

Abstraksi Reflektif Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah Bilangan Berpangkat

Zahrotul Istiqomah, Puguh Darmawan*

Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

*Corresponding Author: puguh.darmawan.fmipa@um.ac.id

Dikirim: 25-02-2026; Direvisi: 08-03-2026; Diterima: 11-03-2026

Abstrak: Abstraksi reflektif merupakan proses membangun konsep matematika dengan mereorganisasi struktur kognitif yang telah ada dan merefleksikan tindakan kognitif secara sadar. Namun, siswa mengalami kesulitan dalam merepresentasikan dan menemukan pola untuk memecahkan masalah bilangan berpangkat sehingga menghambat terjadinya abstraksi reflektif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik abstraksi reflektif siswa SMP dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Teknik pemilihan subjek menggunakan *purposive sampling* yang melibatkan empat siswa kelas IX SMPN 2 Pungging. Instrumen yang digunakan adalah soal tes, pedoman wawancara semi terstruktur, rubrik indikator, dan alat rekam audio-visual. Pengumpulan data dilakukan melalui tes tertulis dan wawancara. Teknik analisis data penelitian ini menggunakan analisis interaktif yang meliputi (1) pengumpulan data, (2) kondensasi (reduksi data), (3) penyajian data, dan (4) penarikan kesimpulan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa subjek dengan jawaban benar mencapai empat level abstraksi reflektif (*recognition, representation, structural abstraction, structural awareness*). Subjek dengan jawaban salah hanya mencapai level *recognition*. Faktor yang memengaruhi perbedaan tersebut antara lain: 1) kemampuan koordinasi tindakan mental; 2) pemahaman konsep bilangan berpangkat; dan 3) kemampuan prosedural.

Kata Kunci: abstraksi reflektif; pemecahan masalah; bilangan berpangkat; siswa SMP.

Abstract: Reflective abstraction is the process of constructing mathematical concepts by reorganizing existing cognitive structures and consciously reflecting on cognitive actions. However, students experience difficulties in representing and finding patterns to solve exponent problems, thus inhibiting the occurrence of reflective abstraction. This study aims to describe the characteristics of junior high school students' reflective abstraction in solving exponent problems. The method used in this study is descriptive with a qualitative approach. The subject selection technique used purposive sampling involving four ninth-grade students of SMPN 2 Pungging. The instruments used were test questions, semi-structured interview guidelines, indicator rubrics, and audio-visual recordings. Data collection was carried out through written tests and interviews. The data analysis technique of this study used interactive analysis, which includes: (1) data collection, (2) condensation (data reduction), (3) data presentation, and (4) drawing conclusions. The results of this study indicate that subjects with correct answers reached four levels of reflective abstraction (*recognition, representation, structural abstraction, structural awareness*). Subjects with incorrect answers only reached the recognition level. Factors influencing these differences include: 1) the ability to coordinate mental actions; 2) understanding the concept of exponents; and 3) procedural skills.

Keywords: reflective abstraction; problem solving; exponential numbers; junior high school students.

PENDAHULUAN

Pemecahan masalah merupakan upaya seseorang untuk menghasilkan solusi (Rowe, 2024). Upaya tersebut melibatkan proses analisis, prediksi, generalisasi, evaluasi, dan representasi (Azhar dkk., 2021). Memecahkan masalah merupakan salah satu tujuan sekaligus aspek penting pada pembelajaran matematika sehingga sering kali disebut sebagai jantungnya matematika (Putri dkk., 2021; Permatasari & Hakim, 2025). Hal tersebut selaras dengan pernyataan Fitayanti dkk. (2022) yang menegaskan bahwa alasan kemampuan pemecahan masalah sangat penting dimiliki oleh setiap siswa adalah: (1) pemecahan masalah merupakan tujuan pembelajaran matematika; (2) mekanisme pemecahan masalah merupakan proses utama dalam kurikulum matematika; dan (3) pemecahan masalah merupakan kemampuan dasar dalam belajar matematika.

Keberhasilan dalam proses pemecahan masalah sangat dipengaruhi oleh pengetahuan prasyarat yang dikuasai siswa (Kariadinata, 2021; Rowe, 2024). Pengetahuan prasyarat berperan sebagai bekal awal siswa dalam proses pembelajaran (Usman & Kristiawati, 2022). Menurut Nihayah (2021), keberhasilan kemampuan prasyarat dibuktikan melalui kemampuan siswa untuk menerapkan konsep dasar dalam memecahkan masalah. Tanpa peran pengetahuan prasyarat, siswa akan lebih susah dalam memecahkan masalah. Hal tersebut dikuatkan oleh hasil penelitian Usman & Kristiawati (2022) yang menunjukkan bahwa siswa dengan penguasaan prasyarat yang baik dapat memecahkan masalah matematika dengan benar, sedangkan siswa dengan penguasaan prasyarat yang kurang baik menunjukkan hasil sebaliknya. Dalam konteks pembelajaran matematika, terdapat beberapa materi yang menuntut penguasaan pengetahuan prasyarat karena adanya hubungan antar konsep yang berkelanjutan. Salah satu materi tersebut adalah bilangan berpangkat.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Kebudayaan Republik Indonesia nomor 37 tahun 2018, materi bilangan berpangkat merupakan materi yang wajib dipelajari siswa jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Materi ini dianggap penting karena berhubungan dengan materi matematika yang akan dipelajari selanjutnya seperti logaritma, trigonometri, serta turunan fungsi aljabar (Putri dkk., 2022). Lebih dari itu, konsep bilangan berpangkat sering kali digunakan dalam pelajaran lain seperti Kimia, Fisika, dan Biologi (Sumirat dkk., 2023). Namun faktanya, hasil penelitian terdahulu menyebutkan bahwa masih banyak kesalahan yang dilakukan siswa dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat yang disebabkan oleh kesalahan pemahaman konsep.

Kesalahan pemahaman konsep yang ditemukan antara lain, kesalahan dalam merepresentasikan bentuk bilangan berpangkat. Menurut hasil penelitian Refinanda dkk. (2021): 1) siswa menganggap representasi dari bilangan berpangkat adalah hasil kali antara basis dan eksponennya; 2) siswa menganggap representasi bilangan berpangkat adalah hasil penjumlahan antara basis dan eksponennya. Temuan tersebut dikuatkan oleh Runturambi dkk. (2022), di mana siswa menganggap bahwa untuk menemukan hasil akhir bilangan berpangkat adalah dengan mengalikan basis dan eksponennya. Lebih lanjut, Putri dkk. (2022), menemukan bahwa terdapat kesalahan pemahaman sifat bentuk akar pada bilangan berpangkat. Menurut Runturambi dkk. (2022), siswa mengalami kesalahan dalam memahami sifat operasi hitung bilangan berpangkat. Selain itu, ditemukan juga kesalahan dalam pemahaman konsep bilangan berpangkat bentuk pecahan oleh Lestari & Kartini (2022). Semua bentuk kesalahan



pemahaman konsep yang ditemukan selalu berhubungan dengan kegiatan merepresentasikan simbol dan operasi matematis yang mengindikasikan adanya kesulitan dalam kemampuan abstraksi. Hal tersebut selaras dengan Islam dkk. (2021) yang mengatakan bahwa salah satu indikator abstraksi adalah merepresentasikan simbol matematis.

Kemampuan abstraksi merupakan kemampuan dalam menemukan strategi penyelesaian masalah tanpa adanya objek permasalahan secara nyata (Nihayah, 2021). Pada proses abstraksi, pengalaman dan latihan dalam menyelesaikan berbagai masalah matematika dianggap penting, karena pada saat mencari solusi siswa akan berusaha mendalami pengetahuannya dan menggeneralisasi pengalaman konkret tersebut sehingga menghasilkan struktur konsep yang lebih formal (Putri dkk., 2021). Secara teoritis, Jean Piaget menyebutkan bahwa usia di atas 12 tahun merupakan usia dimana anak sudah mulai memasuki tahap operasional formal sehingga mendukung dalam proses abstraksi (Whildan, 2021). Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa SMP seharusnya mampu melakukan proses abstraksi dengan baik.

Abstraksi dibagi menjadi tiga jenis yaitu abstraksi empiris, abstraksi pseudo-empiris, dan abstraksi reflektif (Sutrisna dkk., 2021). Abstraksi empiris berfokus pada objek yang didapat melalui pengalaman empiris, sedangkan abstraksi pseudo-empiris berfokus pada sifat dari objek tersebut (Fajriyah & Susanah, 2022). Berbeda dengan keduanya, Karadinata (2021) menyebutkan bahwa abstraksi reflektif dipandang sebagai jenis abstraksi tingkat tinggi yang sangat berpengaruh pada proses pemecahan masalah matematis. Hal tersebut dikarenakan abstraksi reflektif berfokus pada konstruksi dari struktur yang sudah ada ke bentuk struktur baru (Fajriyah & Susanah, 2022).

Abstraksi reflektif, sebagaimana yang digagas oleh Piaget merupakan proses kognitif kompleks yang memungkinkan siswa membangun konsep matematika dengan mereorganisasi struktur kognitif yang telah ada dan merefleksikan tindakan kognitif tersebut secara sadar (Yanti dkk., 2022). Proses ini terdiri atas empat level, yaitu *recognition*, *representation*, *structural abstraction*, dan *structural awarness* (Bachtiar & Susanah, 2021; Rahmawati & Supratman 2022; Yanti dkk., 2022). Abstraksi reflektif berperan pada seluruh tahapan pemecahan masalah matematika, mulai dari memahami masalah hingga meninjau kembali solusi yang telah dihasilkan (Ningsih & Hidayati, 2022). Dalam konteks pembelajaran matematika, strategi refleksi tidak hanya membantu siswa mengoreksi kesalahan pemahaman konsep yang mungkin terbentuk, tetapi juga menyempurnakan algoritma penyelesaian masalah yang digunakan (Ismaimuza, 2025). Pentingnya abstraksi reflektif dalam pemecahan masalah tersebut selaras dengan temuan awal peneliti melalui studi pendahuluan.

Gambar 1, menunjukkan hasil studi pendahuluan dengan masalah yang diberikan peneliti, yaitu ada sebuah menara bertingkat yang akan disusun menggunakan kubus satuan dengan banyak kubus yang akan selalu bertambah dua kali lipat lebih banyak dari tingkat sebelumnya. Siswa diminta untuk menuliskan banyak kubus pada tingkat tertentu lalu merepresentasikannya ke dalam bentuk bilangan berpangkat. Berdasarkan jawaban nomor 1 dan 2, diketahui bahwa siswa belum mampu mengidentifikasi banyak kubus yang digunakan pada setiap tingkatnya sehingga kesalahan pun berlanjut pada saat siswa diminta

merepresentasikan banyak kubus ke dalam bentuk bilangan berpangkat. Hal tersebut termuat dalam Kutipan Wawancara 1.

Anindiya sedang membuat sebuah menara mainan dengan menggunakan kubus satuan yang disusun mengikuti pola tertentu. Tingkat pertama (paling atas) tersusun dari dua kubus satuan. Pada tingkat kedua dan seterusnya, jumlah kubus akan ditambah menjadi dua kali lipat lebih banyak dari tingkat sebelumnya. Pola ini berlanjut hingga tingkat $ke - n$.

1. Tuliskan kembali banyak kubus pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, $ke - 3$, $ke - 4$, dan $ke - 5$!
2. Tuliskan banyak kubus pada pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, $ke - 3$, $ke - 4$, dan $ke - 5$ ke dalam bentuk bilangan berpangkat, kemudian amati pola yang terbentuk!
3. Tentukan banyak kubus yang digunakan pada tingkat $ke - 6$ dan $ke - 7$ dalam bentuk bilangan berpangkat!
4. Hitunglah banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 6$ hingga $ke - 9$! Jelaskan caramu!

Gambar 1. Jawaban Siswa

P : “Menurut kamu arti dari kalimat *pada tingkat kedua dan seterusnya, banyak kubus akan ditambah menjadi dua kali lipat lebih banyak dari tingkat sebelumnya* ini seperti apa?”

SP : “Dari kalimatnya kan sudah terlihat *dua kali lipat*, sehingga dapat dikatakan kalau banyak kubusnya itu dikali dengan bilangan yang sama. Misal banyaknya 4 berarti dua kali lipatnya ya 4×4 ”

Kutipan Wawancara 1

Lebih dari itu, dari jawaban siswa pada nomor 3 dan 4 diketahui bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menemukan pola yang terbentuk yang diindikasikan dengan penerapan perkalian berulang yang tidak relevan dengan konteks masalah. Hal tersebut dijelaskan dalam Kutipan Wawancara 2.

P : “Apakah kamu menemukan pola bilangan berpangkat dari jawaban nomor 2?”

SP : “Tidak, Kak.”

P : “Bagaimana cara kamu menyelesaikan soal nomor 3 dan 4?”

SP : “Menggunakan perkalian berulang, sama seperti nomor 1 dan 2, Kak.”

Kutipan Wawancara 2

Kesalahan yang dilakukan oleh siswa bukan disebabkan oleh kesalahan prosedural, akan tetapi kesalahan pemahaman konsep terkait representasi dari bilangan berpangkat positif dan melakukan generalisasi dengan menggunakan konsep yang tidak relevan sehingga berdampak pada kesalahan pada soal berikutnya. Temuan ini memperkuat indikasi bahwa terdapat hambatan dalam proses abstraksi reflektif siswa. Oleh karena itu, hasil studi pendahuluan memperkuat tujuan peneliti untuk mengkaji lebih dalam mengenai karakteristik abstraksi reflektif siswa SMP



dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat. Berikut disajikan posisi penelitian ini terhadap penelitian terdahulu pada Tabel 1.

Tabel 1. Posisi Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu

Penulis (Tahun)	Subjek	Fokus Penelitian
(Mardiyah & Budiarto, 2019)	Siswa SMP	Abstraksi reflektif siswa dalam mengonstruksi bangun segi empat
(Anam, 2021)	Siswa SMP	Abstraksi reflektif pada materi segi empat dan segitiga berdasarkan jenis kelamin
(Susanah, 2022)	Siswa SMA	Abstraksi reflektif dalam memecahkan masalah geometri berdasarkan gaya belajar
(Nadilia & Wijayanti, 2023)	Siswa SMP	Abstraksi reflektif siswa SMP dalam memecahkan masalah matematika berdasarkan kemampuan matematika
(Istiqomah & Darmawan, 2026) [Penelitian ini]	Siswa SMP	Abstraksi reflektif dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat berdasarkan kemampuan matematis

Tabel 1 menunjukkan adanya gap penelitian yang signifikan dalam pemahaman tentang kemampuan abstraksi reflektif siswa. Meskipun penelitian tentang abstraksi reflektif telah banyak dilakukan, belum ada penelitian yang mengkaji abstraksi reflektif siswa SMP dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat. Padahal, abstraksi reflektif merupakan proses penting dalam pembentukan konsep matematis di mana siswa merefleksikan tindakan matematis yang dilakukan sehingga mampu membangun struktur konsep baru untuk memecahkan masalah lanjutan. Keterbatasan kajian abstraksi reflektif pada materi bilangan berpangkat menjadi penting untuk diperhatikan. Selain karena materi tersebut merupakan prasyarat materi matematika lain yang lebih tinggi, kesalahan mengenai representasi hingga penemuan pola banyak ditemukan baik dalam penelitian terdahulu maupun hasil studi pendahuluan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa abstraksi reflektif siswa SMP dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat belum optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik abstraksi reflektif siswa SMP dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan oleh guru dalam merancang *scaffolding* yang sesuai dengan level abstraksi reflektif siswa.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif. Pendekatan kualitatif digunakan karena penelitian ini berfokus pada proses berpikir siswa dalam melakukan abstraksi reflektif ketika memecahkan masalah, sehingga memerlukan penelusuran strategi hingga penalaran yang digunakan siswa. Jenis penelitian deskriptif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik abstraksi reflektif dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat berdasarkan hasil jawaban tes tertulis dan wawancara.

Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan 27 siswa kelas IX di SMP Negeri 2 Pungging dengan subjek terpilih sebanyak empat siswa. Pemilihan subjek menggunakan teknik *purposive sampling* dengan tipe *criterion sampling*. Tipe tersebut merupakan teknik



purposive sampling dengan kriteria khusus yang harus dipenuhi/dimiliki oleh setiap subjek (Nyimbili & Nyimbili, 2024). Kriteria siswa yang dipilih menjadi subjek antara lain, (1) memiliki kemampuan komunikasi yang baik berdasarkan rekomendasi guru, (2) jawaban menunjukkan kejelasan proses berpikir.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan. Studi pendahuluan dilakukan dalam dua hal, pertama melalui studi literatur untuk memetakan penelitian terdahulu mengenai abstraksi reflektif siswa dalam memecahkan masalah. Hasil dari studi literatur juga digunakan untuk menentukan gap dalam penelitian. Kedua, studi pendahuluan dilakukan dengan memberikan masalah bilangan berpangkat untuk mendapatkan gambaran awal abstraksi reflektif siswa.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pemberian masalah bilangan berpangkat yang disusun berdasarkan indikator abstraksi reflektif dalam memecahkan masalah. Setelah memecahkan masalah, dipilih empat siswa dengan kriteria yang telah ditetapkan dalam penelitian. Lebih lanjut, peneliti melakukan wawancara semi terstruktur pada siswa terpilih untuk menggali indikator abstraksi reflektif yang tidak tampak pada hasil jawaban siswa. Data hasil jawaban siswa dan wawancara kemudian dianalisis untuk mendeskripsikan abstraksi reflektif siswa SMP dalam memecahkan masalah bilangan berpangkat.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan oleh peneliti meliputi soal tes dan pedoman wawancara. Instrumen-instrumen tersebut telah divalidasi oleh dosen matematika yang ahli di bidangnya. Indikator abstraksi reflektif (Nadilia & Wijiyanti, 2023) dalam memecahkan masalah matematika yang dijadikan acuan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Abstraksi Reflektif dalam Memecahkan Masalah Matematika

Level Abstraksi Reflektif	Indikator	Kode Indikator
<i>Recognition (Pengenalan)</i>	Mengingat kembali aktivitas sebelumnya yang berkaitan dengan masalah matematika yang sedang dihadapi.	P1
	Mengidentifikasi aktivitas sebelumnya yang berkaitan dengan masalah matematika yang sedang dihadapi.	P2
<i>Representation (Representasi)</i>	Menerjemahkan informasi yang ada pada masalah matematika dalam bentuk simbol matematika, grafik, tabel atau gambar.	R1
<i>Structural Abstraction (Abstraksi Struktural)</i>	Mampu memecahkan masalah matematika.	A1
	Mengembangkan cara lain untuk memecahkan masalah matematika.	A2
	Mengantisipasi sumber kesulitan selama proses pemecahan masalah matematika	A3
<i>Structural Awareness (Kesadaran Struktural)</i>	Memberikan argumen-argumen atau alasan-alasan terhadap keputusan yang dibuat	K1
	Menggunakan keputusan yang diperoleh untuk masalah selanjutnya.	K2

Instrumen soal tes berisi sebuah masalah bilangan berpangkat seperti pada Gambar 2. Soal tes disusun berdasarkan indikator abstraksi reflektif.



Aprilia sedang membuat menara mainan dengan menggunakan kubus satuan yang disusun menjadi beberapa tingkat. Tingkat pertama (paling atas) tersusun dari 3 kubus satuan. Pada tingkat kedua dan seterusnya, banyak kubus yang digunakan adalah tiga kali banyak kubus pada tingkat sebelumnya. Pola ini berlanjut hingga tingkat $ke - n$.

1. Tuliskan kembali banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$!
2. Tuliskan banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$ ke dalam bentuk bilangan berpangkat, kemudian amati pola yang terbentuk!
3. Tuliskan banyak kubus pada tingkat $ke - n$ dalam bentuk bilangan berpangkat!
4. Tentukan banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 4$ dan $ke - 6$ dalam bentuk bilangan berpangkat!
5. Hitunglah banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 4$ hingga $ke - 6$?

Gambar 2. Instrumen Soal Tes

Lebih lanjut, jenis wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan wawancara semi terstruktur. Wawancara ini dengan berpedoman pada indikator abstraksi reflektif sebagaimana Tabel 3.

Tabel 3. Pedoman Wawancara

No.	Pertanyaan	Indikator Abstraksi Reflektif yang Diukur
1.	Apakah kamu sudah pernah mendapatkan soal seperti ini sebelumnya? (P1)	Recognition (Pengenalan)
2.	Adakah perbedaan antara soal ini dengan soal yang pernah kamu selesaikan dulu? (P1)	
4.	Bagaimana langkah yang kamu gunakan untuk mengubah soal menjadi bentuk bilangan berpangkat? (R1)	Representation (Representasi)
6.	Jelaskan langkah-langkah yang kamu gunakan sampai mendapatkan jawaban akhir tersebut! (A1)	
7.	Apakah ada cara lain yang dapat digunakan untuk menyelesaikan soal nomor 4? (A2)	Structural Abstraction (Abstraksi Struktural)
8.	Manakah bagian tersulit dalam menyelesaikan soal yang diberikan pada soal tes ini? bagaimana cara kamu mengatasinya? (A3)	
9.	Cara apa yang kamu gunakan untuk menyelesaikan soal tersebut? Berikan alasannya memilih cara tersebut! (K1)	Structural Awareness (Kesadaran Struktural)
10.	Apakah pada saat menyelesaikan soal nomor 4 kamu menggunakan kembali cara untuk menyelesaikan soal nomor 3? (K2)	

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi, 1) tes tertulis, 2) wawancara semi terstruktur, 3) dokumentasi. Pengerjaan soal tes dilakukan selama 90 menit untuk mengidentifikasi abstraksi reflektif siswa. Wawancara dilakukan untuk menggali indikator abstraksi reflektif yang tidak tampak pada hasil jawaban siswa. Lebih lanjut, bentuk dokumentasi berupa foto jawaban tertulis siswa dan rekaman audio saat wawancara.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis interaktif meliputi: 1) pengumpulan data; 2) kondensasi (reduksi data); 3) penyajian data; 4) penarikan kesimpulan (Miles dkk., 2014). Pengumpulan data dilakukan dengan melalui pengerjaan soal tes, wawancara semi terstruktur, dan dokumentasi. Data yang terkumpul melalui hasil tes dan wawancara kemudian difokuskan pada tujuan

penelitian. Hasil reduksi data kemudian disajikan dalam bentuk narasi deskriptif. Keabsahan data dalam penelitian ini dijaga melalui teknik triangulasi. Triangulasi dilakukan menggunakan sumber dan teknik. Triangulasi dilakukan dengan mengonfirmasi ulang hasil soal tes yang disusun berdasarkan indikator abstraksi reflektif dengan data hasil wawancara. Soal tes digunakan untuk mengidentifikasi indikator abstraksi reflektif siswa, sedangkan wawancara digunakan untuk menggali indikator abstraksi reflektif lain yang tidak tampak pada hasil jawaban siswa. Melalui teknik triangulasi ini, data yang diperoleh akan lebih jelas dan konsisten sehingga menghasilkan data yang valid. Data yang sudah valid kemudian dapat dijadikan sebagai dasar penarikan kesimpulan dari hasil temuan peneliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil tes dan wawancara, ditemukan empat subjek dengan dua subjek kategori benar dan dua subjek kategori salah. Pemilihan subjek didasarkan pada kriteria yang telah ditetapkan dalam penelitian. Keterangan kategori subjek dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Subjek

Subjek	Kode	Kategori
Subjek 1	S1	Jawaban benar
Subjek 2	S2	Jawaban benar
Subjek 3	S3	Jawaban salah
Subjek 4	S4	Jawaban salah

Subjek Jawaban Benar

Analisis Abstraksi Reflektif S1 dalam Memecahkan Masalah Bilangan Berpangkat

Pada indikator P1 dan P2, S1 mampu mengingat kembali soal bilangan berpangkat yang pernah diselesaikannya serta mampu mengidentifikasi perbedaan di antara keduanya. Berdasarkan hasil wawancara, S1 menyatakan bahwa pernah mendapatkan soal sejenis. Namun, tidak terdapat pola pada bilangan berpangkat dalam soal yang pernah dikerjakan sebelumnya dan tidak ada perintah untuk menuliskan rumus umumnya. Berikut ini Kutipan Wawancara 3 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Sebelumnya kamu sudah pernah mendapat soal seperti ini?”

S1 : “Pernah tapi jenis soalnya saja yang sama, Kak.” **P1**

P : “Bagaimana perbedaannya?”

S1 : “Soal yang pernah saya kerjakan sebelumnya itu hanya tentang perkalian berulang pada bilangan berpangkat saja, tidak membentuk pola. Jadi, tidak terdapat rumus umumnya seperti soal ini tadi.” **P2**

Kutipan Wawancara 3

Pada indikator R1, S1 mampu memahami maksud soal dengan baik. Hal tersebut terbukti melalui jawaban nomor 1 dan nomor 2 pada Gambar 3. S1 mampu menuliskan banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan

$ke - 3$ dengan tepat, kemudian mengubahnya ke dalam bentuk bilangan berpangkat dengan benar.

1. Tuliskan kembali banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$!

2. Tuliskan banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$ ke dalam bentuk bilangan berpangkat, kemudian amati pola yang terbentuk!

R1

1. Tingkat $ke-1 = 3$ kubus
 Tingkat $ke-2 = 9$ kubus
 Tingkat $ke-3 = 27$ kubus

2. Tingkat $ke-1 = 3 = 3^1$
 Tingkat $ke-2 = 9 = 3^2$
 Tingkat $ke-3 = 27 = 3^3$

Gambar 3. Jawaban S1 pada Pemenuhan Indikator R1

Jawaban S1 diperkuat dengan hasil wawancara yang menyatakan bahwa S1 sangat memahami maksud soal bahwa banyak kubus pada setiap tingkat adalah tiga kali banyak kubus pada tingkatan sebelumnya sehingga pola tersebut membentuk pola perkalian 3 yang berulang sebagaimana konsep bilangan berpangkat. Banyak kubus pada setiap tingkat yang dituliskan oleh S1 merupakan hasil dari perkalian berulang tersebut. Selanjutnya, S1 mengubah hasil tersebut ke dalam bentuk bilangan berpangkat dari perkalian berulang. Berikut ini Kutipan Wawancara 4 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Bagaimana cara kamu mengubahnya ke dalam bentuk bilangan berpangkat?”

S1 : “Pada soal dijelaskan kalau banyak kubus itu tiga kali banyak kubus pada tingkat sebelumnya. Jadi, seperti perkalian 3 yang berulang karena banyak kubus awalnya 3. Dari perkalian itu dilihat 3 nya dikalikan sebanyak berapa kali sehingga bisa menentukan bentuk bilangan berpangkatnya.”

R1

Kutipan Wawancara 4

Pada indikator A1, S1 menyadari adanya pola yang terbentuk dari jawaban pada soal nomor 2. Berdasarkan wawancara, pola yang terbentuk pada bilangan berpangkat berupa basis 3 dan eksponen sama dengan tingkat ke berapa kubus tersebut disusun. Namun, S1 belum mampu menuliskan pola ke dalam bentuk rumus formalnya. Hal tersebut terbukti dari jawaban soal nomor 3 yang kurang tepat. Selain itu, pada soal nomor 4, S1 juga kurang teliti dalam memahami instruksi soal. Banyak kubus yang dituliskan sudah benar, akan tetapi tidak ditulis dalam bentuk bilangan berpangkat. Jawaban tersebut tertulis seperti pada Gambar 4.

3. Tuliskan banyak kubus pada tingkat $ke - n$ dalam bentuk bilangan berpangkat!

4. Tentukan banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 4$ dan $ke - 6$ dalam bentuk bilangan berpangkat!

A1

3. $ke-n = 3^n \Rightarrow ke-n = 3^n$

4. Tingkat $ke-4 = 81$
 Tingkat $ke-6 = 729$

Gambar 4. Jawaban S1 pada Pemenuhan Indikator A1



Lebih lanjut, peneliti melakukan wawancara sebagai konfirmasi ulang mengenai pola yang telah didapatkan berdasarkan jawaban soal nomor 2 sehingga pada akhirnya S1 mampu menyimpulkan rumus umumnya. Selain itu, dari hasil wawancara didapatkan bahwa S1 mampu menuliskan banyak kubus pada tingkat $ke - 4$ dan $ke - 6$ dalam bentuk bilangan berpangkat dengan benar. Berikut ini Kutipan Wawancara 5 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Baik, kembali ke jawaban kamu pada soal nomor 2. Jika kamu menuliskan tingkat $ke - 1 = 3^1$, tingkat $ke - 2 = 3^2$, dan tingkat $ke - 3 = 3^3$, maka untuk tingkat $ke - n$ sama dengan berapa?”

S1 : “Ohh karena polanya sama ya, Kak. Berarti banyak kubus pada tingkat $ke - n = 3^n$.”

P : “Untuk soal nomor 4, jika dituliskan dalam bentuk bilangan berpangkat, berapakah hasilnya?”

S1 : “Tingkat $ke - 4 = 3^4$, tingkat $ke - 6 = 3^6$ ”

A1

Kutipan Wawancara 5

Pada **indikator A2**, S1 mampu menemukan cara lain untuk menyelesaikan soal nomor 4, yaitu dengan menggunakan pola sekaligus rumus umum 3^n untuk menyelesaikan soal. Berikut ini Kutipan Wawancara 6 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apakah ada cara lain untuk menyelesaikan soal nomor 4? Coba amati kembali bagaimana pola bilangan berpangkat yang terbentuk pada soal nomor 2! Amati basis dan eksponennya!”

S1 : “Ada, Kak. Ini saya lihat polanya. Basisnya sama semua, Kak. Basisnya 3 karena diketahui di soalnya tadi kalau banyak kubus pada tingkat kedua dan seterusnya adalah tiga kali banyak kubus pada tingkat sebelumnya. Lalu, untuk banyak eksponennya sama dengan tingkat ke berapa kubusnya disusun.”

A2

Kutipan Wawancara 6

Pada **indikator A3**, S1 menyebutkan bahwa kesulitan yang dihadapi adalah pada saat mencari rumus umumnya dan berhasil mengatasi hal tersebut dengan mengamati ulang pola yang terbentuk pada nomor sebelumnya. Berikut ini Kutipan Wawancara 7 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apa yang menjadi kesulitanmu dalam mengerjakan soal ini?”

S1 : “Ya itu tadi, Kak. Susah mencari rumus umumnya. Karena belum pernah dapat soal seperti itu sebelumnya.”

P : “Bagaimana cara kamu bisa menemukan rumusnya?”

S1 : “Mengamati ulang pola bilangan berpangkat pada nomor 2.”

A3

Kutipan Wawancara 7

Selanjutnya, pada **indikator K1**, S1 mampu menyebutkan alasan mengapa lebih memilih menggunakan pola untuk menyelesaikan soal nomor 4. Berdasarkan hasil wawancara, didapatkan bahwa penggunaan pola dinilai dapat mempermudah pengerjaan karena tidak perlu mengalikan bilangan satu per satu. Berikut ini Kutipan Wawancara 8 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Untuk menyelesaikan soal nomor 4, apakah kamu langsung menggunakan pola yang kamu dapatkan tadi, atau mengalikannya satu per satu? Sebutkan alasannya!”

S1 : “Langsung pakai pola, karena akan lebih mudah pastinya, tidak perlu

K1

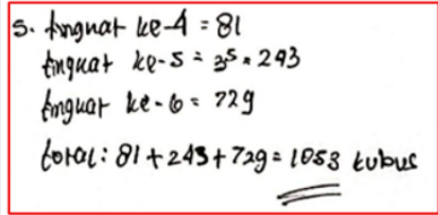


mengalikan satu per satu.”

Kutipan Wawancara 8

Pada indikator K2, S1 mampu untuk menyelesaikan soal nomor 5 menggunakan pola yang dipahami sebagaimana Gambar 5. Namun, setelah mengetahui rumus umum 3^n , S1 juga menyadari bahwa rumus tersebut juga bisa digunakan untuk mengerjakan soal nomor 5. Selain itu, S1 juga sudah mendapatkan sebagian informasi untuk menyelesaikan soal nomor 5 dari jawaban soal nomor 4. Berikut ini Kutipan Wawancara 9 yang menunjukkan hal tersebut.

5. Hitunglah banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat ke - 4 hingga ke - 6?



5. Angkat ke-4 = 81
 Angkat ke-5 = $3^5 = 243$
 Angkat ke-6 = 729
 Total: $81 + 243 + 729 = 1053$ kubus

K2

Gambar 5. Jawaban S1 pada Pemenuhan Indikator K2

P : “Apakah rumus yang telah kamu gunakan tadi bisa juga dipakai untuk menyelesaikan soal nomor 5?”

S1 : “Bisa, Kak. Lagi pula di soal nomor 4 itu kan sudah ada 2 informasi yang telah saya dapatkan. Jadi, tinggal mencari yang satunya yaitu banyak kubus pada tingkat ke - 5.”

K2

Kutipan Wawancara 9

Abstraksi Reflektif S2 dalam Memecahkan Masalah Bilangan Berpangkat

Pada indikator P1 dan P2, S2 mampu mengingat kembali soal bilangan berpangkat yang pernah diselesaikannya serta mampu mengidentifikasi perbedaan di antara keduanya. Berdasarkan hasil wawancara, S2 menyebutkan bahwa sebelumnya pernah mendapatkan soal serupa mengenai representasi bilangan berpangkat. Namun, soal tersebut tidak berupa soal cerita. Berikut ini Kutipan Wawancara 10 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Sebelumnya kamu sudah pernah mendapat soal seperti ini?”

S2 : “Pernah. Tapi tidak sama persis, Kak.”

P1

P : “Bagaimana perbedaannya?”

S2 : “Soal yang pernah saya kerjakan sebelumnya itu mengenai mengubah bentuk ke dalam bentuk bilangan berpangkat. Soalnya tidak berbentuk soal cerita seperti ini. Kalau soal ini kan harus memahami maksud soalnya seperti apa sehingga bisa menuliskan banyak kubus yang diminta. Jadi, ada polanya.”

P2

Kutipan Wawancara 10

Pada indikator R1, S2 mampu menuliskan banyak kubus pada tingkat ke - 1, ke - 2, ke - 1, dan ke - 3 dengan benar seperti pada Gambar 6. Hal tersebut menunjukkan bahwa S2 mampu memahami cerita dalam soal yang diberikan. Selain

itu, S2 juga mampu merepresentasikan banyak kubus tersebut ke dalam bentuk bilangan berpangkat dengan benar.

1. Tuliskan kembali banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$!
2. Tuliskan banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$ ke dalam bentuk bilangan berpangkat, kemudian amati pola yang terbentuk!

1. $ke - 1 = 3$
 $ke - 2 = 9$
 $ke - 3 = 27$

2. $ke - 1 = 3^1$
 $ke - 2 = 3^2$
 $ke - 3 = 3^3$

R1

Gambar 6. Jawaban S2 pada Pemenuhan Indikator R1

Jawaban S2 diperkuat dengan hasil wawancara yang menyatakan bahwa banyak kubus pada setiap tingkat merupakan hasil dari perkalian 3 yang berulang. Selanjutnya, S2 menuliskan hasil tersebut ke dalam bentuk bilangan berpangkat. Berikut ini Kutipan Wawancara 11 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Bagaimana cara kamu mengubahnya ke dalam bentuk bilangan berpangkat?”

S2 : “Dari soal yang diberikan, dapat dipahami kalau kubus pada tingkat menara tersebut membentuk perkalian 3 yang berulang. Dari situ tinggal diubah ke bentuk bilangan berpangkat dengan basis 3.”

R1

Kutipan Wawancara 11

Pada indikator A1, S2 menyadari bahwa ada pola yang terbentuk dari bilangan berpangkat yang dihasilkan oleh jawaban nomor 2 sehingga S2 mampu menyelesaikan soal nomor 4 dengan menggunakan pola yang dipahami. S2 menyebutkan bahwa pola tersebut membentuk bilangan berpangkat dengan basis 3 dan eksponen yang selalu bertambah 1 setiap kali bertambah tingkatan menaranya. Namun, S2 belum mampu untuk menuliskan bentuk formal dari pola tersebut sehingga jawaban yang diberikan pada soal nomor 3 kurang tepat. Jawaban tersebut sesuai dengan Gambar 7.

3. Tuliskan banyak kubus pada tingkat $ke - n$ dalam bentuk bilangan berpangkat!
4. Tentukan banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 4$ dan $ke - 6$ dalam bentuk bilangan berpangkat!

3. $ke - n = ke - 4 = 81$ atau 3^4

4. $ke - 4 = 81$ atau 3^4 $ke - 6 = 729$ atau 3^6

A1

Gambar 7. Jawaban S2 pada Pemenuhan Indikator A1

Lebih lanjut, peneliti melakukan konfirmasi ulang mengenai pola yang dipahami oleh S2 pada soal nomor 2 sehingga S2 mampu untuk menuliskannya ke dalam bentuk rumus formal dan berhasil menyelesaikan soal nomor 3. Berikut ini Kutipan Wawancara 12 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Baik, kembali ke jawaban kamu pada soal nomor 2. Jika kamu menuliskan tingkat $ke - 1 = 3^1$, tingkat $ke - 2 = 3^2$, dan tingkat $ke - 3 = 3^3$, maka untuk tingkat $ke - n$ sama dengan berapa?”

S2 : “Ohh karena n nya bisa diisi apapun dan melihat polanya berarti

A1



tingkat ke - $n = 3^n$, Kak.”

A1

Kutipan Wawancara 12

Pada indikator A2, S2 menyatakan bahwa pola yang ditemukannya merupakan cara alternatif yang dapat mempercepat dalam menyelesaikan soal sehingga S2 lebih memilih menggunakan pola dari pada mengalikan satu per satu. Berikut ini Kutipan Wawancara 13 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apakah ada cara lain untuk mengerjakan soal nomor 4? Coba amati kembali bagaimana pola bilangan berpangkat yang terbentuk pada soal nomor 2! Amati basis dan eksponennya!”

S2 : “Ada, Kak. Ada pola yang terbentuk sehingga saya menggunakannya sebagai acuan. Pola yang terbentuk itu basisnya sama yaitu 3, kemudian eksponennya selalu bertambah 1 jika tingkat menaranyanya bertambah juga.”

A2

Kutipan Wawancara 13

Pada indikator A3, S2 menyebutkan bahwa terdapat kesulitan dalam memahami cerita dalam soal. Akan tetapi, S2 berhasil mengatasi hal tersebut dengan memahami soal sedikit demi sedikit melalui gambar yang dibuatnya. Berikut ini Kutipan Wawancara 14 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apa yang menjadi kesulitanmu dalam mengerjakan soal ini dan bagaimana cara kamu mengatasinya?”

S2 : “Kesulitan dalam memahami cerita, Kak. Tapi tadi itu saya pahami pelan-pelan pakai gambar. Jadi, akhirnya paham.”

A3

Kutipan Wawancara 14

Selanjutnya pada indikator K1, S2 mampu menyebutkan alasan mengapa lebih memilih menggunakan pola untuk menyelesaikan soal nomor 4. Berdasarkan hasil wawancara didapatkan bahwa pola akan sama untuk semua tingkatan pada menara tersebut sehingga lebih mudah menggunakan pola. Berikut ini Kutipan Wawancara 15 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Untuk menyelesaikan soal nomor 4, apakah kamu langsung menggunakan pola yang kamu dapatkan tadi, atau mengalikannya satu per satu? Sebutkan alasannya!”

S2 : “Langsung pakai pola saja, Kak. Polanya akan sama untuk semua tingkatan pada menara tersebut. Jadi, lebih mudah pakai pola.”

K1

Kutipan Wawancara 15

Pada indikator K2, S2 mampu untuk menyelesaikan soal nomor 5 menggunakan pola yang dipahami seperti pada Gambar 8. Namun, setelah mengetahui rumus umum 3^n , S2 juga menyadari bahwa rumus tersebut juga bisa digunakan untuk mengerjakan soal nomor 5. Selain itu, S1 juga sudah mendapatkan sebagian informasi untuk menyelesaikan soal nomor 5 dari jawaban soal nomor 4. Berikut ini Kutipan Wawancara 16 yang menunjukkan hal tersebut.

5. Hitunglah banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat ke - 4 hingga ke - 6?

$$\begin{array}{l} \text{S. } ke-4 = 81 \quad ke-5 = 243 \quad ke-6 = 729 \\ 81 + 243 + 729 = 1.053 \end{array}$$

K2

Gambar 8. Jawaban S2 pada Pemenuhan Indikator K2

P : “Apakah pola yang telah kamu gunakan tadi bisa juga dipakai untuk menyelesaikan soal nomor 5?”

S2 : “Pasti bisa, Kak.” K2

Kutipan Wawancara 16

Subjek Jawaban Salah

Abstraksi Reflektif S3 dalam Memecahkan Masalah Bilangan Berpangkat

Pada indikator P1 dan P2, S3 menyatakan bahwa pernah mendapatkan soal yang sejenis dengan soal penelitian ini. Soal tersebut berkaitan dengan bilangan berpangkat. Berikut ini Kutipan Wawancara 17 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Sebelumnya kamu sudah pernah mendapat soal seperti ini?”

S3 : “Sepertinya pernah, Kak.” P1

P : “Seperti apa bentuk soalnya?”

S3 : “Saya agak lupa, Kak. Seingat saya, soalnya tentang perpangkatan.” P2

Kutipan Wawancara 17

Pada indikator R1, S3 mampu menuliskan banyak kubus dengan benar untuk tingkat $ke - 1$ dan $ke - 2$ akan tetapi kurang tepat untuk tingkat $ke - 3$ seperti pada Gambar 9.

1. Tuliskan kembali banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$!
2. Tuliskan banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$ ke dalam bentuk bilangan berpangkat, kemudian amati pola yang terbentuk!

Jawab:

1. Tingkat ke 1 = 3 kubus satuan
 Tingkat ke 2 = 9 kubus satuan
 Tingkat ke 3 = 18 kubus satuan

2. Tingkat ke 1 = 3^1
 Tingkat ke 2 = 3^2
 Tingkat ke 3 = 3^6

R1

Gambar 9. Jawaban S3 pada Pemenuhan Indikator R1

Peneliti melakukan konfirmasi ulang mengenai jawaban nomor 1 dan 2. Kesalahan jawaban S3 pada soal nomor 1 dikarenakan kurang teliti dalam melakukan perkalian. Pada soal nomor 2, diketahui bahwa S3 jelas memiliki pemahaman konsep bilangan berpangkat yang kurang tepat. S3 menganggap bahwa 3, 9, dan 18 merupakan hasil perkalian 3 dengan sebuah bilangan tanpa memperhatikan konsep perkalian berulang pada bilangan berpangkat. Berikut ini Kutipan Wawancara 18 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Jelaskan alasan kamu menuliskan jawaban tersebut untuk nomor 1!”

S3 : “Karena banyak kubus akan selalu tiga kali banyak kubus sebelumnya, makanya jadi begitu, Kak. Tingkat $ke - 1 = 3$, tingkat $ke - 2$ dikali tiga jadinya 9, dan untuk tingkat $ke - 3$, maka 9 tadi dikali tiga jadi 18.”

P : “ $9 \times 3 = 18$ ya?”

S3 : “Iya, Kak.” R1

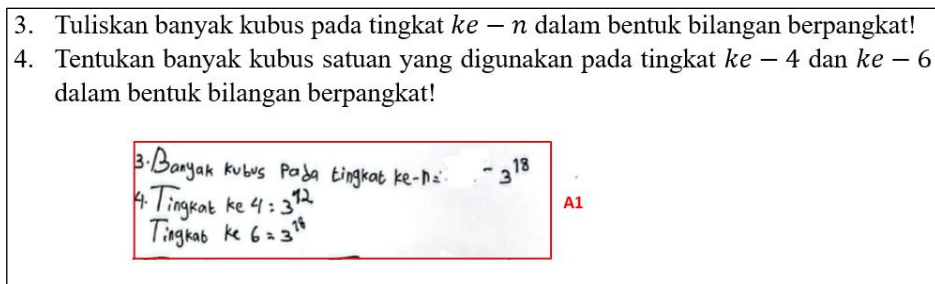
P : “Bagaimana cara kamu mengubahnya ke dalam bentuk bilangan berpangkat?”

S3 : “Tingkat $ke - 1 = 3^1$ karena $3 \times 1 = 3$, tingkat $ke - 2 = 3^3$ karena

$3 \times 3 = 9$, dan tingkat $ke - 3 = 3^6$ karena $3 \times 6 = 18$. Begitu, Kak.” **R1**

Kutipan Wawancara 18

Pada **indikator A1**, S3 belum mampu menyelesaikan soal nomor 3 dan 4 dengan benar seperti yang terdapat pada Gambar 10. S3 mengisi nilai n dengan bilangan sesuai keinginan, yaitu $n = 6$. Hal tersebut dikarenakan dari seluruh soal, tingkat yang paling bawah adalah tingkat $ke - 6$. Cara tersebut jelas tidak dibenarkan.



Gambar 10. Jawaban S3 pada Pemenuhan Indikator A1

Lebih lanjut, peneliti melakukan konfirmasi ulang mengenai pola yang dipahami oleh S3 pada jawaban soal nomor 2. Akan tetapi, S3 menyebutkan bahwa tidak menemukan pola pada jawaban sebelumnya. Hal tersebut menyebabkan S3 menuliskan rumus umum yang kurang tepat. Berikut ini Kutipan Wawancara 19 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Baik, kembali ke jawaban kamu pada soal nomor 2. Jika kamu menuliskan tingkat $ke - 1 = 3^1$, tingkat $ke - 2 = 3^3$, dan tingkat $ke - 3 = 3^6$, apakah kamu melihat ada pola yang terbentuk dari tiga bilangan berpangkat tersebut?”

S3 : “Tidak ada, Kak.”

P : “Bagaimana cara kamu menyelesaikan soal nomor 3?”

S3 : “Nilai n nya diisi dengan bilangan 6 karena melihat tingkat yang paling bawah di soal ini adalah tingkat $ke - 6$. Jadi banyak kubus pada tingkat $ke - 6 = 3^{18}$.”

A1

Kutipan Wawancara 19

Pada **indikator A2**, S3 tidak mampu menemukan cara lain dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Berikut ini Kutipan Wawancara 20 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apakah ada cara lain untuk mengerjakan soal nomor 4? Coba amati kembali bagaimana pola bilangan berpangkat yang terbentuk pada soal nomor 2! Amati basis dan eksponennya!”

S3 : “Sepertinya tidak ada, Kak.”

A2

Kutipan Wawancara 20

Pada **indikator A3**, S3 juga menyebutkan kesulitan dalam menyelesaikan soal ini yaitu saat mengubah ke bentuk bilangan berpangkat. Berikut ini Kutipan Wawancara 21 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apa yang menjadi kesulitanmu dalam mengerjakan soal ini? bagaimana cara kamu mengatasinya?”

S3 : “Mengubah ke dalam bentuk bilangan berpangkat, Kak.”

A3

Kutipan Wawancara 21

Selanjutnya untuk **indikator K1**, didapatkan bahwa pemahaman konsep S3 mengenai bilangan berpangkat pada jawaban soal nomor 4 kurang tepat. S3 menuliskan bahwa bentuk bilangan berpangkat pada tingkat $ke - 4 = 3^{12}$ yang didapatkan dari 3×12 . Pemahaman yang sama juga digunakan dalam menyatakan bahwa bentuk bilangan berpangkat pada tingkat $ke - 6 = 3^{18}$. Berdasarkan Kutipan Wawancara 19, S3 menyatakan bahwa tidak menemukan pola pada bilangan berpangkat tingkat $ke - 1$ hingga $ke - 3$. Akan tetapi, setelah dilakukan wawancara lebih lanjut, S3 menyebutkan bahwa semua eksponen dari bilangan berpangkat sebelumnya merupakan kelipatan 3 sehingga pemahaman tersebut digunakan untuk menentukan bilangan berpangkat pada tingkatan setelahnya. Hal itu menunjukkan bahwa S3 sebenarnya memiliki pola sendiri untuk menentukan bentuk bilangan berpangkat, walaupun pola tersebut kurang tepat. Berikut ini Kutipan Wawancara 22 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Untuk menyelesaikan soal nomor 4, cara apa yang kamu pakai? Sebutkan alasannya!”

S3 : “Sama seperti sebelumnya banyak kubus pada tingkat $ke - 4 = 3 \times 12$. Jadi bentuk bilangan berpangkatnya 3^{12} . Kalau yang tingkat $ke - 6 = 3 \times 18 = 3^{18}$.”

P : “Dari manakah kamu mendapatkan 12 dan 18?”

S3 : “Itu kelipatan 3, Kak.”

K1

Kutipan Wawancara 22

Pada **indikator K2**, S3 juga tidak mampu menjawab soal nomor 5 dengan benar. S3 melakukan perkalian yang kurang tepat ketika merepresentasikan bilangan berpangkat. S3 menuliskan bahwa $3^{12} = 27$ dan $3^{18} = 45$. Selain itu, S3 juga tidak menyadari bahwa ada perbedaan kata hubung **dan** pada soal nomor 4 dan kata **hingga** pada soal nomor 5. Pemahaman tersebut menyebabkan S3 tidak menghitung kubus pada tingkat $ke - 6$ serta tidak menjumlahkan banyak kubus pada tingkat $ke - 4, ke - 5$, dan $ke - 6$. S3 beranggapan bahwa perintah tersebut sama dengan perintah pada soal nomor 4, hanya saja bentuk jawabannya yang berbeda. Jawaban tersebut terdapat pada Gambar 11 dan dikuatkan oleh hasil wawancara seperti pada Kutipan Wawancara 23.

5. Hitunglah banyak kubus satuan yang digunakan pada tingkat $ke - 4$ hingga $ke - 6$?

f / tingkat $ke - 4 = 27$ / tingkat $ke - 6 = 45$ K2

Gambar 11. Jawaban S3 pada Pemenuhan Indikator K2

P : “Apakah kamu menggunakan cara yang sama seperti sebelumnya dalam menyelesaikan soal nomor 5?”

S3 : “Iya, Kak. Jawaban nomor 4 kan sudah dapat bentuk bilangan berpangkatnya. Jadi, pada soal nomor 5 tinggal dihitung saja bilangan berpangkat tadi.”

K2

P : “Jadi nomor 4 dan 5 itu menurut kamu sama ya? Hanya bentuknya saja yang berbeda?”

S3 : “Iya, Kak.”

Kutipan Wawancara 23

Abstraksi Reflektif S4 dalam Memecahkan Masalah Bilangan Berpangkat

Pada indikator P1 dan P2, S4 menyatakan bahwa pernah mendapatkan soal yang sejenis dengan soal penelitian ini. Soal tersebut merupakan soal prosedural mengenai bilangan berpangkat. S4 juga menyebutkan bahwa soal tersebut telah didapatkan pada kelas VIII. Berikut ini Kutipan Wawancara 24 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Sebelumnya kamu sudah pernah mendapat soal seperti ini?”

S4 : “Pernah, Kak.” P1

P : “Seperti apa bentuk soalnya?”

S4 : “Seingat saya tentang bentuk pangkat tapi tidak berbentuk cerita. Saya mendapatkan soal itu di kelas VIII.” P2

Kutipan Wawancara 24

Pada indikator R1, S4 mampu menuliskan banyak kubus dengan benar untuk tingkat $ke - 1$ dan $ke - 2$. Namun, kurang tepat untuk tingkat $ke - 3$. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.

1. Tuliskan kembali banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$!
2. Tuliskan banyak kubus satuan pada tingkat $ke - 1$, $ke - 2$, dan $ke - 3$ ke dalam bentuk bilangan berpangkat, kemudian amati pola yang terbentuk!

<p>① tingkat 1 : 3 kubus tingkat 2 : 9 kubus tingkat 3 : 18 kubus</p>	<p>② tingkat 1 : 3¹ tingkat 2 : 3² tingkat 3 : 3⁶</p>
---	--

Gambar 12. Jawaban S4 pada Pemenuhan Indikator R1

Peneliti melakukan konfirmasi ulang mengenai jawaban soal nomor 1 dan 2. Kurang tepatnya jawaban S4 pada nomor 1 dikarenakan salah dalam menghitung. Pada soal nomor 2, diketahui bahwa S4 memiliki pemahaman yang kurang tepat terhadap konsep bilangan berpangkat. S4 menyatakan bahwa bentuk bilangan berpangkat dari 9 adalah 3^3 . Jawaban tersebut didasarkan pada pemahaman bahwa $3 \times 3 = 9$ sehingga S4 menganggap bahwa hasil perkalian tersebut merupakan bentuk 3^3 . Hal ini menunjukkan bahwa S4 belum memahami bahwa eksponen/bilangan berpangkat itu menyatakan banyak faktor yang sama dalam perkalian berulang. Lebih lanjut, pemahaman konsep tersebut digunakan kembali oleh S4 untuk menentukan bilangan berpangkat dari 18 sehingga hasil yang didapatkan juga kurang tepat. Temuan tersebut disebutkan dalam Kutipan Wawancara 25 berikut.

P : “Jelaskan alasan kamu menuliskan jawaban tersebut untuk nomor 1!”

S4 : “Setiap tingkat, kubusnya itu tiga kali banyak kubus pada tingkat sebelumnya sehingga tingkat $ke - 1 = 3$, tingkat $ke - 2$ dikali tiga jadinya 9, dan pada tingkat $ke - 3$, banyak kubus pada tingkat $ke - 2$ tadi dikali tiga lagi sehingga jadi 18.” R1

P : “ $9 \times 3 = 18$ ya?”

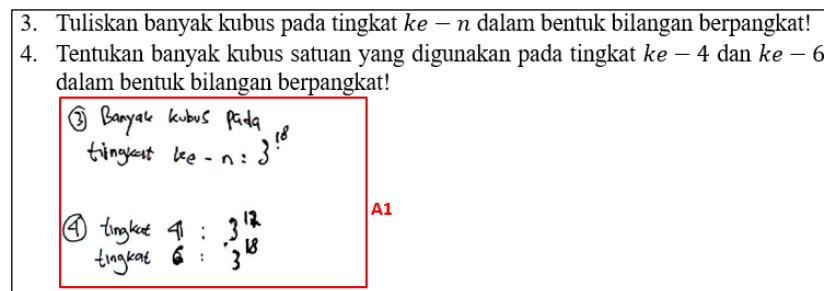
S4 : “Iya kak.”

P : “Bagaimana cara kamu mengubahnya ke dalam bentuk bilangan berpangkat?”

S4 : “Tingkat $ke - 1 = 3^1$ karena $3 \times 1 = 3$, tingkat $ke - 2 = 3^3$ karena $3 \times 3 = 9$, dan tingkat $ke - 3 = 3^6$ karena $3 \times 6 = 18$.” **R1**

Kutipan Wawancara 25

Pada indikator A1, S4 belum mampu menyelesaikan soal nomor 3 dan 4 dengan benar. S4 mengisi nilai n dengan bilangan sesuai keinginan yaitu $n = 6$ karena mengambil banyak kubus pada tingkatan paling bawah. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Jawaban S4 pada Pemenuhan Indikator A1

Lebih lanjut, peneliti melakukan konfirmasi ulang mengenai pola yang dipahami oleh S4 pada soal nomor 2. Akan tetapi, S4 menyebutkan bahwa tidak menemukan pola pada bilangan berpangkat yang telah terbentuk. Hal tersebut menyebabkan S3 kurang tepat dalam menuliskan rumus umum. Berikut ini Kutipan Wawancara 26 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Baik, kembali ke jawaban kamu pada soal nomor 2. Jika kamu menuliskan tingkat $ke - 1 = 3^1$, tingkat $ke - 2 = 3^3$, dan tingkat $ke - 3 = 3^6$, apakah kamu melihat ada pola yang terbentuk dari tiga bilangan berpangkat tersebut?”

S4 : “Saya tidak menemukan polanya, Kak.” **A1**

P : “Bagaimana cara kamu menyelesaikan soal nomor 3?” **A1**

S4 : “Nilai $n = 6$ karena 6 itu tingkatan yang paling bawah di soal ini. Jadi, banyak kubus pada tingkat $ke - 6 = 3^{18}$.” **A1**

Kutipan Wawancara 26

Pada indikator A2, S4 tidak mampu menemukan cara lain dalam menyelesaikan soal yang diberikan. Berikut ini Kutipan Wawancara 27 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apakah ada cara lain untuk mengerjakan soal nomor 4? Coba amati kembali bagaimana pola bilangan berpangkat yang terbentuk pada soal nomor 2! Amati basis dan eksponennya!”

S4 : “Tidak tahu ya, Kak.” **A2**

Kutipan Wawancara 27

Pada indikator A3, S4 juga menyebutkan bahwa kesulitan dalam menyelesaikan soal ini adalah proses mengubah ke bentuk bilangan berpangkat. Berikut ini Kutipan Wawancara 28 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Apa yang menjadi kesulitanmu dalam mengerjakan soal ini? bagaimana cara kamu mengatasinya?”

S4 : “Mengubah ke dalam bentuk bilangan berpangkat, Kak.” **A3**

Kutipan Wawancara 28



Selanjutnya, pada **indikator K1**, didapatkan bahwa pemahaman konsep mengenai bilangan berpangkat pada soal nomor 4 kurang tepat. S4 menuliskan bahwa bahwa bentuk bilangan berpangkat pada tingkat $ke - 4 = 3^{12}$ yang didapatkan dari 3×12 . Pemahaman ini digunakan kembali dalam menuliskan bentuk bilangan berpangkat pada tingkat $ke - 6$. Berdasarkan hasil wawancara, S4 memahami bahwa eksponen pada tingkat berikutnya merupakan kelipatan tiga dari eksponen pada tingkat sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa dalam menuliskan bilangan berpangkat, S4 memiliki acuan pola tersendiri. Namun, pola tersebut kurang tepat. Berikut ini Kutipan Wawancara 29 yang menunjukkan hal tersebut.

P : “Untuk menyelesaikan soal nomor 4, cara apa yang kamu pakai? Sebutkan alasannya!”

S4 : “Sama seperti nomor 2, Kak. Banyak kubus pada tingkat $ke - 4 = 3 \times 12$. Jadi bentuk bilangan berpangkatnya 3^{12} . Kalau yang tingkat $ke - 6 = 3 \times 18 = 3^{18}$.”

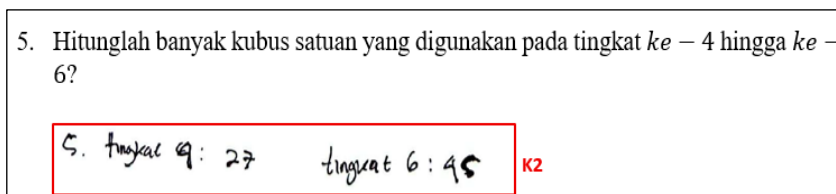
P : “Dari mana kamu mendapatkan 12 dan 18?”

S4 : “(Berpikir sejenak) emm... 12 dan 18 merupakan kelipatan tiga, Kak. Jadi eksponennya itu pasti kelipatan tiga, seperti 3, 6, 12, 15, 18 dst.”

K1

Kutipan Wawancara 29

Pada **indikator K2**, S4 mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal nomor 5 seperti Gambar 14. S3 melakukan perkalian yang salah ketika merepresentasikan bilangan berpangkat $3^{12} = 27$ dan $3^{18} = 45$. Selain itu, S4 tidak menyadari bahwa kata hubung **dan** pada soal nomor 4 dan kata **hingga** pada soal nomor 5 memiliki perbedaan makna. Pemahaman tersebut menyebabkan S4 tidak menjumlahkan banyak kubus pada tingkat $ke - 4$, $ke - 5$, dan $ke - 6$. Berikut ini Kutipan Wawancara 30 yang menunjukkan hal tersebut.



Gambar 14. Jawaban S4 pada Pemenuhan Indikator K2

P : “Apakah kamu menggunakan cara yang sama seperti sebelumnya dalam menyelesaikan soal nomor 5?”

S4 : “Benar, Kak. Dikalikan seperti cara menjawab soal nomor 1 dan 2.”

P : “Apakah jawaban dari soal nomor 4 dan 5 itu menurut kamu sama?”

S4 : “Sama, Kak. Hanya bentuknya saja yang berbeda. Soal nomor 4 bentuknya bilangan berpangkat, sedangkan nomor 5 itu representasi dari bilangan berpangkat tersebut?”

K2

Kutipan Wawancara 30

Pembahasan

Karakteristik Level Abstraksi Reflektif Subjek Jawaban Benar

Pada level *recognition* (pengenalan), subjek jawaban benar mampu mengingat kembali aktivitas yang pernah dilakukan dan berkaitan dengan masalah bilangan berpangkat. Subjek juga mampu menjelaskan letak persamaan dan perbedaan antara

masalah yang sebelumnya pernah didapatkan dan masalah yang diberikan pada penelitian ini. Subjek mampu mengidentifikasi konsep yang pernah didapat yaitu mengenai perkalian berulang pada bilangan berpangkat. Hal tersebut menunjukkan bahwa subjek menggunakan konsep yang sudah dipahami untuk memecahkan sebuah masalah. Sejalan dengan hal tersebut, Hakasinawati dkk. (2017) dan Bohalima (2022) menyebutkan bahwa pemahaman konsep yang telah didapat sebelumnya dapat menambah keyakinan subjek dalam memecahkan masalah.

Pada level *representation* (representasi), subjek dengan jawaban benar mampu menuliskan bentuk bilangan berpangkat dari sebuah bilangan bulat. Hal tersebut merupakan bentuk representasi informasi ke dalam bentuk notasi atau simbol matematika. Hasil ini selaras dengan temuan Nadilia & Wijayanti (2023) yang menyatakan bahwa pada level *representation*, subjek mampu merepresentasikan informasi yang diberikan dalam masalah yang sedang dihadapi ke dalam bentuk model matematis.

Pada tahap *structural abstraction* (abstraksi struktural), subjek mampu memecahkan masalah matematika yang diberikan dengan menuliskan banyak kubus kemudian menuliskan bentuk bilangan berpangkat dari banyak kubus tersebut. Selain itu, subjek juga mampu mengembangkan cara lain untuk mencari banyak kubus pada tingkat tertentu yaitu dengan menggunakan pola yang sama seperti pada soal nomor 2. Pola yang berhasil diidentifikasi adalah bentuk basis yang sama dan eksponen yang menyesuaikan pada tingkat ke berapa kubus tersebut disusun. Subjek juga mampu mengantisipasi sumber kesulitan ketika mencari rumus umum dari masalah yang diberikan yaitu dengan menganalisis ulang pola yang terbentuk pada soal nomor 2 sehingga dapat menemukan rumus umum 3^n . Hasil ini selaras dengan penelitian Bachtiar & Susannah (2021) yang menemukan bahwa pada tahap *structural abstraction*, subjek mampu memecahkan masalah dan berhasil menemukan cara lain untuk memecahkannya.

Pada tahap *structural awareness* (kesadaran struktural), subjek mampu memberikan argumennya terhadap keputusan lebih memilih menggunakan pola dalam memecahkan masalah lanjutan dari pada mengalikan bilangan satu per satu. Selain itu, subjek juga menggunakan pola yang telah dipahami untuk memecahkan masalah selanjutnya. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Anam (2021), pada level *structural awareness*, subjek menjelaskan alasan atas jawaban yang diberikan.

Karakteristik Level Abstraksi Reflektif Subjek Jawaban Salah

Pada level *recognition* (pengenalan), subjek mampu mengingat dan mengidentifikasi masalah yang pernah dipecahkan sehingga menyadari bahwa masalah matematika yang diberikan merupakan masalah bilangan berpangkat. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah dapat dipengaruhi oleh pengalaman dalam memecahkan masalah serupa (Muslim dkk., 2026).

Pada level *representation* (representasi), subjek mengalami kesulitan dalam merepresentasikan bilangan bulat ke dalam bentuk bilangan berpangkat. Hal tersebut menyebabkan kesalahan dalam merepresentasikan bilangan berpangkat. Temuan ini selaras dengan penelitian Nurhadida dkk. (2025) yang menemukan bahwa subjek merasa kesulitan untuk melakukan representasi simbolik, sehingga kemampuan representasi simbolik subjek tergolong rendah. Lebih lanjut, menurut hasil penelitian Chen dkk. (2025), keterbatasan representasi dapat menyebabkan kesulitan membangun pemahaman konsep yang lebih kompleks.



Pada level *structural abstraction* (abstraksi struktural), subjek mengalami kesulitan dalam memahami pola yang terbentuk baik dalam segi konseptual hingga generalisasi bentuk formal. Maula dkk. (2024) menemukan hal yang sama bahwa terdapat subjek yang kesulitan dalam generalisasi pola terutama pada tahap simbolik. Padahal, menurut Darmawan dkk. (2024), proses menemukan pola hingga menggeneralisasikannya merupakan bagian penting dalam pemecahan masalah matematika. Hal tersebut mengakibatkan subjek kesulitan dalam memecahkan masalah yang diberikan dan menghasilkan jawaban yang salah. Lebih lanjut, hasil penelitian Darmawan dkk. (2023) menyebutkan bahwa penyebab rendahnya kemampuan memecahkan masalah adalah sulit menentukan strategi pemecahan masalah yang tepat.

Pada level *structural awareness* (kesadaran struktural), subjek mengerjakan masalah lanjutan yang diberikan dengan menggunakan pola bilangan berpangkat yang kurang tepat. Lebih dari itu, dalam memecahkan masalah lanjutan, subjek mengalami kesulitan dalam melakukan perkalian berulang sehingga hasil yang didapatkan juga kurang tepat. Penelitian oleh Halim dkk. (2021) menunjukkan bahwa subjek mengalami beberapa jenis kesalahan pemahaman konsep seperti *classification misconception*, *correlational misconception*, dan *theoretical misconception* yang disebabkan oleh lemahnya pemahaman konsep terkait bilangan berpangkat/eksponen. Lebih lanjut, berdasarkan penelitian Wulandari & Darmawan (2024) menyebutkan bahwa kesalahan pemahaman konsep dapat menyebabkan konsep matematika menjadi lebih sukar dipahami sehingga subjek kesulitan dalam memecahkan masalah yang lebih kompleks.

Perbedaan Level Abstraksi Reflektif Subjek Jawaban Benar dan Salah

Level abstraksi reflektif subjek dengan jawaban benar dan jawaban salah memiliki pencapaian yang berbeda. Subjek dengan jawaban benar memenuhi seluruh level dalam abstraksi reflektif (*recognition*, *representation*, *structural abstraction*, *structural awareness*). Sedangkan level abstraksi reflektif subjek dengan jawaban salah hanya memenuhi level *recognition*.

Perbedaan pencapaian tersebut bukan dipandang sebagai hasil akhir benar atau salah, akan tetapi dipandang sebagai variasi dalam proses abstraksi reflektif. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut.

1. Kemampuan Koordinasi Tindakan Mental

Perbedaan level abstraksi reflektif subjek dapat dipengaruhi oleh kemampuan koordinasi tindakan mental. Subjek dengan jawaban benar menunjukkan kemampuan yang lebih sistematis dalam mengkoordinasikan tindakan mental ketika memecahkan masalah. Koordinasi tersebut tampak dari kemampuan subjek mengenali konsep, mengidentifikasi pola untuk memecahkan masalah kemudian mengkoordinasikan tindakan tersebut untuk memecahkan masalah lanjutan. Dalam teori konstruktivisme, Piaget menyebutkan bahwa abstraksi reflektif terbentuk dari koordinasi umum (*general coordinations*) tindakan yang menggambarkan struktur logika individu dalam membentuk konsep baru (Sopamena, 2018). Dengan demikian, keberhasilan subjek dalam menjawab tidak hanya ditentukan oleh pemahaman prosedural, tetapi juga membutuhkan proses koordinasi mental yang baik.

2. Pemahaman Konsep Bilangan Berpangkat

Subjek dengan jawaban benar jelas memiliki pemahaman yang kuat mengenai konsep bilangan berpangkat hingga bentuk representasinya. Hal tersebut



membuktikan bahwa kemampuan dalam pemecahan masalah sangat dipengaruhi oleh penguasaan prasyarat. Sejalan dengan hal tersebut, hasil temuan Rahmah & Darmawan (2025) menyebutkan bahwa penguasaan konsep awal yang kuat akan membantu subjek dalam menyusun strategi penyelesaian masalah.

Sebaliknya, subjek dengan jawaban salah bahkan kesulitan memahami bentuk representasi dari bilangan berpangkat positif. Kesulitan yang dihadapi oleh subjek disebabkan kurangnya materi prasyarat yang dikuasai. Hasil temuan Meldawati & Kartini (2021) menyebutkan hal yang sama bahwa dalam memecahkan masalah, subjek kesulitan merepresentasikan simbol a^n . Lebih dari itu, berdasarkan hasil penelitian Nafis & Darmawan, (2025), kesalahan yang terjadi akibat kesulitan dalam pemahaman konsep dapat mengakibatkan kesalahan lain yang lebih besar.

3. Kemampuan Prosedural

Faktor terakhir yang mempengaruhi perbedaan level abstraksi reflektif adalah kemampuan prosedural. Subjek dengan jawaban benar mampu melakukan prosedur perkalian secara tepat sehingga dapat memecahkan masalah yang diberikan dengan tepat. Sebaliknya, subjek dengan jawaban salah tidak melakukan prosedur perhitungan dengan tepat, baik pada operasi hitung perkalian maupun dalam menentukan hasil perkalian berulang pada bentuk bilangan berpangkat. Hal tersebut dapat menyebabkan proses penyelesaian tidak berkembang lebih lanjut sehingga menyebabkan perbedaan pada pencapaian level abstraksi reflektif subjek. Hasil penelitian Chirove & Ogbonnaya (2021) menunjukkan bahwa subjek yang tidak menguasai prosedur perhitungan cenderung terhenti sebelum mencapai penalaran yang lebih tinggi. Selain itu, Selain itu, Felia & Defitriani (2022) menemukan bahwa subjek dengan kemampuan prosedural rendah cenderung mengalami kesulitan dalam melanjutkan proses penyelesaian masalah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa subjek dengan jawaban benar mencapai empat level abstraksi reflektif (*recognition, representation, structural abstraction, structural awareness*). Sementara itu, subjek dengan jawaban salah hanya mencapai satu level abstraksi reflektif yaitu, *recognition*. Faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut antara lain: 1) kemampuan koordinasi tindakan mental; 2) pemahaman konsep bilangan berpangkat; 3) kemampuan prosedural.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, A. C. (2021). *Abstraksi reflektif siswa sekolah menengah pertama pada materi segiempat dan segitiga*. Alifmatika: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika, 3(2), 107–121. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2021.v3i2.107-121>
- Azhar, E., Saputra, Y., & Nuriadin, I. (2021). Eksplorasi Kemampuan Pemecahan Masalah matematika Siswa pada Materi Perbandingan Berdasarkan Kemampuan Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2129–2144. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.3767>
- Bachtiar, F. N., & Susanah, S. (2021). Abstraksi Reflektif Siswa Berkemampuan Matematika Tingkat Tinggi Dalam Pemecahan Masalah



- Lingkar. *MATHEdunesa*, 10(2), 266-278.
<https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v10n2.p266-278>
- Bohalima, Y. H. (2022). Analisis kemampuan pemahaman konsep siswa pada materi persamaan garis lurus. *Educativo: Jurnal Pendidikan*, 1(1), 22-28.
<https://doi.org/10.56248/educativo.v1i1.4>
- Chen, W. L., Chen, X. L., Darmawan, P., & Fatqurhohman, F. (2025). Evaluation of Junior High School Students' Representation Skills in Differentiated Learning. *SMARTH: Journal of Mathematics Education and Learning*, 1(2), 63-76. <https://jurnal.ihsancahayapustaka.id/index.php/smarth/article/view/169>
- Chirove, M., & Ogonnaya, U. I. (2021). The relationship between grade 11 learners' procedural and conceptual knowledge of algebra. *JRAMathEdu: Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 6(4), 368-387.
<https://repository.up.ac.za/handle/2263/87043>
- Darmawan, P., Rofiki, I., Mutia, T., Slamet, S., Nugroho, C. M. R., Dewi, V. M., ... & Alaiya, S. V. (2024). Eksplorasi Computational Thinking Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Soal Pola Bilangan. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(4), 1049-1059. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i4.2049>
- Darmawan, P., Yohanes, B., & Hadi, M. R. (2023). Analisis Penyebab Rendahnya Kemampuan Pemecahan Masalah Calon Guru Matematika Menggunakan APKL, USG, dan Diagram Fishbone. *Jurnal Tadris Matematika*, 6(2), 199-218. <http://dx.doi.org/10.21274/jtm.2023.6.2.199-218>
- Fajriyah, N., & Susanah. (2022). Profil Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Ditinjau Dari Gaya Belajar. *MATHEdunesa*, 11(2), 458-473.
<https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n2.p458-473>
- Felia, D., & Defitriani, E. (2021). Analysis of students' conceptual and procedural knowledge in solving mathematics. *Journal of Research on Mathematics Instruction (JRMI)*, 3(1), 14-24.
<https://pdfs.semanticscholar.org/37b1/2c1406e0b410bac29c82a1395965c57a50a7.pdf>
- Fitayanti, N., Rahmawati, A., & Asriningsih, T. M. (2022). Pengaruh Self-Confidence Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(2), 335-344.
<https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i2.9678>
- Hakasinawati, H., Widada, W., & Hanifah, H. (2017). Pengaruh keyakinan diri, kemampuan pemahaman konsep, motivasi siswa terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika (studi kausalitas di MAN I Kota Bengkulu). *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 2(2), 162-173.
<https://doi.org/10.31186/jpmr.v2i2.3968>
- Halim, S. N. H., Mahmud, R. S., Tahir, S. R., Gaffar, A., Wulandari, S., & Trisnowali, A. (2021). Analyzing misconception of exponent for high school in Makassar. In *Proceedings of the 1st International Conference on Mathematics*



- and Mathematics Education (ICMMEd 2020)* (pp. 430-433). Atlantis Press.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.210508.100>
- Islam, S. N., Susilawati, W., & Sugilar, H. (2021). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal berpikir abstraksi matematis berdasarkan Kriteria Watson. *Jurnal Perspektif*, 5(1), 112-129.
<http://dx.doi.org/10.15575/jp.v5i1.135>
- Ismaimuza, D. (2025). *Konflik Kognitif, Berpikir Kritis dan Kreatif dalam Pembelajaran Matematika*. CV. Ruang Tentor.
- Kariadinata, R. (2021). Students'reflective Abstraction Ability On Linear Algebra Problem Solving And Relationship With Prerequisite Knowledge. *Infinity Journal*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/10.22460/infinity.v10i1.p1-16>
- Lastari, D. W., & Kartini, K. (2022). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Bilangan Berpangkat Bulat Positif dan Negatif. *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah di Bidang Pendidikan Matematika*, 8(2), 189-201.
<https://doi.org/10.29407/jmen.v8i2.18308>
- Mardiyah, U. R. A., & Budiarto, M. T. (2019). Abstraksi Reflektif dalam Mengonstruksi Bangun Segiempat. *MATHEdunesa*, 8(3), 517-523.
<https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v8n3.p517-523>
- Maula, N. F., Suryadi, D., & Jupri, A. (2024). Learning obstacles in the generalization process: In case number pattern topic. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 4(2), 964-976.
<https://doi.org/10.22219/raden.v4i2.36342>
- Meldawati, M., & Kartini, K. (2021). Analisis Kesalahan Siswa Kelas VII SMP dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Bilangan Berpangkat Bulat Positif. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*, 10(1), 1-14.
<http://dx.doi.org/10.30821/axiom.v10i1.7681>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis*. sage.
https://www.academia.edu/download/43491723/Miles_Huberman_Data_an_alyis.pdf
- Muslim, M., Haris, A., Mutmainah, M., & Adiansha, A. A. (2026). Teori dan Implementasi Diskusi Pemecahan Masalah Matematika: Tahapan Polya dalam Perspektif Commognitive. *EDUPEDIA Publisher*, 1-162.
<https://press.eduped.org/index.php/pedia/article/download/377/37>
- Nadilia, B., & Wijayanti, P. (2023). Abstraksi Reflektif Siswa SMP dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Ditinjau dari Kemampuan Matematika. *MATHEdunesa*, 12(3), 684-697.
<https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v12n3.p684-697>
- Nafis, M. D., & Darmawan, P. (2025). Analisa Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Matematika Siswa Kelas IX di MTs Shifa'Kalipare. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.53696/venn.v4i1.213>



- Nihayah, A. D. (2021). Analisis kemampuan berpikir abstrak siswa sma dalam materi geometri. *Maju*, 8(1), 299-303. <https://www.neliti.com/publications/502520/analisis-kemampuan-berpikir-abstrak-siswa-sma-dalam-materi-geometri>
- Nihayah, E. F. K. (2021). Analisis Penguasaan Materi Prasyarat Aljabar Dalam Menyelesaikan Soal Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(1), 26-39. <https://ojs.untika.ac.id/index.php/linear/article/download/127/99>
- Ningsih, S., & Hidayati, K. (2022). The role of abstraction ability in mathematical problem solving. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2575, No. 1, p. 050021). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0109166>
- Nurhadida, N., Suratman, D., Yusmin, E., & Hamdani, H. (2025). Kemampuan Representasi Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Berstandar Pisa Konten Uncertainty and Data. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(1), 17-28. <https://dx.doi.org/10.20527/edumat.v13i1.19558>
- Nyimbili, F., & Nyimbili, L. (2024). Types of purposive sampling techniques with their examples and application in qualitative research studies. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies: English Lang., Teaching, Literature, Linguistics & Communication*, 5(1), 90-99. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0419>
- Permatasari, P., & Hakim, D. L. (2025). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Ditinjau Dari Self Confidence Siswa Kelas IX. *Laplace: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 199-214. <https://doi.org/10.31537/laplace.v8i1.2403>
- Putri, A., Iswara, A. D., & Hakim, A. R. (2021). Menumbuhkembangkan kemampuan pemecahan masalah matematika peserta didik dalam pembelajaran Matematika. *Himpunan: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 1(2), 124-133. <http://jim.unindra.ac.id/index.php/himpunan/article/view/3599>
- Putri, F. L., Yohanes, S., & Hamdani, M. (2022). Identifikasi Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Bilangan Berpangkat dan Bentuk Akar Di kelas IX SMPN 2 Tasik Payawan. *Jurnal Pendidikan*, 23(1), 1-9. <https://doi.org/10.52850/jpn.v23i1.4214>
- Rahmah, Z., & Darmawan, P. (2025). Analisis Berpikir Siswa dalam Memecahkan Masalah Open-Ended Barisan dan Deret Aritmatika Berdasarkan Tahapan Polya. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 13(2), 117-150. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v13i2.6221>
- Rahmawati, H., & Supratman, M. (2022). Analisis kemampuan abstraksi reflektif siswa dalam merekonstruksi konsep limit fungsi ditinjau dari perbedaan jenis kelamin. *Empiricism Journal*, 3(1), 32-41. <https://doi.org/10.36312/ej.v3i1.768>
- Refinanda, R. S. A. P., Aliffia, K. S., Fajarsari, A. P., & Darmadi, D. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Operasi Hitung Bilangan Berpangkat di SD SD Gorangareng Berdasarkan Teori Apos. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 3(2), 129-132. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v3i2.1834>



- Rowe, H. A. (2024). *Problem solving and intelligence*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781032636696/problem-solving-intelligence-helga-rowe>
- Runturambi, F. D., Wenas, J. R., & Kaunang, D. F. (2022). Kesalahan siswa SMP Negeri 6 Tondano dalam menyelesaikan soal bilangan berpangkat berdasarkan taksonomi solo. *Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(4), 142-155. <https://doi.org/10.55606/jpbb.v1i1.854>
- Sopamena, P. (2018). *Teori Jalur Berpikir Berdasarkan Abstraksi Reflektif*. LP2M IAIN Ambon.
- Sumirat, S. F. P., Sudihartinih, E., Sumiaty, E., Matematika, P., Ilmu, D., & Alam, P. (2023). Kajian learning obstacle pada topik bilangan berpangkat ditinjau dari literasi PISA 2021. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 350-361. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1933>
- Susanah, S. (2022). Profil Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Ditinjau Dari Gaya Belajar. *MATHEdunesa*, 11(2), 458-473. <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n2.p458-473>
- Sutrisna, N., Pramuditya, S. A., Raharjo, J. F., & Setiyani (2021). Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa pada Materi Bangun Ruang. *Journal of Didactic Mathematics*, 2(1), 26-32. <https://doi.org/10.34007/jdm.v2i1.598>
- Usman, M. R., & Kristiawati, K. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Matematis Siswa Ditinjau Dari Penguasaan Materi Prasyarat. *Jurnal Edukasi dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 8(1), 79-94. <https://doi.org/10.25134/jes-mat.v8i1.5463>
- Whildan, L. (2021). Analisis teori perkembangan kognisi manusia menurut Jean Piaget. *Permata: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(1), 11-22. <https://doi.org/10.47453/permata.v2i1.245>
- Wulandari, F. A., & Darmawan, P. (2024). Analisis Tingkat Miskonsepsi Siswa Terkait Bilangan Eksponen Menggunakan Certainty Of Response Index (Cri) Dan Penyebabnya. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 8(3), 385-394. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.8.3.385-394>
- Yanti, A. W., Arrifadah, Y., & Mustikarini, A. A. (2022). Students' Reflective Abstraction Level in Solving Mathematics Problems Based on Cognitive Styles Field Independent (Fi) and Field Independent (Fd). *Matematika Dan Pembelajaran*, 10(2), 140-156. <https://doi.org/10.33477/mp.v10i2.2968>

