

## Proses Berpikir Aljabar Siswa *Field dependent* dan *Field independent* dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berdasarkan Teori APOS

Rossa Tri Oktawioni<sup>1\*</sup>, Rooselyna Ekawati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v14n1.p1-20>

### Article History:

Received: 8 June 2024

Revised: 25 October 2024

Accepted: 14 November 2024

Published: 31 December 2024

### Keywords:

Algebraic thinking, field-dependent and field-independent, APOS Theory

### \*Corresponding author:

rossatri.20004@mhs.unesa.ac.id

**Abstract:** Algebraic thinking is a mental activity that involves analyzing relationships between quantities, observing structure, understanding changes, generalizing, modeling, justifying, proving, and predicting based on expressions and symbols that appear in solving algebraic problems. This research describes the algebraic thinking process of field-dependent and field-independent students in solving mathematical problems based on APOS (Action-Process-Object-Scheme) theory. This type of research is descriptive with a qualitative approach. The data in this study consisted of the results of the Group Embedded Figures Test (GEFT), Mathematics Ability Test (TKM), Algebraic Thinking Ability Test (TKBA), and interviews. The research subjects were eighth-grade students consisting of one field-dependent and field-independent student, each with high mathematical abilities and male gender as the control variable. Based on the research that has been carried out, the following results were obtained: (1) Students with a field-dependent cognitive style carry out the Action, Process, Object stages, and fulfill one of the Schemes, and have a tendency towards transformation activities in solving mathematical problems on number pattern material. (2) Students with a field-independent cognitive style carry out the Action, Process, and Object stages, fulfill all Schemes well, and tend towards generalization activities in solving mathematical problems on number pattern material.

## PENDAHULUAN

Aljabar merupakan cabang matematika yang berupa pernyataan matematis dalam menghubungkan segala sesuatu. Sejalan dengan pendapat Wahyuniar dkk. (2018) yang menyatakan bahwa aljabar dapat digunakan untuk menyederhanakan masalah yang sulit dengan menggeneralisasi masalah dari nyata ke abstrak, dilakukan dengan menggantikan bilangan yang diketahui dalam perhitungan dengan huruf. Aljabar bermanfaat untuk melatih siswa agar memiliki kemampuan penyelesaian masalah dalam matematika dan kehidupan setiap harinya. Menurut Wibowo & Faizah (2021), materi aljabar memiliki peran penting untuk melatih siswa dalam menyelesaikan masalah. Agar dapat menyelesaikan masalah dengan baik, siswa hendaknya telah memahami konsep aljabar terlebih dahulu.

Pemahaman konsep aljabar siswa dapat diketahui dengan melihat dari proses berpikirnya. Siswono (2002) menjelaskan proses berpikir dimulai dengan data diterima, diproses, dan disimpan dalam ingatan, kemudian dikeluarkan ketika diperlukan untuk pengolahan berikutnya. Terdapat banyak jenis proses berpikir, salah satunya adalah berpikir aljabar. Menurut Kieran (2004), berpikir aljabar mencakup metode seperti prediksi,

pemecahan masalah, pemodelan, dan inferensi dengan alat bantu berupa penggunaan simbol aljabar yang tidak terlepas dari aljabar itu sendiri. Hal ini berarti bahwa proses berpikir aljabar terdiri dari mengumpulkan informasi, menggeneralisasi ide-ide, lalu mengungkapkan melalui tulisan dengan penggunaan simbol, dan mengeksplorasi konsep untuk menyelesaikan masalah.

Teori yang dipaparkan oleh Kieran (2004) menjadi panduan aktivitas berpikir aljabar dalam penelitian ini. Kieran (2004) menyatakan bahwa siswa yang berpikir secara aljabar melakukan aktivitas generalisasi, transformasi, dan meta-global. Generalisasi berkaitan dengan aktivitas dalam membentuk ekspresi dan persamaan, transformasi berkaitan dengan aktivitas mengubah bentuk ekspresi atau persamaan untuk mempertahankan kesetaraan, serta meta-global berkaitan dengan aktivitas menggunakan aljabar sebagai alat dalam menyelesaikan masalah, baik dalam konteks aljabar maupun konteks yang tidak diciptakan eksklusif untuk aljabar. Faktanya, kemampuan berpikir aljabar siswa SMP masih dianggap rendah. Berdasarkan hasil penelitian Nurlatifah & Hakim (2023) diperoleh bahwa siswa SMP belum mampu menyelesaikan soal cerita dalam bentuk aljabar sehingga kemampuan berpikir aljabar yang dimiliki masih tergolong rendah. Oleh karena itu, kemampuan berpikir aljabar perlu ditingkatkan dengan memberikan masalah matematika. Hal ini didukung oleh Widyawati dkk. (2018), penyelesaian masalah matematika dapat menjadi alternatif guru untuk mengindikasi sejauh mana kemampuan berpikir aljabar yang dimiliki siswa.

Penyelesaian masalah matematika siswa perlu dianalisis secara mendetail untuk mengetahui proses berpikir aljabarnya. Salah satu teori yang mendukung analisis tersebut adalah APOS (Suwanto dkk., 2017). Menurut Arnon dkk. (2014), teori APOS berfungsi sebagai model untuk memberikan penjelasan tentang cara mempelajari konsep matematika dan memperoleh pemahaman mental terkait konsep matematika tersebut. Pemahaman konsep matematika yang telah terbentuk dapat membantu menyelesaikan masalah. Hal ini didukung oleh Safitri dkk. (2021), teori APOS merupakan kerangka kerja yang mendeskripsikan cara siswa membangun pemahaman konsep matematika secara mental, kemudian konsep tersebut dapat membantu siswa dalam menyelesaikan masalah matematika yang relevan.

Teori APOS dalam penelitian ini menggunakan tahapan yang dipaparkan oleh Dubinsky dan McDonald (2001), terdiri dari tahap Aksi, Proses, Objek, dan Skema. Aksi merupakan tahap transformasi dari objek-objek yang diterima dan dipelajari oleh siswa baik secara eksplisit maupun berasal dari memori sebagai bagian eksternal dan kebutuhan, serta instruksi tahapan-tahapan dalam mengoperasikan objek-objek tersebut. Proses merupakan tahap konstruksi internal yang berasal dari pengulangan dan refleksi dari aksi yang dilakukan sebelumnya, serta tidak lagi memerlukan rangsangan eksternal. Objek merupakan sebuah produk yang dihasilkan dari rangkaian proses ketika siswa menyadari bahwa transformasi dari rangkaian proses tersebut membentuk satu kesatuan. Skema merupakan rangkaian Aksi, Proses, dan Objek yang dihubungkan dengan berbagai prinsip

umum untuk membentuk suatu pengetahuan sesuai dengan konsep yang dipelajari. Dari uraian tahapan tersebut, teori APOS dapat digunakan untuk menganalisis proses berpikir aljabar siswa dalam menyelesaikan masalah matematika secara mendetail.

Masalah aljabar tidak hanya disebabkan oleh banyaknya simbol, variabel, dan keabstrakannya. Namun, dapat juga dipengaruhi oleh karakter individu, persepsi yang berbeda, keterampilan berpikir, atau gaya kognitif saat siswa sedang belajar atau menyelesaikan masalah. Junarti dkk. (2020) menemukan penyebab kesulitan belajar tersebut adalah karena faktor hambatan kognitif. Artinya perbedaan gaya kognitif kemungkinan menyebabkan adanya perbedaan persepsi dan aktivitas berpikir dalam menyelesaikan masalah aljabar. Gaya kognitif juga mengacu pada metode yang disukai untuk memilih, memahami, dan memproses informasi baru berdasarkan realitas. Chen dkk. (2019) menyatakan bahwa ada dua gaya kognitif yang berbeda dari perspektif kognisi: *field dependent* dan *field independent*. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan gaya kognitif dapat memengaruhi kemampuan berpikir aljabar siswa. Sejalan dengan hasil penelitian Muyassaroh & Masduki (2023) diperoleh bahwa kemampuan siswa untuk berpikir aljabar dipengaruhi oleh gaya kognitif *field dependent* dan *field independent*.

Terdapat perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan oleh Akbar (2023) mendeskripsikan proses berpikir aljabar siswa SMA dalam menyelesaikan masalah generalisasi pola yang dianalisis berdasarkan teori APOS dan meninjau teori Radford. Berbeda dengan penelitian ini yang memilih subjek penelitian siswa SMP dan meninjau gaya kognitif *field dependent* dan *field independent*. Adapun penelitian lain yang dilakukan oleh Alvinaria dkk. (2022) mendeskripsikan profil berpikir aljabar siswa SMP dengan gaya kognitif *field dependent* dan *field independent* dalam menyelesaikan masalah yang dianalisis berdasarkan Taksonomi SOLO. Sedangkan penelitian ini mendeskripsikan proses berpikir aljabar siswa yang dianalisis berdasarkan teori APOS. Dari beberapa perbedaan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses berpikir aljabar siswa *field dependent* dan *field independent* dalam menyelesaikan masalah matematika berdasarkan teori APOS.

## METODE

Berdasarkan tujuan penelitian, maka penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Peneliti membatasi masalah pada materi yang digunakan, yaitu pola bilangan. Subjek penelitian dipilih sebanyak dua dari 30 siswa kelas VIII pada salah satu SMP Negeri di Surabaya. Subjek tersebut dipilih berdasarkan hasil *Group Embedded Figures Test* (GEFT) yang dikerjakan dengan alokasi waktu 25 menit dan Tes Kemampuan Matematika (TKM) yang dikerjakan dengan alokasi waktu 30 menit. GEFT dan TKM diberikan kepada siswa satu kelas. Data hasil GEFT dilakukan penskoran menurut Bostic (1987) sebagai berikut.

**Tabel 1.** Penskoran Gaya Kognitif

Kategori	Skor Siswa Perempuan	Skor Siswa Laki-laki
<i>Strongly FD</i>	0-8	0-9
<i>Slightly FD</i>	9-11	10-12
<i>Slightly FI</i>	12-14	13-15
<i>Strongly FI</i>	15-18	16-18

Hasil yang diperoleh adalah 19 siswa *field dependent* dan 11 siswa *field independent*. Subjek penelitian terpilih adalah satu siswa dengan gaya kognitif *field dependent* yang berada pada kategori *strongly FD* dan satu siswa dengan gaya kognitif *field independent* yang berada pada kategori *strongly FI* agar terlihat perbedaan proses berpikirnya. Data hasil TKM dianalisis berdasarkan pedoman penskoran yang telah dibuat peneliti dengan pengkategorian menurut Ratumanan dan Laurens (2003) sebagai berikut.

**Tabel 2.** Penskoran Tes Kemampuan Matematika

Perolehan Skor TKM	Kategori
$0 \leq \text{Skor TKM} < 65$	Rendah
$65 \leq \text{Skor TKM} < 80$	Sedang
$80 \leq \text{Skor TKM} < 100$	Tinggi

Hasil yang diperoleh adalah 9 siswa berkemampuan matematika tinggi, 2 siswa berkemampuan matematika sedang, dan 19 siswa berkemampuan matematika rendah. Subjek penelitian terpilih dari kategori kemampuan matematika tinggi dan jenis kelamin laki-laki sebagai variabel kontrol. Selain itu, pemilihan subjek penelitian juga mempertimbangkan ragam jawaban, kemudahan komunikasi verbal berdasarkan informasi dari guru dan kemauan siswa untuk berpartisipasi. Subjek penelitian yang terpilih diberi pengkodean seperti pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Subjek Penelitian Terpilih

Kategori Subjek	Inisial Subjek	Kode
Subjek dengan gaya kognitif <i>Field Dependent</i>	QKA	SFD
Subjek dengan gaya kognitif <i>Field Independent</i>	ZZK	SFI

Setelah itu, dua subjek yang terpilih diberi Tes Kemampuan Berpikir Aljabar (TKBA) yang terdiri dari tiga soal dengan satu konteks yang sama sebagai berikut.

Pak Burhan sedang merenovasi kamar mandi di rumahnya. Renovasi dimulai dengan memasang ubin untuk dinding kamar mandi. Pak Burhan ingin menggunakan 2 motif keramik yang berbeda dengan susunan pemasangan seperti gambar berikut



Susunan ke-1



Susunan ke-2



Susunan ke-3

Keterangan:

 : Motif A

 : Motif B

a. Jika Pak Burhan memiliki ubin motif A sebanyak 5 buah, berapa banyak ubin motif B yang dibutuhkan untuk membuat susunan seperti pada gambar?  
b. Jika Pak Burhan memiliki ubin motif A sebanyak  $p$  buah, berapa banyak ubin motif B yang dibutuhkan untuk membuat susunan seperti pada gambar?  
c. Jika Pak Burhan memiliki ubin motif B sebanyak 216 buah, berapa banyak ubin motif A yang dibutuhkan untuk membuat susunan seperti pada gambar?

**Gambar 1.** Tes Kemampuan Berpikir aljabar

Soal TKBA dikerjakan dengan alokasi waktu 60 menit. Data hasil TKBA dianalisis dengan indikator berpikir aljabar dan tahapan teori APOS sebagai berikut.

Tabel 4. Indikator Proses Berpikir Aljabar dengan Teori APOS

APOS dan Berpikir Aljabar	Generalisasi	Kode	Transformasi	Kode	Meta Global	Kode
Aksi	Mampu mengetahui dan menunjukkan semua informasi yang diketahui dan diinginkan soal.	AG1	Mampu mengetahui dan menunjukkan masalah yang ada pada soal secara sederhana.	AT1	Mampu memahami permasalahan, termasuk mengetahui dan merepresentasikan masalah yang ada pada soal.	AMG1
	Mampu menentukan beda atau selisih dari barisan dan deret yang terbentuk dari pola.	AG2	Mampu mengumpulkan dan mengelompokkan informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal.	AT2	Mampu memahami struktur, termasuk mengetahui dan merepresentasi-kan informasi yang ada pada soal.	AMG2
	Mampu membuat pola terdekat dari pola yang diketahui.	AG3	Mampu mengetahui dan menunjukkan adanya perbedaan dan persamaan dari masalah yang diberikan	AT3	Mampu menganalisis perubahan, termasuk mengetahui dan merepresentasi-kan perbedaan dan persamaan yang ada pada soal.	AMG3
Proses	Mampu menentukan nilai barisan dan deret yang masih terjangkau dari pola yang diberikan.	PG1	Mampu merepresentasi-kan masalah menggunakan angka, huruf, simbol, dan lain sebagainya.	PT1	Mampu memprediksi dan menuliskan rumus pola dalam bentuk angka, huruf, simbol dan sebagainya.	PMG1
	Mampu menentukan aturan untuk nilai yang tidak terjangkau dari pola yang diberikan.	PG2	Mampu melakukan substitusi nilai yang telah ditemukan untuk mencari nilai lain yang dibutuhkan.	PT2	Mampu menentukan rumus umum pola berdasarkan informasi yang didapat pada tahap Aksi.	PMG2
Objek	Mampu menentukan nilai barisan dan deret pada suku yang terjangkau.	OG1	Mampu menemukan bentuk aljabar yang ekuivalen dengan pola yang diberikan sehingga dapat digunakan untuk menentukan nilai barisan dan deret pada suku tertentu.	OT1	Mampu memprediksi hasil dari masalah pola bilangan berdasarkan informasi pada tahap Aksi dan Proses.	OMG1
	Mampu menentukan nilai barisan dan deret pada pola yang tidak	OG2		OT2	Mampu mengoperasikan kuantitas yang tidak diketahui seolah kuantitas tersebut diketahui (misal menentukan suku ke-n)	OMG2
				OT3	Mampu menggunakan aljabar (dalam hal ini rumus untuk	OMG3

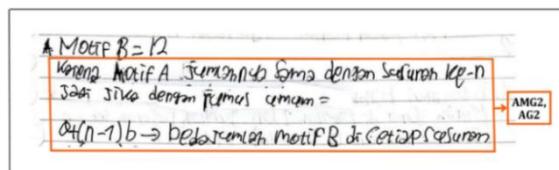
APOS dan Berpikir Aljabar	Generalisasi	Kode	Transformasi	Kode	Meta Global	Kode
	terjangkau (misal pada suku ke-n).				menentukan nilai barisan dan deret) untuk menyelesaikan masalah.	
Skema	Mampu menyimpulkan rumus umum dari pola yang diberikan dengan mengaitkan rangkaian Aksi, Proses, dan Objek pada masalah yang diberikan.	SG1	Mampu mengevaluasi ulang jawaban yang telah didapat (misal memasukkan bilangan yang berbeda ke dalam rumus yang didapat, lalu mencocokannya dengan pola yang ada).	ST1	Mampu membenarkan dan membuktikan argumen yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan.	SMG1

Selanjutnya dilakukan wawancara semi terstruktur untuk menelusuri informasi yang belum terungkap melalui TKBA. Data hasil wawancara dianalisis dengan tahapan menurut Miles dkk. (2014) yang terbagi menjadi 3, yaitu kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Peneliti diberi kode "P", subjek penelitian terpilih dengan gaya kognitif *field dependent* diberi kode "SFD" dan gaya kognitif *field independent* diberi kode "SFI" untuk memudahkan pembaca dalam memahami hasil wawancara.

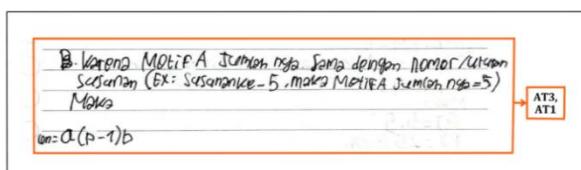
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Berpikir Aljabar Siswa *Field Dependent* (SFD)

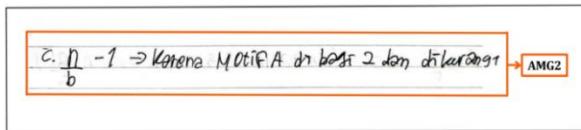
Berikut jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara SFD pada tahap Aksi dalam menyelesaikan soal bagian ke-a, ke-b, dan ke-c.



Gambar 2. Jawaban Tahap Aksi SFD Soal ke-a



Gambar 3. Jawaban Tahap Aksi SFD Soal ke-b



Gambar 4. Jawaban Tahap Aksi SFD Soal ke-c

P-01 : Untuk menemukan penyelesaian, apa saja informasi yang kamu dapatkan pada soal?

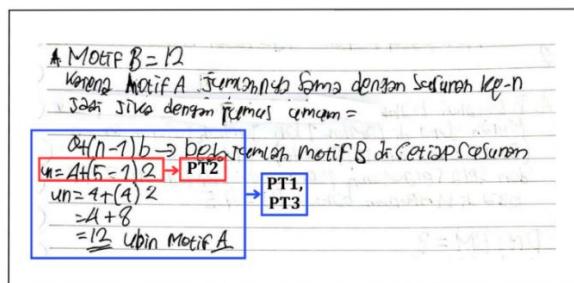
SFD-01 : Dari mengamati pola pada gambar ubin, saya memahami sesuatu bahwa banyak ubin motif A itu sesuai dengan jumlah susunannya. Susunan ke-1 ada 1 motif A, susunan ke-2 ada 2 motif A, dan susunan ke-n ada n motif A. Sedangkan pada motif B saya menyadari bahwa setiap susunan selalu bertambah

sebanyak 2. Sehingga memiliki beda dan saya terpikirkan rumus umum barisan aritmatika untuk menyelesaikan soal kak. (AMG2, AG2)

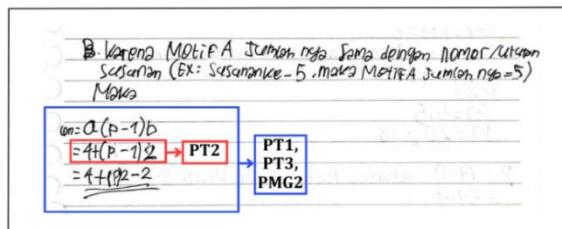
- P-02 : Apa yang kamu lakukan selanjutnya?
- SFD-02 : Jika di soal terdapat 5 motif A berarti berada pada susunan ke-5. Karena memakai rumus umum barisan aritmatika, jadinya cari suku ke-5 kak. (AT1)
- P-03 : Pada soal bagian ke-b ini, apa saja informasi yang kamu dapatkan pada soal?
- SFD-03 : Mencari rumus pola kak.
- P-04 : Apa yang kamu lakukan selanjutnya?
- SFD-04 : Pakai rumus umum barisan aritmatika seperti sebelumnya kak, hanya saja  $n$  nya saya ganti dengan  $p$  menyesuaikan soal. Jadi yang dicari suku ke- $p$ , karena ada  $p$  buah ubin motif A untuk mencari banyak ubin motif B. (AT3, AT1)
- P-05 : Cara pada soal bagian ke-c ini rupanya sedikit berbeda dari cara yang kamu gunakan sebelumnya, apa saja informasi yang kamu dapatkan?
- SFD-05 : Saya bingung jika pakai rumus umum barisan aritmatika juga kak, karena yang diketahui banyak ubin motif B-nya.
- P-06 : Lalu apa informasi yang kamu gunakan untuk menyelesaikan soal bagian ke-c?
- SFD-06 : Karena sudah kebingungan, saya mencoba berdiskusi dengan teman saya kak, dengan mengamati susunan ke-2 yang terdiri dari 2 motif A dan 6 motif B. Saya mencari cara bagaimana jumlah ubin motif B ini bisa berubah menjadi jumlah ubin motif A. Jadi kami coba-coba sampai dapat rumus sendiri. Lalu, saya uji di susunan yang lain untuk lebih meyakinkan. Seperti itu kak. (AMG2)

Berdasarkan hasil jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara di atas, SFD dapat memahami bahwa jumlah ubin motif A sama dengan jumlah susunan ke- $n$ , sedangkan jumlah ubin motif B memiliki beda atau selisih pada setiap susunannya. Hal tersebut juga dibuktikan dengan kemampuannya untuk mencoba menemukan hubungan jumlah antar motif hingga mendapatkan rumus sendiri. Sehingga, menunjukkan bahwa tahap Aksi SFD dalam menyelesaikan soal adalah memahami struktur, termasuk mengetahui dan merepresentasikan informasi yang ada pada soal (AMG2), serta menentukan beda atau selisih dari barisan yang terbentuk dari pola (AG2). SFD dapat menyebutkan masalah pada soal yaitu menentukan suku ke-5 ( $U_5$ ) karena 5 ubin motif A terletak pada susunan ke-5. Selanjutnya, SFD mengetahui terdapat  $p$  buah ubin motif A, maka ia mengganti  $n$  dengan  $p$  untuk mendapatkan suku ke- $p$  sebagai jumlah ubin motif B. Sehingga, menunjukkan juga bahwa tahap Aksi SFD dalam menyelesaikan soal adalah mengetahui dan menunjukkan masalah yang ada pada soal secara sederhana (AT1), serta mengetahui dan menunjukkan adanya perbedaan dan persamaan dari masalah yang diberikan (AT3).

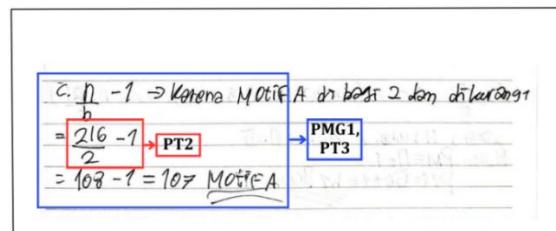
Berikut jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara SFD pada tahap Proses dalam menyelesaikan soal bagian ke-a, ke-b, dan ke-c.



Gambar 5. Jawaban Tahap Proses SFD Soal Ke-a



Gambar 6. Jawaban Tahap Proses SFD Soal Ke-b



Gambar 7. Jawaban Tahap Proses SFD Soal Ke-c

- P-07 : Baik. Sekarang coba perhatikan susunan ubin pada soal. Disitu hanya sampai susunan ke-3 saja kan, menurut kamu ada berapa ubin motif A dan ubin motif B pada susunan ke-4?
- SFD-07 : Pada susunan ke-4, ubin motif A nya ada 4 juga kak, ubin motif B nya ada 10. (**PG1**)
- P-08 : Sekarang jika jumlah ubin motif A sebanyak 5, bagaimana cara kamu mencari jumlah ubin motif B
- SFD-08 : Saya masukkan ke rumus umum barisan aritmatika yang pernah diberikan guru saya ( $U_n = a + (n-1)b$ ) kak. Saya melihat suku pertama dari ubin motif B ada sebanyak 4 ( $a = 4$ ) dan beda nya selalu bertambah 2 di susunan berikutnya ( $b = 2$ ). Suku yang dicari adalah suku ke-5, karena sesuai dengan jumlah pada ubin motif A ( $n = 5$ ). (**PT2**)
- P-09 : Bisa dijelaskan bagaimana penggunaan rumus umum barisan aritmatika pada penyelesaian kamu itu?
- SFD-09 : Dari rumus  $U_n = a + (n-1)b$  menjadi  $U_5 = 4 + (5-1)4$ , lalu saya kalikan dan tambahkan  $U_5 = 4 + (4)2$ ,  $U_5 = 4 + 8$ ,  $U_5 = 12$ . Saya mendapatkan hasilnya 12 ubin motif B kak. (**PT1, PT3**)
- P-10 : Mengapa terpikirkan menggunakan rumus? Apa ada cara lainnya?
- SFD-10 : Tidak ada kak, saya langsung kepikiran menggunakan rumus.
- P-11 : Untuk soal ke-b, bisa dijelaskan bagaimana cara yang kamu lakukan untuk menyelesaikan?
- SFD-11 : Baik kak. Saya masih tetap menggunakan rumus umum barisan aritmatika,  $U_p = a + (p-1)b$ . Lalu, saya masukkan suku pertama dan beda seperti sebelumnya  $U_p = 4 + (p-1)2$ . (**PT1, PT2**)
- P-12 : Bagaimana cara kamu mengoperasikan bentuk tersebut?
- SFD-12 : Dikali dulu terus ditambah kak, menjadi bentuk  $U_p = 4 + 2p - 2$ . Jadi itu rumus pola yang saya dapatkan dan hasilnya dalam bentuk aljabar kak. (**PT3, PMG2**)
- P-13 : Mengapa kamu menggunakan cara tersebut? Apa ada cara lainnya?
- SFD-13 : Saya belum menemukan cara lainnya kak, dan saya merasa lebih mudah menggunakan cara yang sama seperti soal bagian ke-a karena sudah ada suku pertama dan beda yang bisa dimasukkan.
- P-14 : Pada soal bagian ke-c, tolong dijelaskan lebih detail cara kamu mendapatkannya?
- SFD-14 : Itu dari hasil mencoba-coba kak. Seperti yang sudah saya jelaskan sebelumnya, saya melihat susunan ke-2 yang terdapat 2 motif A dan 6 motif B. Saya mencoba ketika 6 motif B saya bagi dengan 2, lalu saya kurangkan hasilnya dengan 1 diperoleh 2, dimana 2 ini sesuai banyaknya ubin motif A. Lalu saya coba di susunan yang lain dan ternyata cocok kak. Jadi, saya membuat rumus  $n/b - 1$  dengan memisalkan  $n = 216$  (jumlah ubin motif B),  $b = 2$  (beda), dan dikurang 1 itu agar tidak kelebihan hasilnya. (**PMG1**)
- P-15 : Bisa dijelaskan bagaimana selanjutnya cara kamu mengerjakan soal bagian ke-c?
- SFD-15 : Saya masukkan ke rumus menjadi  $216/2 - 1$  kak. (**PT2**)
- P-16 : Bagaimana cara kamu mengoperasikan bentuk tersebut?
- SFD-16 : Saya bagi dulu lalu dikurangkan hingga menjadi  $108 - 1 = 107$  ubin motif A. (**PT3**)
- P-17 : Apakah ada cara yang lain yang kamu coba selain itu?
- SFD-17 : Tidak ada kak. Saya hanya menemukan cara itu saja.

Berdasarkan hasil jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara di atas, SFD dapat menentukan jumlah ubin motif A dan jumlah ubin motif B pada susunan ke-4 dengan memahami polanya. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Proses SFD dalam menyelesaikan soal bagian ke-a adalah menentukan nilai barisan yang masih terjangkau

dari pola yang diberikan (PG1). SFD menggunakan rumus umum suku ke- $n$  barisan aritmatika yaitu  $U_n = a + (n - 1)b$  untuk menentukan jumlah ubin motif B pada susunan ke-5. SFD mensubstitusikan  $n = 5$ , suku pertama  $a = 4$ , dan beda  $b = 2$ , ke dalam rumus umum barisan aritmatika dan dapat mengoperasikan dengan baik. SFD kemudian mengganti  $n = p$  dan mendapatkan rumus umum pola, yaitu  $U_p = 4 + 2p - 2$ . Sehingga menunjukkan bahwa tahap Proses SFD dalam menyelesaikan soal adalah merepresentasikan masalah menggunakan angka, huruf, simbol, dan lain sebagainya (PT1), melakukan substitusi nilai yang telah ditemukan untuk mencari nilai lain yang dibutuhkan (PT2), menggunakan operasi aljabar dalam menentukan nilai barisan sesuai dengan pola yang diberikan (PT3), serta menentukan rumus umum pola berdasarkan informasi yang didapat pada tahap Aksi (PMG2). SFD juga dapat membuat rumusnya sendiri dengan permasalahan huruf, seperti jumlah ubin motif B yang sudah diketahui ( $n$ ) dan beda ( $b$ ). Rumus yang didapatkan yaitu  $\frac{n}{b} - 1$  dari hasil mencoba-coba dengan mengubah jumlah ubin motif B menjadi jumlah ubin motif A yang terfokus pada susunan ke-2, kemudian diujicoba pada susunan yang lain agar lebih valid. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Proses SFD dalam menyelesaikan soal adalah memprediksi dan menuliskan rumus pola dalam bentuk angka, huruf, simbol dan sebagainya (PMG1).

Berikut jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara SFD pada tahap Objek dalam menyelesaikan soal bagian ke-a, ke-b, dan ke-c.

A Motif B = 12  
 Karena motif A jumlahnya sama dengan jumlah ke- $n$   
 Jadi jika dengan rumus  $un =$   
 $4(n-1)b \rightarrow$  beda urutan motif B di setiap urutan  
 $un = A + (n-1)b$   
 $un = 4 + (n-1)2$   
 $= 4 + 8$   
 OG1  $\rightarrow = 12$  ubin Motif A

Gambar 8. Jawaban Tahap Objek SFD Soal Ke-a

B Karena Motif A jumlahnya sama dengan Nomor urutan  
 Susunan (Ex: susunan ke-5, maka Motif A jumlahnya = 5)  
 Maka  
 $un = a + (n-1)b$   
 $= 4 + (p-1)2$   
 $= 4 + 12 - 2$   
 OG2  $\rightarrow$  OMG2

Gambar 9. Jawaban Tahap Objek SFD Soal Ke-b

OT1  
 C.  $n - 1 \rightarrow$  Karena Motif A di bagi 2 dan di kurangi  
 $b$   
 $= 216 - 1$   
 $= 108 - 1 = 107$  Motif A

Gambar 10. Jawaban Tahap Objek SFD Soal Ke-c

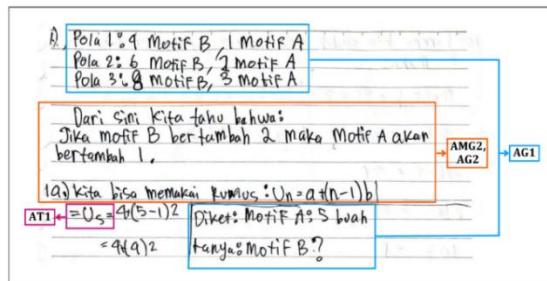
- P-18 : Kembali ke soal bagian a ya. Saya ingin memastikan lagi, berapa banyak ubin motif B pada suku ke-5.
- SFD-18 : 12 ubin motif B kak. **(OG1)**
- P-19 : Sekarang ke soal bagian b ya. Saya ingin memastikan, bagaimana rumus umum pola yang kamu dapatkan?
- SFD-19 :  $U_p = 4 + 2p - 2$  kak, hasilnya dalam bentuk aljabar. **(OG2)**
- P-20 : Kalau soal bagian ke-c ini, saya ingin memastikan juga, berapa banyak ubin motif A jika terdapat 216 ubin motif B?
- SFD-20 : 107 ubin motif A kak. **(OT1)**

Berdasarkan hasil jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara di atas, SFD dapat menentukan jumlah ubin motif B pada suku ke-5, yaitu sebanyak 12 ubin. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Objek SFD dalam menyelesaikan soal adalah menentukan nilai barisan pada suku yang terjangkau (OG1). SFD dapat menentukan rumus umum pola dengan mengoperasikan bentuk aljabar, dari  $U_p = 4 + (p - 1)2$  menjadi  $U_p = 4 + 2p - 2$ , nilai  $p$  seolah-olah diketahui. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Objek SFD dalam menyelesaikan soal adalah menentukan nilai barisan pada pola yang tidak terjangkau (misal pada suku ke-n) (OG2), serta mengoperasikan kuantitas yang tidak diketahui seolah kuantitas tersebut diketahui (OMG2). SFD dapat menemukan rumus untuk menentukan jumlah ubin motif A ketika ubin motif B diketahui yaitu  $\frac{n}{b} - 1$  dan memperoleh hasil 107 ubin motif A. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Objek SFD dalam menyelesaikan soal adalah menemukan bentuk aljabar yang ekivalen dengan pola yang diberikan sehingga dapat digunakan untuk menentukan nilai barisan pada suku tertentu (OT1).

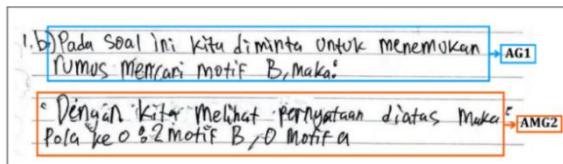
Dalam menyelesaikan soal pola bilangan bagian ke-a, ke-b, dan ke-c, terdapat indikator berpikir aljabar dan teori APOS yang dipenuhi dan belum dipenuhi oleh SFD pada tahap Aksi, Proses, dan Objek. Secara keseluruhan, SFD terlalu terfokus pada soal dan tidak memprediksi nilai barisan yang masih terjangkau hanya dengan mengamati pola ubin, SFD tidak memahami makna dan aturan penggunaan rumus umum pola yang telah didapatkan. Meskipun demikian, SFD dapat menjelaskan langkah-langkah dan cara yang digunakan dalam menyelesaikan masalah cukup baik karena dapat menemukan jawaban dengan tepat, tetapi terdapat salah satu langkah penyelesaian yang kurang logis pada saat membuat rumus di soal bagian ke-c. Angka 2 hanya kebetulan sama dengan beda di barisan tersebut. Selanjutnya, SFD menguji rumus yang didapatkan dengan memasukkan pada angka di susunan lainnya agar lebih valid. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Skema SFD dalam menyelesaikan masalah adalah mengevaluasi ulang jawaban yang telah didapat (misal memasukkan bilangan yang berbeda ke dalam rumus yang didapat, lalu mencocokannya dengan pola yang ada) (ST1).

#### Proses Berpikir Aljabar Siswa Field Independent (SFI)

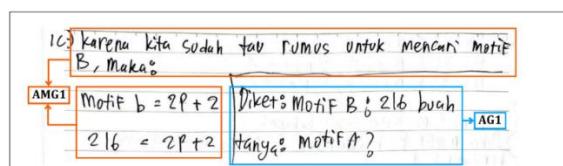
Berikut jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara SFI pada tahap Aksi dalam menyelesaikan soal bagian ke-a, ke-b, dan ke-c.



Gambar 11. Jawaban Tahap Aksi SFI Soal Ke-a



Gambar 12. Jawaban Tahap Aksi SFI Soal Ke-b



Gambar 13. Jawaban Tahap Aksi SFI Soal Ke-c

- P-01 : Untuk menemukan penyelesaian, apa saja informasi yang kamu dapatkan pada soal?
- SFI-01 : Saya mengamati gambar ubin yang diberikan kak. Susunannya membentuk suatu pola. Lalu, saya menuliskan pola ke-1 ada 4 motif B dan 1 motif A, pola ke-2 ada 6 motif B dan 2 motif A, pola ke-3 ada 8 motif B dan 3 motif A. Saya juga menuliskan yang diketahui ada 5 motif A dan yang ditanya ada berapa motif B, kak. **(AG1)**
- P-02 : Apa yang kamu lakukan selanjutnya?
- SFI-02 : Saya memahami jika setiap ubin motif B bertambah 2 maka ubin motif A bertambah 1 kak. Jadi, ubin motif B memiliki perubahan jumlah yang konstan pada setiap susunan yaitu bertambah 2. **(AMG2, AG2)**
- P-03 : Setelah itu, apa yang kamu lakukan pada soal bagian ke-a?
- SFI-03 : Saya sesuaikan dengan polanya saja kak, terus kepikiran juga pakai rumus barisan aritmatika dengan mencari suku ke-5 karena pada pola ke-1 terdapat 1 motif A dan bertambah sebanyak 1 di pola berikutnya. Saat motif A sebanyak 5 maka berada pada pola ke-5 juga. **(AT1)**
- P-04 : Apa informasi yang kamu dapatkan pada soal bagian ke-b?
- SFI-04 : Saya tau yang dimaksud soal kak, kita diminta untuk menemukan suatu rumus agar lebih mudah menghitung pada angka yang lebih besar. Rumus itu harus dituliskan dalam p. Tetapi, awalnya saya bingung cara mendapatkannya. **(AG1)**
- P-05 : Apa yang kamu lakukan selanjutnya?
- SFI-05 : Saya kepikiran pola ke-0 kak. Saya mencoba memperkirakan banyak ubin motif A dan motif B pada pola ke-0 yaitu ada sebanyak 0 motif A dan 2 motif B. Itu saya dapatkan dari melihat pola susunannya. Lalu, saya pikirkan untuk mendapatkan bentuk rumusnya kak. **(AMG2)**
- P-06 : Setelah itu, apa informasi yang kamu dapatkan pada soal bagian ke-c?
- SFI-06 : Yang diketahui di soal itu ada 216 ubin motif B, yang ditanyakan jumlah ubin motif A nya berapa. **(AG1)**
- P-07 : Apa yang kamu lakukan selanjutnya?
- SFI-07 : Langsung saya gunakan rumus yang sudah saya dapatkan sebelumnya kak, tinggal disubstitusikan saja ke rumusnya. **(AMG1)**

Berdasarkan hasil jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara di atas, SFI dapat menuliskan jumlah ubin motif B dan jumlah ubin motif A pada setiap susunan, kemudian dapat menuliskan yang diketahui dan maksud yang diinginkan soal, yaitu menentukan jumlah ubin motif B pada pola ke-5. SFI memahami bahwa setiap ubin motif B bertambah 2

maka ubin motif A bertambah 1 pada setiap susunan. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Aksi SFI dalam menyelesaikan soal adalah mengetahui dan menunjukkan semua informasi yang diketahui dan diinginkan soal (AG1), memahami struktur, termasuk mengetahui dan merepresentasikan informasi yang ada pada soal (AMG2), serta menentukan beda atau selisih dari barisan yang terbentuk dari pola (AG2). Selain itu, SFI dapat menuliskan masalah yang diminta pada soal adalah suku ke-5 (U5). Sehingga menunjukkan juga bahwa tahap Aksi SFI dalam menyelesaikan soal adalah mengetahui dan menunjukkan masalah yang ada pada soal secara sederhana (AT1). Selanjutnya, SFI memahami bahwa soal bagian ke-c dapat diselesaikan menggunakan rumus umum pola dengan cara substitusi nilai yang telah diketahui ke dalam rumus. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Aksi SFI dalam menyelesaikan soal adalah memahami permasalahan, termasuk mengetahui dan merepresentasikan masalah yang ada pada soal (AMG1).

Berikut jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara SFD pada tahap Proses dalam menyelesaikan soal bagian ke-a, ke-b, dan ke-c.

Q. Pola 1: 9 Motif B, 1 Motif A  
 Pola 2: 6 Motif B, 2 Motif A  
 Pola 3: 8 Motif B, 3 Motif A

Dari sini kita tahu bahwa:  
 Jika motif B bertambah 2 maka motif A akan bertambah 1.

12) kita bisa memakai rumus:  $U_n = a + (n-1)b$  → PT1, PT3

PT2  $U_5 = 4(5-1)2$  Diket: Motif A: 5 buah  
 $= 4(4)2$  tanya: Motif B? → PT3

$= 9 + 8$

$= 12$  Jadi terdapat 12 ubin motif B

Gambar 14. Jawaban Tahap Proses SFI Soal Ke-a

1c) karena kita sudah tau rumus untuk mencari motif B, maka:  
 Motif B =  $2p + 2$  Diket: Motif B: 26 buah  
 PT2  $26 = 2p + 2$  tanya: Motif A? → PT3

$26 - 2 = 2p$   
 $24 = 2p$   
 $12 = p$

Jadi banyak ubin motif A adalah 12

Gambar 15. Jawaban Tahap Proses SFI Soal Ke-b

1.b) Pada soal ini kita diminta untuk menemukan rumus mencari motif B, maka:  
 Dengan: kita melihat pernyataan diatas maka:  
 Pola ke 0: 2 Motif B, 0 Motif A

Maka dapatlah rumus:  $2p + 2$  → PMG1

$= 2p$  dari pola 0 dikali p buah  
 $+ 2$  dari pertambahan motif B

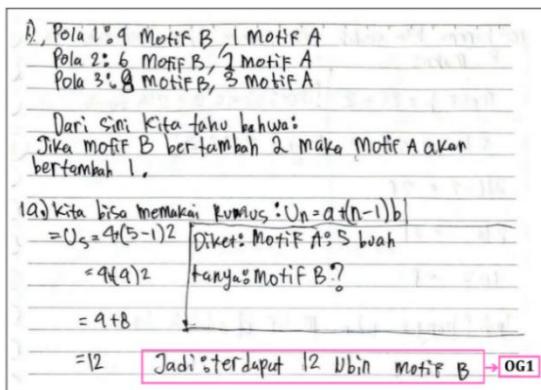
Gambar 16. Jawaban Tahap Proses SFI Soal Ke-c

- P-08 : Baik. Sekarang coba perhatikan susunan ubin pada soal. Disitu hanya sampai susunan ke-3 saja kan, menurut kamu ada berapa ubin motif A dan ubin motif B pada susunan ke-4?
- SFI-08 : Berarti yang motif A bertambah 1 dan motif B bertambah 2 dari pola sebelumnya kak. Jadi ada 4 motif A dan 10 motif B. **(PG1)**
- P-09 : Sekarang jika jumlah ubin motif A sebanyak 5, bagaimana cara kamu mencari jumlah ubin motif B?
- SFI-09 : Sama seperti yang barusan kak, karena pola ke-4 ada 4 motif A dan 10 motif B, maka 5 motif A itu berarti pola ke-5, kemudian motif B nya tinggal ditambah 2. Jadi, ada 12 motif B. **(PG1)**
- P-10 : Baik, tapi yang kamu tuliskan itu sepertinya menggunakan rumus. Bisa dijelaskan bagaimana cara yang kamu gunakan itu?
- SFI-10 : Oh, iya kak, itu rumus barisan aritmatika yang pernah saya tau untuk memastikan saja hasilnya sama apa tidak. Saya pakai rumus itu karena sudah ada suku pertama dan beda pada motif B. Lalu yang dicari suku ke-5. Ternyata didapatkan hasil yang sama, yaitu 12 motif B juga kak.
- P-11 : Bisa dijelaskan bagaimana penggunaan rumus umum barisan aritmatika pada penyelesaian kamu itu?
- SFI-11 : Iya kak. Jadi suku pertama itu 4, bedanya 2, dan n nya 5, kemudian saya substitusikan ke rumus barisan aritmatika. **(PT2)**
- P-12 : Bisa dijelaskan lebih rinci?
- SFI-12 : Rumusnya kan  $U_n = a + (n-1)b$ , saya substitusi menjadi  $U_5 = 4 + (5-1)4$ . Lalu, dioperasikan kak,  $U_5 = 4 + (4)4$ ,  $U_5 = 4 + 8 = 12$ . Jadi, hasilnya 12. **(PT1, PT3)**
- P-13 : Baik, saya ingin memastikan lagi. Jadi sebenarnya kamu tahu kalau hasilnya 12 dari melihat susunan polanya, tetapi kamu mencoba membuktikan itu dengan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika ya?
- SFI-13 : Iya benar kak.
- P-14 : Kalau di soal bagian ke-c ini bagaimana cara yang kamu lakukan?
- SFI-14 : Saya pakai rumus yang sudah didapatkan tadi kak. Tinggal disubstitusikan saja. **(PG2)**
- P-15 : Bisa dijelaskan lebih detail caranya?
- SFI-15 : Iya kak. Tadi kan sudah ketemu rumus motif B =  $2p + 2$ . Lalu saya substitusikan 216 ubin motif B yang diketahui di soal menjadi  $216 = 2p + 2$ . **(PT2)**
- P-16 : Bagaimana cara kamu mengoperasikan?
- SFI-16 : Tinggal dipindah ruas kak, menjadi  $216 - 2 = 2p$ ,  $214 = 2p$ ,  $107 = p$ . **(PT3)**
- P-17 : Mengapa kamu menggunakan cara tersebut? Apa ada cara lainnya?
- SFI-17 : Menurut saya itu cara yang paling mudah kak.

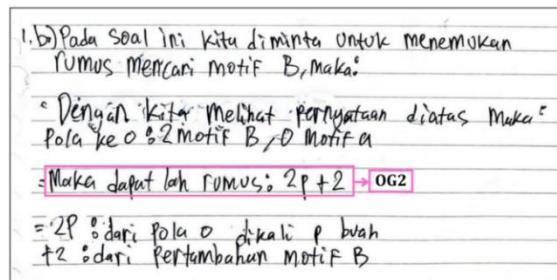
Berdasarkan hasil jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara di atas, SFI menggunakan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika dengan substitusi suku pertama (a) dan beda (b) pada suku yang dicari ( $U_5$ ). SFI dapat melakukan substitusi dan mengoperasikan dengan baik hingga mendapatkan jawaban, yaitu 12 ubin motif B. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Proses SFI dalam menyelesaikan soal adalah merepresentasikan masalah menggunakan angka, huruf, simbol, dan lain sebagainya (PT1), melakukan substitusi nilai yang telah ditemukan untuk mencari nilai lain yang dibutuhkan (PT2), serta menggunakan operasi aljabar dalam menentukan nilai barisan sesuai dengan pola yang diberikan (PT3). SFI dapat menentukan pada susunan ke-4 terdapat 4 ubin motif A dan 10 ubin motif B, sedangkan pada susunan ke-5 terdapat 5 ubin motif A dan 12 ubin motif B sesuai dengan pola yang dipahami. Sehingga juga menunjukkan bahwa tahap Proses SFI dalam menyelesaikan soal adalah menentukan nilai barisan yang masih terjangkau dari pola yang diberikan (PG1). SFI dapat menemukan rumus umum pola yaitu  $2p+2$  yang didapatkan dari menganalisis pada pola ke-0. SFI menuliskan bahwa  $2p$  diperoleh dari 0 ubin motif A yang dikalikan dengan  $p$  buah kemudian dijumlah dengan 2 yang merupakan pertambahan ubin motif B. Hal tersebut dilakukan karena SFI mencoba mengubah jumlah ubin motif A menjadi jumlah ubin motif B, kemudian menguji rumus yang didapat pada susunan lainnya agar lebih valid. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Proses SFI dalam menyelesaikan soal adalah memprediksi dan menuliskan rumus pola

dalam bentuk angka, huruf, simbol, dan sebagainya (PMG1). SFI memahami aturan penggunaan rumus umum pola yang didapatkan, yaitu dapat digunakan untuk menentukan jumlah ubin motif A dengan melakukan substitusi nilai yang telah diketahui. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Proses SFI dalam menyelesaikan soal adalah menentukan aturan untuk nilai yang tidak terjangkau dari pola yang diberikan (PG2).

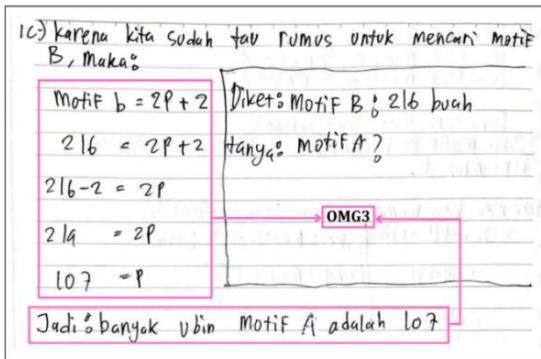
Berikut jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara SFD pada tahap Objek dalam menyelesaikan soal bagian ke-a, ke-b, dan ke-c.



Gambar 17. Jawaban Tahap Objek SFI Soal Ke-a



Gambar 18. Jawaban Tahap Objek SFI Soal Ke-b



Gambar 19. Jawaban Tahap Objek SFI Soal Ke-c

- P-18 : Kembali ke soal bagian a ya. Saya ingin memastikan lagi, berapa banyak ubin motif B pada suku ke-5?  
 SFI-18 : Ada 12 kak. (OG1)
- P-19 : Apakah kamu sudah yakin dengan jawaban itu?  
 SFI-19 : Iya kak, karena sesuai dengan yang saya perkiraikan juga. (OMG1)
- P-20 : Sekarang ke soal bagian b ya. Saya ingin memastikan, bagaimana rumus umum yang kamu dapatkan?  
 SFI-20 : Motif B = 2P + 2 kak. (OG2)
- P-21 : Kalau soal bagian ke-c ini, saya ingin memastikan juga, berapa banyak ubin motif A jika terdapat 216 ubin motif B?  
 SFI-21 : Ada 107 kak.
- P-22 : Itu hasil yang kamu dapatkan menggunakan rumus umum pola ya?

SFI-22 : Iya betul kak. (OMG3)

Berdasarkan hasil jawaban tertulis dan kutipan hasil wawancara di atas, SFI dapat menentukan banyaknya ubin motif B ketika terdapat 5 ubin motif A dengan memprediksi sesuai susunan pola yang dipahami dan mencoba membuktikan dengan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika, diperoleh hasilnya sama yaitu 12 ubin motif A. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Objek SFI dalam menyelesaikan soal adalah menentukan nilai barisan pada suku yang terjangkau (OG1), serta memprediksi hasil dari masalah pola bilangan berdasarkan informasi pada tahap Aksi dan Proses (OMG1). SFI dapat menentukan rumus umum pola dalam p, yaitu motif B=2p+2 dan memahami makna penggunaan rumus tersebut dengan baik. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Objek SFI dalam menyelesaikan soal adalah menentukan nilai barisan pada pola yang tidak terjangkau (OG2). SFI menyelesaikan soal bagian ke-c dengan mensubstitusikan 216 ubin motif B ke dalam rumus, kemudian mengoperasikan hingga mendapatkan jawaban 107 ubin motif A. Sehingga menunjukkan bahwa tahap Objek SFI dalam menyelesaikan soal adalah menggunakan aljabar (dalam hal ini rumus untuk menentukan nilai barisan) untuk menyelesaikan masalah (OMG3).

Dalam menyelesaikan soal pola bilangan bagian ke-a, ke-b, dan ke-c, terdapat indikator berpikir aljabar dan teori APOS yang dipenuhi dan belum dipenuhi oleh SFI pada tahap Aksi, Proses, dan Objek. Secara keseluruhan, SFI dapat membuktikan prediksinya dengan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika dan memperoleh hasil yang sama, yaitu 12 ubin motif B. Selain itu, SFI juga dapat memprediksi rumus umum pola yang diinginkan soal dengan menganalisis pola ke-0 ubin dan menguji pada susunan lainnya agar lebih valid, kemudian ia menggunakan rumus tersebut untuk menyelesaikan soal selanjutnya dengan melakukan substitusi nilai yang telah diketahui. SFI memahami makna dan penggunaan rumus umum pola dengan baik. SFI dapat menjelaskan langkah-langkah dan cara yang digunakan dalam menyelesaikan masalah dengan baik dan logis. Sehingga tahap Skema SFI dalam menyelesaikan masalah adalah menyimpulkan rumus umum dari pola yang diberikan dengan mengaitkan rangkaian Aksi, Proses, dan Objek pada masalah yang diberikan (SG1), mengevaluasi ulang jawaban yang telah didapat (misal memasukkan bilangan yang berbeda ke dalam rumus yang didapat, lalu mencocokannya dengan pola yang ada) (ST1), serta membenarkan dan membuktikan argumen yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan (SMG1).

Pada tahap Aksi, SFD cenderung melakukan aktivitas transformasi. Saat menerima informasi pada soal, SFD menghubungkan dengan informasi (pengetahuan) yang pernah diajarkan oleh gurunya untuk menyelesaikan masalah, yaitu menggunakan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Handayani dkk. (2021), bahwa siswa dengan gaya kognitif *field dependent* cenderung menerapkan prosedur penyelesaian soal hanya dengan menerima pola yang telah diajarkan dan tidak berasal dari pikirannya. Akan tetapi, SFD mengalami kesulitan dalam menemukan strategi penyelesaian saat terdapat soal pola bilangan berikutnya yang membalik persoalan antara

yang diketahui dan ditanyakan. Sesuai dengan karakteristik siswa FD yang dikemukakan oleh Woolfolk (2016), yaitu cenderung tidak mampu menyusun kembali pelajaran yang telah diterima secara terstruktur. Sehingga SFD memerlukan arahan dan bantuan diskusi dari lingkungan sekitarnya untuk menemukan strategi penyelesaian. Sesuai dengan karakteristik siswa FD yang dikemukakan oleh Witkin dkk. (1977), yaitu siswa FD lebih suka bekerja secara berkelompok dan membutuhkan instruksi tambahan secara eksplisit. Sedangkan SFI cenderung melakukan aktivitas generalisasi. Saat menerima informasi, SFI mengidentifikasi struktur pola yang diberikan, lalu menyusun strategi penyelesaian soal dengan caranya sendiri berdasarkan informasi (pengetahuan) yang pernah dipelajari. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handayani dkk. (2021) memperoleh hasil bahwa siswa dengan gaya kognitif *field independent* cenderung menggunakan faktor internal dan memahami berbagai tipe soal. Sehingga SFI tidak terpengaruh dengan berbagai Aksi yang dilakukan oleh lingkungan sekitarnya dalam mencari strategi penyelesaian soal juga. Hal ini sesuai dengan karakteristik siswa FI yang dikemukakan oleh Woolfolk (2016), yaitu siswa FI cenderung memiliki tujuan dan *reinforcement* sendiri.

Pada tahap Proses, SFD cenderung melakukan aktivitas transformasi. SFD mensubstitusikan nilai yang telah diketahui ke dalam rumus umum suku ke-n barisan aritmatika dan mengoperasikan dengan baik hingga mendapatkan solusi penyelesaian soal. Hal ini menunjukkan bahwa SFD memiliki kemampuan perhitungan yang baik. Sejalan dengan hasil penelitian Mirlanda & Pujiastuti (2018), bahwa siswa FD lebih unggul dalam melakukan perhitungan sesuai aturan atau rumus tertentu daripada menganalisis pola dan hubungan pada situasi matematik. Dalam upaya menemukan bentuk aljabar, SFD terkecoh dengan suatu angka karena menganggap itu sebagai beda dan membenarkan bentuk aljabar tersebut karena sesuai dengan hasil evaluasi pada pola lainnya. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vendiagrys & Junaedi (2015) memperoleh hasil bahwa subjek FD memandang secara global dan memberikan argumen pemberian berdasarkan pada hasil sehingga mudah terpengaruh manipulasi unsur pengecoh. Sedangkan SFI cenderung melakukan aktivitas generalisasi dan meta-global. Hal ini ditunjukkan dengan SFI berpikir lebih analitis dalam menerapkan strategi penyelesaian soal dan memprediksi solusi berdasarkan hasil identifikasi pola pada tahap Aksi. Bersejalan dengan hasil penelitian Mirlanda & Pujiastuti (2018), bahwa siswa FI terampil dalam menganalisis pola pada situasi matematik untuk menyelesaikan masalah. SFI menggunakan semua informasi yang telah didapatkan untuk menemukan solusi penyelesaian, termasuk rumus umum pola yang digunakan untuk menyelesaikan soal pola bilangan berikutnya. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vendiagrys & Junaedi (2015) memperoleh hasil bahwa subjek FI cenderung lebih analitis dalam mengolah informasi yang didapatkan pada soal, sehingga mampu menemukan bagian penting yang digunakan untuk menyelesaikan masalah.

Pada tahap Objek, SFD cenderung melakukan aktivitas generalisasi dan transformasi. Hal ini ditunjukkan dengan SFD dapat menghasilkan produk berupa solusi dari penyelesaian soal pola bilangan yang diberikan, baik dengan rumus umum suku ke-n

barisan aritmatika maupun dengan bentuk aljabar yang ekuivalen sesuai pola. Dalam penelitian ini, SFD dapat memperoleh jawaban dengan benar. Padahal, hasil penelitian yang dilakukan oleh Vendiagrys & Junaedi (2015) menyebutkan bahwa subjek FD seringkali tidak mampu memperoleh tepatan jawaban yang benar dalam menyelesaikan masalah. Hasil penelitian Lusiana (2017) juga menyebutkan bahwa masih ditemukan kesalahan-kesalahan pada hasil penyelesaian masalah siswa bertipe FD. Hal ini karena subjek pada penelitian ini diambil dari hasil tes kemampuan matematika yang berada pada kategori tinggi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rohmani dkk. (2020) memperoleh hasil bahwa siswa dengan gaya kognitif *field dependent* berkemampuan matematika tinggi mampu menyelesaikan masalah dengan kategori baik. Selain itu, jenis kelamin subjek pada penelitian ini adalah laki-laki. Sehingga mempunyai kemampuan penyelesaian masalah lebih baik dari jenis kelamin perempuan. Sejalan dengan hasil penelitian Nur & Palobo (2018), bahwa subjek FD laki-laki berkategori cukup sedangkan subjek FD perempuan berkategori kurang dalam menyelesaikan masalah matematika. Sedangkan SFI cenderung melakukan aktivitas generalisasi dan meta-global. Hal ini ditunjukkan dengan SFI menghasilkan produk berupa solusi dari penyelesaian soal pola bilangan yang diberikan, baik dengan memprediksi hasil maupun dengan menggunakan rumus umum pola yang telah didapatkan untuk menyelesaikan soal berikutnya. Dalam penelitian ini, SFI dapat memperoleh jawaban dengan benar. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Vendiagrys & Junaedi (2015), yang menyatakan bahwa subjek FI dapat menyelesaikan masalah dengan memperoleh jawaban yang benar. Sejalan juga dengan hasil penelitian Lusiana (2017), bahwa subjek FI dapat menyelesaikan masalah hingga memperoleh hasil akhir yang tepat.

Pada tahap Skema, SFD cenderung memenuhi aktivitas transformasi. SFD mengevaluasi ulang rumus yang telah didapatkan dengan mensubstitusikan bilangan yang berbeda dan mencocokkan pada pola yang ada. SFD tidak melakukan aktivitas generalisasi karena tidak memahami aturan dan penggunaan rumus umum pola yang didapatkan untuk menyelesaikan soal berikutnya. Sehingga SFD tidak dapat menyimpulkan rumus umum pola dengan baik dan memilih strategi yang kurang efisien. Bersejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Safitri & Khotimah (2023) yang memperoleh hasil bahwa subjek FD kurang teliti dalam memahami permasalahan. SFD juga tidak melakukan aktivitas meta-global karena tidak dapat membenarkan dan membuktikan argumen dengan memberikan penjelasan yang logis pada salah satu langkah penyelesaian masalah. Sejalan dengan hasil penelitian Firda Haryanti (2018), bahwa pada salah satu langkah penyelesaian, siswa FD memberikan argumen tidak logis karena mereka mengolah informasi secara global. Sedangkan SFI memenuhi seluruh aktivitas berpikir aljabar, yaitu generalisasi, transformasi, dan meta-global. SFI dapat menyimpulkan rumus umum pola karena memahami aturan dan penggunaannya dengan baik, serta dapat mengevaluasi ulang rumus umum pola yang didapatkan dengan mensubstitusikan bilangan yang berbeda dan mencocokkan pada pola yang ada. Selain itu, SFI juga dapat membenarkan dan membuktikan argumen dengan memberikan penjelasan yang logis pada setiap langkah

penyelesaian masalah. Sejalan dengan hasil penelitian Haryanti (2018), bahwa siswa FI memberikan argumen dan membuat kesimpulan logis dalam seluruh langkah penyelesaian. Berdasarkan uraian tersebut, keseluruhan proses berpikir aljabar SFD memiliki kecenderungan pada aktivitas transformasi dan SFI memiliki kecenderungan pada aktivitas generalisasi dalam menyelesaikan masalah pola bilangan yang diberikan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan dalam penelitian ini, diperoleh kesimpulan bahwa siswa *field dependent* pada tahap Aksi cenderung melakukan aktivitas transformasi dengan memperhatikan susunan pola dan menggunakan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika. Pada tahap Proses cenderung melakukan aktivitas transformasi dengan mensubstitusikan nilai yang telah diketahui ke dalam rumus umum suku ke-n barisan aritmatika dan mengoperasikan dengan baik. Pada tahap Objek cenderung melakukan aktivitas generalisasi dan transformasi dengan menghasilkan produk berupa solusi dari penyelesaian soal pola bilangan yang diberikan, baik dengan rumus umum suku ke-n barisan aritmatika maupun dengan bentuk aljabar yang ekuivalen sesuai pola. Pada tahap Skema hanya memenuhi aktivitas transformasi dengan mengevaluasi ulang bentuk aljabar yang ekuivalen sesuai pola.

Sedangkan, siswa *field independent* pada tahap Aksi cenderung melakukan aktivitas generalisasi dengan mengidentifikasi struktur pola yang diberikan untuk menyusun strategi penyelesaian soal dengan caranya sendiri. Pada tahap Proses cenderung melakukan aktivitas generalisasi dan meta-global dengan menerapkan strategi penyelesaian soal dan memprediksi solusi berdasarkan hasil identifikasi pola pada tahap Aksi. Pada tahap Objek cenderung melakukan aktivitas generalisasi dan meta-global dengan menghasilkan produk berupa solusi dari penyelesaian soal pola bilangan yang diberikan, baik dengan memprediksi hasil maupun dengan menggunakan rumus umum pola yang telah didapatkan untuk menyelesaikan soal berikutnya. Pada tahap Skema memenuhi aktivitas generalisasi, transformasi, dan meta-global dengan menyimpulkan rumus umum pola, mengevaluasi ulang rumus umum pola yang didapatkan, serta membenarkan dan membuktikan argumen dengan memberikan penjelasan yang logis pada setiap langkah penyelesaian masalah.

Dari hasil penelitian yang telah dipaparkan, diharapkan guru dalam kegiatan pembelajaran mampu memberikan perhatian dan perlakuan khusus terhadap siswa-siswi dengan gaya kognitif *field dependent* yang cenderung menerima informasi secara global. Penelitian ini juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti materi yang diujikan, kemampuan matematika siswa, dan gaya kognitif yang dipilih. Peneliti selanjutnya yang akan melakukan penelitian lebih lanjut dan relevan dengan penelitian ini dapat menggunakan materi uji yang berbeda, memilih subjek dengan kemampuan matematika sedang atau rendah, dan meninjau jenis gaya kognitif yang lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, L. A. (2023). *Proses Berpikir Aljabar Peserta Didik Sekolah Menengah Atas Melalui Meori APOS dalam Menyelesaikan Soal Generalisasi Pola Ditinjau dari Teori Radford*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. <http://etheses.uin-malang.ac.id/58180/>
- Alvinaria, A., Lukito, A., & Wijayanti, P. (2022). Identifikasi Berpikir Aljabar Siswa Field Independent dan Field Dependent Menggunakan Taksonomi SOLO. *Jurnal Riset Pendidikan dan Inovasi Pembelajaran Matematika (JRPIPM)*, 5, 142-165. <https://doi.org/10.26740/jrpipm.v5n2.p142-165>
- Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktaç, A., Roa Fuentes, S., Trigueros, M., & Weller, K. (2014). *APOS Theory*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7966-6>
- Bostic, J. Q. (1987). *A Method for Early Identification of Students Likely to Fail a Minimum Competency Exit Level Test: Early Prediction of Scores on the Texas Educational Assessment of ....* ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED281893>
- Chen, X., Zhao, S., & Li, W. (2019). Opinion dynamics model based on cognitive styles: Field-dependence and field-independence. *Complexity*, 2019, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2019/2864124>
- Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. Dalam *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study* (hlm. 275–282). Springer. <https://www.jstor.org/stable/26742010>
- Firda Haryanti, C. (2018). Profil Penalaran Matematika Siswa SMP dalam Memecahkan Masalah Open-Ended Ditinjau dari Gaya Kognitif Field Dependent dan Field Independent. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 2(7). <https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v7n2.p197-204>
- Handayani, K. I., Damris, M., & Kamid, K. (2021). Pemahaman Siswa Berdasarkan Teori APOS Ditinjau dari Gaya Kognitif Field Dependence dan Field Independence. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1650-1660. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.659>
- Junarti, Sukestiyarno, Y. L., Mulyono, M., & Karomah, N. (2020). The Process of Structure Sense of Group Prerequisite Material: A Case in Indonesian Context. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1047-1061. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.3.1047>
- Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades: What is it. *The mathematics educator*, 8(1), 139-151.
- Lusiana, R. (2017). Analisis kesalahan Mahasiswa dalam memecahkan masalah pada materi himpunan ditinjau dari gaya kognitif. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Matematika*, 10(1). <https://doi.org/10.30870/jppm.v10i1.1290>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. 3rd. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mirlanda, E. P., & Pujiastuti, H. (2018). Kemampuan Penalaran Matematis: Analisis Berdasarkan Gaya Kognitif Siswa: Kemampuan Penalaran Matematis: Gaya Kognitif Siswa: Field Independent: Field Dependent. *Symmetry: Pasundan Journal of Research in Mathematics Learning and Education*, 3(2), 56-67. <https://doi.org/10.23969/symmetry.v3i2.1251>
- Muyassaroh, K. A., & Masduki, M. (2023). Profil Berpikir Aljabar Siswa dalam Menyelesaikan Permasalahan Generalisasi dan Berpikir Dinamis Ditinjau dari Gaya Kognitif FI-FD. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 9(1), 27-42. <https://doi.org/10.24853/fbc.9.1.27-42>
- Nur, A. S., & Palobo, M. (2018). Profil kemampuan pemecahan masalah matematika siswa ditinjau dari perbedaan gaya kognitif dan gender. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 9(2), 139-148. <https://doi.org/10.15294/kreano.v9i2.15067>
- Nurlatifah, M., & Hakim, D. L. (2023). Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa SMP Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berpikir Tingkat Tinggi. *Prosiding Sesiomadika*, 4(1). <https://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika/article/view/7635>
- Ratumanan, T. G., & Laurens, T. (2003). Evaluasi hasil belajar yang relevan dengan kurikulum berbasis kompetensi. Surabaya: YP3IT kerjasama dengan Unipress.

- Rohmani, D., Rosmaiayadi, R., & Husna, N. (2020). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis ditinjau dari gaya kognitif siswa pada materi pythagoras. *Variabel*, 3(2), 90–102. <https://doi.org/10.26737/var.v3i2.2401>
- Safitri, A. I., Syamsuri, S., & Jaenudin, J. (2021). Konstruksi Konsep Fungsi Matematis Bagi Siswa SMA Berdasarkan Teori APOS. *Wilangan: Jurnal Inovasi dan Riset Pendidikan Matematika*, 2(3), 149–165. <https://doi.org/10.56704/jirpm.v2i3.12353>
- Safitri, A., & Khotimah, R. P. (2023). Kemampuan Literasi Matematika Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten Space and Shape Ditinjau dari Gaya Kognitif. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 4(1), 24–34. <https://doi.org/10.34312/jmathedu.v4i1.18745>
- Siswono, T. Y. E. (2002). Proses Berpikir Siswa dalam Pengajuan Soal. *Konferensi Nasional Matematika XI*, 22–25.
- Suwanto, F. R., Aprisal, M., Putra, W. D. P., & Sari, R. H. Y. (2017). APOS theory towards algebraic thinking skill. *Proceedings of Ahmad Dahlan International Conference on Mathematics and Mathematics Education*, 52–58.
- Vendiagrys, L., & Junaedi, I. (2015). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematika soal setipe timss berdasarkan gaya kognitif siswa pada pembelajaran model problem based learning. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 4(1). <https://journal.unnes.ac.id/sju/ujmer/article/view/6905>
- Wahyuniar, L. S., Shofia, N., & Rochana, S. (2018). Proses berpikir aljabar siswa MTs kelas VIII menurut taksonomi solo ditinjau dari perbedaan gender. *JURNAL AKSIOMA*, 7(2), 275–282. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v7i2.1498>
- Wibowo, T. E., & Faizah, S. (2021). Pengembangan soal tes untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi bentuk aljabar. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika*, 3(2), 145–158. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2021.v3i2.145-158>
- Widyawati, W., Astuti, D., & Ijudin, R. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Ditinjau Berdasarkan Kemampuan Matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(9). <https://doi.org/10.26418/jppk.v7i9.28886>
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of educational research*, 47(1), 1–64. <https://doi.org/10.3102/00346543047001001>
- Woolfolk, A. (2016). *Educational psychology*. Pearson.