertentu. Berdasar penjelasan tersebut, siswa memenuhi indikator pada lapisan *image having*, sehingga siswa telah mencapai lapisan ini.

Menurut Martin (2008), pada lapisan *property noticing*, siswa dapat menentukan karakteristik dan menghubungkan gambaran dengan suatu konsep. Siswa dapat menentukan karakteristik pola pada soal, dimana pola yang ditemukan adalah pola yang membesar dan berkelanjutan (+3, +4, +5, +6). Hal ini menunjukkan bahwa siswa dapat menentukan ciri-ciri dan keterkaitan pola bilangan. Berdasarkan penjelasan tersebut, siswa telah memenuhi indikator pada lapisan *property noticing*, sehingga siswa mencapai lapisan ini.

Pada lapisan *formalising*, siswa dikatakan dapat mencapai lapisan ini jika mereka memperoleh pengetahuan baru dan menemukan konsep mereka sendiri untuk memecahkan masalah (Gulkilik, 2016). Pada lapisan ini, siswa dengan proses penyelesaian sedang dan tinggi menemukan pengetahuan baru tentang ide pola bilangan berdasarkan pemahaman yang

digunakan untuk menyelesaikan masalah. Sementara itu, siswa dengan proses penyelesaian rendah tidak dapat memahami konsep bilangan, sehingga soal tidak dapat diselesaikan. Dalam hal ini, siswa dengan proses penyelesaian rendah tidak dapat mengidentifikasi pola bilangan sebelumnya untuk menemukan pola bilangan yang lebih formal, sehingga siswa gagal dalam menyelesaikan soal literasi matematika. Dengan kata lain, siswa belum mencapai lapisan *formalising* atau masih berada pada lapisan *property noticing*. Siswa belum mencapai lapisan *formalising* karena siswa tidak dapat menghubungkan objek-objek matematika dan tidak memperhatikan sifat-sifat dari pengetahuan sebelumnya untuk membuat generalisasi tentang aturan pola bilangan (Güner & Uygun, 2020; Yao & Manouchehri, 2022). Berdasarkan penjelasan tersebut, siswa dengan proses penyelesaian sedang dan tinggi memenuhi indikator dan mencapai lapisan *formalising*. Hanya siswa dengan proses penyelesaian tinggi yang memenuhi indikator pada lapisan *observing* dan mencapai lapisan ini. Hasil wawancara menjelaskan bahwa siswa tersebut memperhatikan pola sebelumnya, sehingga dapat menyelesaikan masalah. Sejalan dengan pendapat Gülkılıka et al. (2015), Untuk mencapai lapisan ini, siswa mengamati pola sebelumnya dan mengorganisasikan hasil pengamatan mereka. Sementara itu, siswa dengan proses penyelesaian rendah dan sedang tidak melakukannya.

Mengenai lapisan *structuring* dan *inventising*, tidak ada siswa yang mencapai pemahaman ini. Siswa hanya dapat mencapai lapisan keenam, yaitu mengamati. Hal ini dikarenakan kedua lapisan tersebut membutuhkan kemampuan berpikir dan interpretasi yang kompleks yang tidak dapat dicapai oleh siswa. Selama proses pemecahan masalah literasi, siswa sering mengalami *folding back*. *Folding back* memungkinkan seseorang untuk memperluas pemahaman matematika yang kurang untuk mengorganisasikan kembali pemahaman yang telah dibangun sebelumnya untuk mengembangkan pemahaman baru sesuai dengan topik (Pirie & Kieren, 1994).

Hasil penelitian dari Arenas-Peñaloza & Rodríguez-Vásquez (2022), Ayu et al. (2021), and Pratama (2017) tidak menggunakan konteks. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa hanya sampai pada tahap *formalising*. Konteks yang ditetapkan di kota Sidoarjo membuat pemahaman siswa bertambah sampai pada lapisan *observing*. Berdasarkan hal tersebut, masalah literasi yang berkonteks Sidoarjo dapat menstimulasi pemahaman siswa secara berlebihan. Oleh karena itu, konteks pembelajaran yang sebaiknya digunakan di Sidoarjo. Hal ini memperkuat klaim dari Yaro et al. (2020) sebagai penggunaan konteks lokal dalam tugas-tugas matematika. Dalam hal ini, konteks lokal adalah latar matematika yang otentik, bermakna, dan terkait dengan isu-isu lingkungan, budaya, dan masyarakat setempat. Yasukawa et al. (2018) menyebutkan pengaturan matematika semacam ini sebagai batas-batas lokal yang dikenali siswa untuk mewakili konteks yang dikenali siswa dalam praktik pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan konteks lokal sebagai latar belakang masalah literasi dalam pembelajaran atau pemecahan masalah, hal ini diperlukan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan lapisan pemahaman ke tingkat yang lebih tinggi. Konteks lokal untuk peneliti lebih lanjut berarti peneliti dapat melakukan lebih lanjut pada tugas-tugas otentik yang mewakili isu-isu lingkungan atau budaya yang berada dan dikenali di sekitar siswa.

4. CONCLUSION

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa lapisan pemahaman siswa sekolah dasar berdasarkan teori Piere-Kieren dalam menyelesaikan masalah literasi dengan konteks Sidoarjo mencapai pada lapisan keenam, yaitu *observing*. Dalam menyelesaikan masalah literasi, siswa telah melalui beberapa lapisan, yaitu *primitive knowing*, *image making*, *image having*, *property*

noticing, formalising, dan observing. Tingkat pencapaian lapisan pemahaman siswa bervariasi, dengan sebagian besar aktivitas lapisan pemahaman terjadi pada lapisan *image making* dan *property noticing*. Siswa dengan proses penyelesaian yang rendah hanya dapat mencapai lapisan *property noticing*. Siswa yang memiliki proses penyelesaian sedang dapat mencapai lapisan *formalising*. Sementara itu, siswa dengan proses penyelesaian yang tinggi dapat mencapai lapisan yang lebih tinggi dari yang lain, yaitu lapisan *observing*.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas bantuan dana penelitian dan publikasi.

REFERENCES

- Apsari, R. A., Putri, R. I. I., Sariyasa, Abels, M., & Prayitno, S. (2020). Geometry representation to develop algebraic thinking: A recommendation for a pattern investigation in pre-algebra class. *Journal on Mathematics Education*, 11(1), 45–58. <https://doi.org/10.22342/jme.11.1.9535.45-58>
- Arenas-Peñaloza Andres, J., & Rodríguez-Vásquez Monserrat, F. (2022). Understanding ratio through the pirie-kieren model. *Acta Scientiae*, 24(4), 24–55. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6826>
- Ayu, Y. A., Kurniati, Y., Fauziah, A., & Kurnia, R. A. (2021). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa sekolah dasar dalam menyelesaikan soal cerita menerapkan teori pirie kieren. ... *Science Education Journal*, 2(2), 90–99. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v4i2.306>
- Baumert, J., Nagy, G., & Lehmann, R. (2012). Cumulative advantages and the emergence of social and ethnic inequality: Matthew effects in reading and mathematics development within elementary schools? *Child Development*, 83(4), 1347–1367. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01779.x>
- Berisha, V., & Bytyqi, R. (2020). Types of mathematical tasks used in secondary classroom instruction. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(3), 751–758. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i3.20617>
- Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E., & Lehtinen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers and Education*, 128, 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011>
- Celik, H. C. (2019). Investigating the visual mathematics literacy self-efficacy (VMLSE) perceptions of eighth grade Students and their views on this issue. *International Journal of Educational Methodology*, 5(1), 165–176. <https://doi.org/10.12973/ijem.5.1.177>
- Chen, M.-J., Lee, C.-Y., & Hsu, W.-C. (2015). Influence of mathematical representation and mathematics self-efficacy on the learning effectiveness of fifth graders in pattern reasoning. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 13(1), 1–16. <http://ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/277>
- Clair, J. S. (2018). Using cartoons to make connections and enrich mathematics. *Proceedings of the Interdisciplinary STEM Teaching and Learning Conference*, 2(1).

<https://doi.org/10.20429/stem.2018.020112>

- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Edwards Brothers, Inc.
- Efriani, A., Putri, R. I. I., & Hapizah. (2019). Sailing context in PISA-like mathematics problems. *Journal on Mathematics Education*, 10(2), 265–276. <https://doi.org/10.22342/jme.10.2.5245.265-276>
- Fery, M. F., Wahyudin, & Tatang, H. (2017). Improving Primary Students' Mathematical Literacy Through Problem Based Learning and Direct Instruction. *Educational Research and Reviews*, 12(4), 212–219. <https://doi.org/10.5897/err2016.3072>
- Genc, M., & Erbas, A. K. (2019). Secondary mathematics teachers' conceptions of mathematical literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 7(3), 222–237.
- George, L., & Voutsina, C. (2023). Children engaging with partitive quotient tasks: Elucidating qualitative heterogeneity within the image having layer of the pirie–kieren model: Children's images pirie–kieren model. In *Mathematics Education Research Journal* (Issue 0123456789). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00461-1>
- Gulkilik, H. (2016). The role of virtual manipulatives in high school students' understanding of geometric transformations. *Mathematics Education in the Digital Era*, 07, 213–243. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1_10
- Gülkılıka, H., Uğurlu, H. H., & Yürükç, N. (2015). Examining students' mathematical understanding of geometric transformations using the pirie-kieren model. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 15(6), 1531–1548. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.6.0056>
- Güner, P., & Uygun, T. (2020). Examining students' mathematical understanding of patterns by pirie-kieren model. *Hacettepe Eğitim Dergisi*, 35(3), 644–661. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2019056035>
- Holenstein, M., Bruckmaier, G., & Grob, A. (2021). Transfer effects of mathematical literacy: An integrative longitudinal study. *European Journal of Psychology of Education*, 36(3), 799–825. <https://doi.org/10.1007/s10212-020-00491-4>
- Kholid, M. N., & Nissa, M. (2022). Students' math literacy in solving PISA-like problems in papuan local context. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(4), 5645–5656. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i4.2258>
- Kolar, V. M., & Hodnik, T. (2021). Mathematical literacy from the perspective of solving contextual problems. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 467–483. <https://doi.org/10.12973/EU-JER.10.1.467>
- Kusuma, D., Sukestiyarno, Y. L., Wardono, & Cahyono, A. N. (2023). The characteristics of mathematical literacy based on students' executive function. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 749–758. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.193>
- Martin, L. C. (2008). Folding back and the dynamical growth of mathematical understanding: Elaborating the pirie-kieren theory. *Journal of Mathematical Behavior*, 27(1), 64–85. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2008.04.001>
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.

- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): what students know and can do.: Vol. I*. OECD Publishing.
- Pirie, S., & Kieren, T. (1994). Growth in mathematical understanding: How can we characterise it and how can We represent it? *Educational Studies in Mathematics*, 26(2–3), 165–190. <https://doi.org/10.1007/BF01273662>
- Posicelskaya, M. A., Rudchenko, T. A., & Semenov, A. L. (2023). Mathematical Elements of Elementary Education. *Doklady Mathematics*, 107, 10–41. <https://doi.org/10.1134/S1064562423700576>
- Pratama, N. A. E. (2017). Perkembangan pemahaman matematis siswa sekolah dasar kelas V berdasarkan teori pirie-kieren pada topik pecahan. *Sekolah Dasar: Kajian Teori Dan Praktik Pendidikan*, 26(1), 77–88. <https://doi.org/10.17977/um009v26i12017p077>
- Rachmawati, T. K., Kusnadi, F. N., & Sugilar, H. (2021). Kemampuan pemahaman matematis siswa pada materi trigonometri. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 5(2), 170–178. <https://doi.org/10.35706/sjme.v5i2.5140>
- Rahayuningsih, S., Sa'dijah, C., Sukoriyanto, & Qohar, A. (2022). Exploring students' understanding layers in solving arithmagon problems. *Cakrawala Pendidikan*, 41(1), 170–185. <https://doi.org/10.21831/cp.v41i1.43943>
- Rojas, E., & Benakli, N. (2020). Mathematical literacy and critical thinking. In *Harvard Educational Review* (Vol. 78, Issue 1). https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-39804-0_8
- Rosyidah, U., Setyawati, A., & Qomariyah, S. (2021). Analisis kemampuan penalaran dan kemampuan pemahaman konsep matematis mahasiswa pendidikan matematika pada mata kuliah aljabar dasar. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 5(1), 63–71. <https://doi.org/10.35706/sjme.v5i1.4488>
- Rusdiana, R., Samsuddin, A. F., Muhtadin, A., & Fendiyanto, P. (2023). Development of mathematical literacy problems using east kalimantan context. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 197–210. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1885>
- Stacey, K., Almuna, F., Caraballo, R. M., Chesne, J.-F., Garfunkel, S., Gooya, Z., Kaur, B., Lindenskov, L., Luis Lupianez, J., Park, K. M., Perl, H. P., Rafiepour, A., Rico, L., Salles, F., & Zulkardi. (2015). Assessing Mathematical Literacy: The PISA Experience. In *Assessing Mathematical Literacy: The PISA Experience*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7>
- Suidayati, S., Nur Afifah, D. S., & Sukwatus Suja'i, I. (2019). Teori pirie-kieren: Lapisan pemahaman siswa SMP berkemampuan matematika tinggi dalam menyelesaikan soal bangun ruang. *MaPan*, 7(2), 211–228. <https://doi.org/10.24252/mapan.2019v7n2a4>
- Susanta, A., Sumardi, H., Susanto, E., & Retnawati, H. (2023). Mathematics Literacy Task on Number Pattern Using Bengkulu Context for Junior High School Students. *Journal on Mathematics Education*, 14(1), 85–102. <https://doi.org/10.22342/JME.V14I1.PP85-102>
- Trineke Manoy, J., & Purbaningrum, M. (2021). Mathematical literacy based on ethnomathematics of batik Sidoarjo. *Jurnal Didaktik Matematika*, 8(2), 160–174. <https://doi.org/10.24815/jdm.v8i2.21644>
- Umbara, U., & Suryadi, D. (2019). Re-Interpretation of mathematical literacy based on the teacher's perspective. *International Journal of Instruction*, 12(4), 789–806.

<https://doi.org/10.29333/iji.2019.12450a>

Wagner, D. A. (2011). What Happened to literacy? historical and conceptual perspectives on literacy in UNESCO. *International Journal of Educational Development*, 31(3), 319–323. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2010.11.015>

Yao, X., & Manouchehri, A. (2022). Folding back in students' construction of mathematical generalizations within a dynamic geometry environment. *Mathematics Education Research Journal*, 34(2), 241–268. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00343-w>

Yaro, K., Amoah, E., & Wagner, D. (2020). Situated perspectives on creating mathematics tasks for peace and sustainability. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42330-020-00083-w>
Situated

Yasukawa, K., Rogers, A., Jackson, K., & Street, B. V. (2018). *Numeracy as social practice: Global and local perspectives (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315269474>