

## KONSTRUKSI KONSEP FUNGSI MATEMATIS BAGI SISWA SMA BERDASARKAN TEORI APOS

Atika Indah Safitri\*, Syamsuri, Jaenudin  
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
\*atikaindahsafitri@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan konstruksi konsep fungsi matematis bagi siswa SMA berdasarkan Teori APOS. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah APOS Research Cycle. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X SMA Negeri 4 Kota Serang yang telah mendapatkan materi fungsi komposisi dan fungsi invers. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes tertulis berbentuk uraian dan wawancara semi terstruktur. Teknik analisis data dilakukan secara kualitatif dengan 3 tahap yaitu reduksi data, penyajian data, dan verifikasi atau penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami mekanisme mental yang spesifik dalam mengonstruksi konsep fungsi matematis. Penelitian ini juga membuktikan bahwa tahapan interiorization (action menuju process) merupakan tahapan penting dalam mengonstruksi konsep fungsi matematis karena mempengaruhi kesempurnaan konstruksi pada tahap selanjutnya, baik pada proses, objek, maupun skema.

**Kata kunci:** konstruksi konsep, fungsi matematis, teori apos, mekanisme mental

### ABSTRACT

This study aims to describe the construction of the concept of mathematical functions for high school students based on APOS Theory. The approach used in this study is the APOS Research Cycle. The subjects of this study is student of class X SMA Negeri 4 Serang City who had received material on composition functions and inverse functions. The instruments used in this study were written test questions in the form of descriptions and semi-structured interviews. The data analysis technique was carried out qualitatively with 3 stages, namely data reduction, data presentation, and verification or drawing conclusions. The results showed that students experienced specific mental mechanisms in constructing the concept of mathematical functions. This study also proves that the interiorization stage (action to process) is an important stage in constructing the concept of mathematical functions because it affects the perfection of construction at the next stage, both in process, object, and schema.

**Keywords:** concept construction, mathematical function, apos theory, mental mechanism

## PENDAHULUAN

Matematika merupakan ilmu deduktif (Amir, 2014). Hal ini berarti dalam mengerjakan soal matematika perlu dilakukan dengan proses deduktif. Menurut Ruseffendi matematika adalah simbol ilmu deduktif yang tidak menerima pembuktian secara ilmu tentang pola keteraturan (Fadillah, 2016). Matematika masih menjadi fokus dalam pembelajaran di sekolah karena sadar atau tidak, ilmu matematika sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari. Kegunaan matematika dalam kehidupan sehari-hari membuat pelajaran matematika selalu ada dalam daftar pelajaran yang wajib dipelajari oleh siswa dalam jenjang SD, SMP dan SMA.

Permendiknas RI No 22 Tahun 2006, salah satu tujuan pembelajaran matematika pada pendidikan menengah adalah agar siswa memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep atau algoritma, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat dalam pemecahan masalah. Berdasarkan penelitian (Purwanti et al., 2016), memahami dalam pembelajaran matematika umumnya melibatkan tindakan untuk mengetahui konsep dan prinsip-prinsip yang berkaitan dengan prosedur dan berhubungan atau menciptakan hubungan yang bermakna antar konsep yang ada dengan konsep yang baru dipelajari.

Pemahaman konsep merupakan salah satu hal yang penting dalam matematika (Purwanti et al., 2016). Siswa dalam belajar matematika perlu untuk memahami konsep matematika yang sedang dipelajari untuk kemudian dapat memahami konsep yang akan dipelajari selanjutnya. Terdapatnya keterikatan antara satu konsep dan konsep lain dalam pembelajaran matematika merupakan bukti pentingnya pemahaman konsep matematika

(Novitasari, 2016). Oleh karena itu, siswa akan sulit memahami konsep baru jika konsep yang dipelajari sebelumnya belum dipahami oleh siswa tersebut.

Belajar matematika pada hakikatnya merupakan proses konstruksi pengetahuan dengan cara mengaitkan suatu konsep matematika dengan konsep matematika lainnya baik secara akomodasi maupun asimilasi (Ni'mah et al., 2018). Siswa yang melakukan proses konstruksi secara aktif akan membentuk pengetahuan yang baik. Menurut penelitian Mumu et al. (2017), siswa yang mempelajari suatu konsep hendaknya mengkonstruksi konsepnya sendiri sehingga siswa dapat memahaminya dengan baik.

Memahami suatu konsep sangat diperlukan siswa dalam memberikan alasan ketika melakukan aktivitas penalaran, karena dalam matematika banyak menggunakan aktivitas penalaran (Safitri, 2017). Pemahaman terhadap suatu konsep dapat berkembang dengan baik jika konsep yang paling umum disajikan terlebih dahulu dan dapat dijadikan sebagai jembatan antar informasi baru dengan informasi yang telah ada pada kognitif siswa (Yuliana & Ratu, 2018). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa konstruksi konsep matematika adalah suatu kegiatan aktif yang dilakukan untuk memperoleh atau membangun suatu konsep dalam matematika.

Salah satu konsep dalam matematika ialah fungsi. Konsep fungsi merupakan salah satu konsep dasar matematika yang harus dipelajari oleh ahli matematis (Restianaim et al., 2020). Bagi para siswa tentunya juga harus mempelajari konsep fungsi, karena dengan mempelajari dan paham mengenai konsep fungsi akan membuat siswa mudah mempelajari konsep selanjutnya. Konsep fungsi dalam

pembelajaran di sekolah terdiri dari fungsi aljabar dan fungsi non aljabar (Marlina & Ruhiat, 2018).

Menurut penelitian Herawati (2014), kesalahan siswa dalam menjawab Ujian Nasional pokok bahasan relasi dan fungsi diantaranya disebabkan karena siswa sulit mendefinisikan konsep relasi dan fungsi, siswa kurang memahami akan pemaknaan tahapan dan prosedur materi relasi dan fungsi. Penelitian Penelitian Aulia, Parta, & Irawati (2017) menyatakan bahwa fakta yang ditemukan di lapangan ternyata banyak siswa yang masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep fungsi invers. Penelitian García-Martínez & Parraguez (2017) menyatakan bahwa *“in a process of the concept of function, the functions are understood as rules that connect each value of an independent variable  $x$  in the domain to a value of the dependent variable  $y$  in the codomain”*. Ketika seorang siswa menganggap suatu proses secara keseluruhan dan melakukan serta mengkonstruksi transformasi di atasnya, dikatakan bahwa proses tersebut telah dienkapsulasi menjadi suatu objek mental. Salah satu teori yang dapat digunakan untuk menganalisis konstruksi konsep fungsi bagi siswa adalah teori APOS.

Teori APOS (*Action, Process, Object and Schema*) merupakan suatu teori kecenderungan belajar matematika yang berpusat pada berpikir secara matematis (Putri, 2018). Teori APOS adalah teori bagaimana konsep matematika dapat dipelajari. Teori ini merupakan suatu pendekatan pembelajaran matematika berdasarkan paham konstruktivisme dalam memahami suatu konsep dan mendorong pembentukan pengetahuan awal (Putri, 2018).

Menurut penelitian Safitri (2017) teori apos dapat digunakan untuk

beberapa konsep matematika serta pada berbagai jenjang pendidikan. Pada penelitiannya, Safitri mengungkapkan bahwa teori APOS dapat digunakan untuk membuat pentahapan mengenai pemahaman konsep fungsi, karena pemahaman mengenai konsep fungsi sesuai dengan kerangka kerja teori APOS. Kerangka teori APOS merupakan kerangka kerja yang menjelaskan bagaimana siswa secara mental membangun pemahaman konsep matematika sehingga dengan konsep ini siswa dapat menyelesaikan permasalahan matematika yang relevan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul *“Konstruksi Konsep Fungsi Matematis Bagi Siswa SMA Berdasarkan Teori APOS”*.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan pendekatan APOS *Research Cycle*, karena bertujuan untuk mendeskripsikan struktur dan mekanisme mental dalam mengonstruksi konsep fungsi matematis berdasarkan Teori APOS.

Berdasarkan Arnon et al., (2014)., APOS *Research Cycle* terdiri atas 3 tahap yaitu: (1) analisis teoritis (*theoretical analysis*), pada tahapan ini dibuat hipotesis Genetic Decomposition (GD) terkait konsep fungsi. Sebuah hipotesis GD dibuat berdasarkan materi prasyarat, pengalaman peneliti dalam mengajarkan konsep fungsi, pengetahuan peneliti tentang Teori APOS, pengetahuan matematika, artikel penelitian lainnya terkait penelitian ini, pemahaman peneliti tentang konsep fungsi., (2) desain instrumen dan aplikasinya (*instrument design and application*), pada tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan tentang struktur dan mekanisme

mental dalam mengonstruksi konsep fungsi oleh siswa. Instrumen tersebut berupa tes/soal matematis yang dipilih berdasarkan hipotesis GD yang telah disusun dan pedoman wawancara semi-terstruktur terkait penyelesaian tes tersebut., dan (3) pengumpulan dan analisis pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data, baik proses pengerjaan siswa dalam menyelesaikan tes matematis yang diberikan maupun transkrip wawancaranya. Data-data yang terkumpulkan dilakukan analisis data kualitatif untuk menunjukkan bukti adanya struktur dan mekanisme mental yang terjadi dalam mengonstruksi konsep fungsi matematis.

Subjek pada penelitian ini adalah seorang siswa kelas X yang dipilih berdasarkan rekomendasi dari guru dan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Paparan Data

Subjek S telah menyelesaikan 10 soal dari instrumen penelitian ini. Untuk soal 1a, 1b dan 1c bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *interiorization* yaitu tahap *action* menuju tahap *process*. Subjek S menuliskan jawaban secara benar dan sesuai dengan yang ditanyakan.

a. domain =  $\{3, 5, 7, 9\}$   
 $f(x) = 3x + 5$   
 $f(3) = 3 \cdot 3 + 5 = 14$   
 $f(5) = 3 \cdot 5 + 5 = 20$   
 $f(7) = 3 \cdot 7 + 5 = 26$   
 $f(9) = 3 \cdot 9 + 5 = 32$   
 Jadi Range =  $\{14, 20, 26, 32\}$

Gambar 2. Hasil tes S pada soal nomor 1a

b. domain =  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$   
 $f(x) = 3x + 5$   
 $f(1) = 3 \cdot 1 + 5 = 8$   
 $f(2) = 3 \cdot 2 + 5 = 11$   
 $f(3) = 3 \cdot 3 + 5 = 14$   
 $f(4) = 3 \cdot 4 + 5 = 17$   
 $f(5) = 3 \cdot 5 + 5 = 20$   
 $f(6) = 3 \cdot 6 + 5 = 23$   
 $f(7) = 3 \cdot 7 + 5 = 26$

Gambar 3. Hasil tes S pada soal nomor 1b

telah mendapatkan materi mengenai fungsi matematis. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes tertulis sebanyak 10 soal dibuat berdasarkan *genetic decomposition* fungsi matematis yang dilaksanakan menggunakan *google form* dan wawancara semi terstruktur yang dilakukan menggunakan *google meet*. Sebelumnya instrumen tes dan wawancara telah dilakukan uji validitas validitas menggunakan cara *expert judgement* yang dilakukan oleh dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2. Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu dilakukan dengan cara reduksi data, penyajian data, dan verifikasi atau penarikan kesimpulan.

c. domain =  $\{-2, -1, 0, 1, 2, 3\}$   
 $f(x) = 3x + 5$   
 $f(-2) = 3 \cdot -2 + 5 = -1$   
 $f(-1) = 3 \cdot -1 + 5 = 2$   
 $f(0) = 3 \cdot 0 + 5 = 5$   
 $f(1) = 3 \cdot 1 + 5 = 8$   
 $f(2) = 3 \cdot 2 + 5 = 11$   
 $f(3) = 3 \cdot 3 + 5 = 14$   
 Range =  $\{-1, 2, 5, 8, 11, 14\}$

Gambar 4. Hasil tes S pada soal nomor 1c

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

P : “Bagaimana kamu menjawab soal 1a?”

S : “Pertama itu Saya tulis dulu fungsi sama domainnya. Terus x nya ini diganti sama 3, 5, 7 dan 9.”

P : Bagaimana kamu menjawab soal 1b?

S : “Sama seperti soal nomor 1b, pertama itu Saya tulis dulu fungsi sama domainnya. Terus x nya ini diganti sama domainnya.”

P : “Bagaimana kamu menjawab soal 1c?”

S : “Sama seperti soal nomor 1a dan 1b, pertama itu Saya tulis dulu fungsi sama domainnya. Terus x di fungsinya ini diganti sama -2, -1, 0, 1, 2, 3.”

P : “Saat mengerjakan soal nomor 1b ini ada kesulitan tidak?”

S : “Kalau soal nomor 1 masih mudah jadi tidak ada kesulitan.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan domain dan range dari suatu fungsi dengan cara mensubstitusi domain pada fungsi serta dilihat dari keberhasilan Subjek S dalam menjelaskan cara menyelesaikan soal tersebut saat wawancara berlangsung. Oleh karena itu, Subjek S telah melakukan mekanisme mental *interiorization* yaitu tahap *action* menuju tahap *process*.

Untuk soal 2a dan 2b, bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*. Subjek S menuliskan jawaban secara benar dan sesuai dengan yang ditanyakan namun ketika proses wawancara Subjek S tidak paham dengan jawabannya sendiri.

Gambar 5. Hasil tes S pada soal nomor 2a

Gambar 6. Hasil tes S pada soal nomor 2b

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

P : “Bagaimana kamu menjawab soal nomor 2a?”

S : “Sebenarnya Saya kurang ngerti sama soal ini, tapi waktu itu lihat catatan ada contoh yang mirip jadi Saya ikutin caranya. Jadi caranya kayak fungsi invers gitu.”

P : “Kenapa domain sama rangenya bilangan real?”

S : “Itu Saya kurang paham kak, cuma ikutin caranya aja.”

P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 2b?”

S : “Sebenarnya Saya kurang ngerti sama soal ini sama kayak yang bagian a, jadi Saya langsung tulis aja kayak dicontoh soal yang mirip dan hasil rangenya bilangan real. Tapi Saya tidak paham caranya.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menuliskan domain dan range dari suatu fungsi dengan cara melihat contoh soal dari buku catatan namun belum paham bagaimana mendapatkan jawaban tersebut serta dilihat dari kebingungan subjek S dalam menjelaskan cara menyelesaikan soal tersebut saat wawancara berlangsung. Oleh karena itu, Subjek S belum melakukan mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*.

Untuk soal 3a dan 3b, bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*. Subjek S menuliskan jawaban secara benar dan sesuai dengan yang ditanyakan, namun Subjek S tidak yakin dengan cara yang dilakukan yaitu dengan menukar  $x$  dan  $y$  untuk mencari fungsi invers.

Gambar 7. Hasil tes S pada soal nomor 2a dan 2b

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 3a?”

S : “Pertama ditulis dulu fungsinya yaitu  $f(x)=6x-5$ , terus ganti jadi  $y=6x-5$ . Setelah itu  $x$  sama  $y$  nya dipindahin”

- P : “*x sama y yang pindah? Atau yang lain?*”  
 S : “*5 nya juga pindah.*”  
 P : “*Kenapa jadi  $y = \frac{x}{6} + \frac{5}{6}$ ?*”  
 S : “*Karena tadinya kan  $6y=x+5$ , biar hasilnya jadi y Saya bagi 6 aja masing-masing kak.*”  
 P : “*Bagaimana mengerjakan soal nomor 3b?*”  
 S : “*Sama kayak 3a, pertama ditulis dulu fungsinya yaitu  $f(x)=(5-x)/4$ , terus ganti misalin  $y=(5-x)/4$ . Karena 4 nya di bawah jadi y dikali 4.*”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan fungsi invers dari  $f(x) = \frac{5-x}{4}$  dengan cara melakukan pemisalan  $y = \frac{5-x}{4}$  kemudian melakukan operasi aljabar untuk mendapatkan invers fungsi tersebut. Namun, Subjek S masih kebingungan untuk penempatan  $x$  dan  $y$ . Oleh karena itu, Subjek S belum sempurna melakukan mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*.

Soal 4a ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara langsung menuliskan fungsi inversnya. Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 4a. Selanjutnya Subjek S melakukan substitusi  $x$  dengan 3. Namun, hasil fungsi invers yang dituliskan Subjek S salah dan tidak memakai cara, sehingga hasil dari perhitungannya juga salah.

Handwritten work for question 4a:
 
$$a. f^{-1}(3) = \frac{f^{-1}(x) = -7x - 3}{4} = \frac{-7(3) - 3}{4} = \frac{-21 - 3}{4} = \frac{-24}{4} = -6$$
 The student incorrectly identifies the inverse function as  $f^{-1}(x) = -7x - 3$  and then substitutes  $x=3$  into this expression, resulting in  $-6$ .

Gambar 8. Hasil tes S pada soal nomor 4a

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “*Bagaimana mengerjakan soal nomor 4a?*”  
 S : “*Caranya tinggal dimasukin aja 3 nya ke fungsi invers, nah fungsi inversnya dari fungsi awal itu yang tadinya  $f(x)=7x-3$  jadi  $f(x)=-7x-3$ .*”  
 P : “*Kenapa jadi  $f(x)=-7x-3$ ?*”  
 S : “*Karena kan invers, jadinya negatif.*”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S tidak dapat menentukan fungsi invers dari  $f(x) = 7x - 3$  tetapi tidak memakai cara mencari invers yang benar, hanya memahami jika invers cukup diganti positif menjadi negatif, kemudian melakukan substitusi nilai  $x$  dengan 3 sehingga hasil  $f^{-1}$  dan  $f^{-1}(3)$  juga salah. Oleh karena itu, Subjek S belum melakukan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*.

Soal 4b ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara langsung menuliskan fungsi inversnya. Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 4b. Selanjutnya Subjek S melakukan substitusi  $x$  dengan -5. Namun, hasil fungsi invers yang dituliskan Subjek S salah dan tidak memakai cara, sehingga hasil dari  $g^{-1}$  dan  $g^{-1}(-5)$  juga salah.

Handwritten work for question 4b:
 
$$b. g^{-1}(x) = -4x - 2$$

$$g^{-1}(-5) = -4(-5) - 2 = 20 - 2 = 18$$
 The student incorrectly identifies the inverse function as  $g^{-1}(x) = -4x - 2$  and then substitutes  $x=-5$  into this expression, resulting in 18.

Gambar 8. Hasil tes S pada soal nomor 4b

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 4b?”  
 S : “Caranya sama kayak bagian a kak, tinggal dimasukin aja -5 nya ke fungsi invers, nah fungsi inversnya dari fungsi awal itu yang tadinya  $f(x) = -4x + 2$  jadi  $f(x) = -4x - 2$ .”  
 P : “Kenapa jadi  $f(x) = -4x - 3$ ?”  
 S : “Saya kira invers tinggal dinegatifin kak. Sama kayak soal bagian a.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S tidak dapat menentukan fungsi invers dari  $f(x) = -4x + 2$  tetapi tidak memakai cara mencari invers yang benar, hanya memahami jika invers cukup diganti positif menjadi negatif, kemudian melakukan substitusi nilai  $x$  dengan  $-5$ , sehingga hasil  $g^{-1}$  dan  $g^{-1}(-5)$  juga salah. Oleh karena itu, Subjek S belum melakukan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*.

Soal 5a ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara menulis rumus  $f \circ g$ . Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 5a. Selanjutnya Subjek S mencari  $f \circ g$  dengan rumus yang sudah ditulis sehingga didapat hasil  $f \circ g$  dengan benar.

$$\begin{aligned} a. f \circ g &= (f \circ g)(x) \\ (f \circ g)(x) &= f(g(x)) \\ &= 2(5x + 2) - 1 \\ &= 10x + 4 - 1 \\ &= 10x + 3 \end{aligned}$$

Gambar 9. Hasil tes S pada soal nomor 5a

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 5a?”  
 S : “Caranya tinggal masukan  $g(x)$  ke  $f(x)$ . terus nanti tinggal dikali aja.”  
 P : “Soal ini materi tentang apa?”  
 S : “Fungsi komposisi kak.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan  $f \circ g$  dari  $f(x)$  dan  $g(x)$  yang diketahui dari soal. Kemudian melakukan operasi aljabar untuk mendapatkan hasil akhir  $f \circ g$ . Oleh karena itu, Subjek S telah melakukan mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*.

Soal 5b ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara menulis rumus  $g \circ f$ . Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 5b. Selanjutnya Subjek S mencari  $g \circ f$  dengan rumus yang sudah ditulis dan melakukan operasi aljabar sehingga didapat hasil  $g \circ f$  dengan benar.

$$\begin{aligned} b. (g \circ f)(x) &= g(f(x)) \\ &= 5(2x - 1) + 2 \\ &= 10x - 5 + 2 \\ &= 10x - 3 \end{aligned}$$

Gambar 10. Hasil tes S pada soal nomor 5b

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 5b?”  
 S : “Caranya tinggal masukan  $f(x)$  ke  $g(x)$  kebalikannya dari soal 5a. Terus nanti tinggal dikali aja.”  
 P : “Saat mengerjakan soal ini ada kesulitan tidak?”  
 S : “Tidak kak, kayaknya juga udah benar.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan  $g \circ f$  dari  $f(x)$  dan  $g(x)$  yang diketahui dari soal. Kemudian melakukan operasi aljabar untuk mendapatkan hasil akhir  $g \circ f$ . Oleh karena itu, Subjek S telah melakukan mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process*.

Soal 6a ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental

*coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara mencari fungsi komposisi  $g \circ f$  dengan sekaligus mengganti nilai  $x$  dengan  $-2$  sesuai dengan yang ditanya pada soal. Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 6a. Selanjutnya Subjek S mencari  $g \circ f$  dengan rumus yang sudah ditulis dan melakukan operasi aljabar sehingga didapat hasil  $(g \circ f)(-2)$  dengan benar.

$$\begin{aligned}
 a. (g \circ f)(-2) &= g(f(-2)) \\
 &= g(4(-2) - 2) - 1 \\
 &= g(-8 - 2) - 1 \\
 &= g(-10) - 1 \\
 &= -90 - 1 \\
 &= -91
 \end{aligned}$$

Gambar 11. Hasil tes S pada soal nomor 6a

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 6a?”

S : “Caranya sama kayak soal nomor 5, tinggal masukin  $f(x)$  ke  $g(x)$  tapi  $x$  nya diganti  $-2$ . Terus nanti tinggal dihitung aja.”

P : “Saat mengerjakan soal ini ada kesulitan tidak?”

S : “Tidak kak”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan  $g \circ f(-2)$  dari  $f(x)$  dan  $g(x)$  yang diketahui dari soal. Kemudian melakukan operasi aljabar untuk mendapatkan hasil akhir  $g \circ f(-2)$  dengan langsung memasukan  $-2$  menggantikan  $x$ . Oleh karena itu, Subjek S telah melakukan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*.

Soal 6b ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara mencari fungsi komposisi  $f \circ g$  dengan sekaligus mengganti nilai  $x$

dengan 5 sesuai dengan yang ditanya pada soal. Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 6b. Selanjutnya Subjek S mencari  $f \circ g$  dengan rumus yang sudah ditulis dan melakukan operasi aljabar sehingga didapat hasil  $f \circ g(5)$  dengan benar.

$$\begin{aligned}
 b. (f \circ g)(5) &= f(g(5)) \\
 &= 4(g(5) - 1) - 2 \\
 &= 176 - 2 \\
 &= 174
 \end{aligned}$$

Gambar 12. Hasil tes S pada soal nomor 6b

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 6b?”

S : “Caranya sama kayak soal nomor 5, tinggal masukin  $g(x)$  ke  $f(x)$  tapi  $x$  nya diganti 5. Terus nanti tinggal dihitung aja.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan  $f \circ g(5)$  dari  $f(x)$  dan  $g(x)$  yang diketahui dari soal. Kemudian melakukan operasi aljabar untuk mendapatkan hasil akhir  $f \circ g(5)$  dengan langsung memasukan 5 menggantikan  $x$ . Oleh karena itu, Subjek S telah melakukan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process*.

Soal 7a ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan sama dengan cara soal nomor 6 dan Subjek S juga salah menggunakan menggunakan soal nomor 6 saat mengerjakan soal nomor 7a, sehingga hasil pada lembar jawaban Subjek S salah. Kemudian saat melakukan wawancara Subjek S diminta untuk mengerjakan dengan membaca soal nomor 7a yang sesuai dengan perintah soal tersebut, dan Subjek S kebingungan untuk mengerjakan soalnya karena Subjek S lupa dengan sifat-sifat

fungsi komposisi dan invers yang sudah dipelajari sebelumnya.

$$\begin{aligned} a. (g \circ f)(-2) &= g(f(-2)) \\ &= 11(12(-2) - 9) - 4 \\ &= 11(-35) - 4 \\ &= -385 - 4 \\ &= -389 \\ &= -183,5 \end{aligned}$$

Gambar 13. Hasil tes S pada soal nomor 7a

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Coba liat lagi, ada yang salah tidak dari soal nomor 7a yang dikerjakan?”  
 S : “Oh iya, kenapa jadi pakai soal nomor 6 tadi ya, maaf ya kak Saya ngerjainnya kurang focus.”  
 P : “Kalau soal nomor 7 ini gimana ngerjainnya?”  
 S : “Dicari dulu fungsi inversnya ya kak?”  
 P : “Iya, sebelumnya sudah belajar tentang sifat-sifat fungsi komposisi dan invers belum?”  
 S : “Kayaknya sudah kak, tapi Saya lupa materinya.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S tidak dapat menentukan  $(f^{-1} \circ f)(x)$  dan  $(f \circ f^{-1})(x)$ . Hal ini karena Subjek S salah membaca soal sehingga menggunakan soal nomor 6 dan Subjek S lupa materi tentang sifat fungsi komposisi dan invers. Oleh karena itu, Subjek S tidak dapat melakukan mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*.

Soal 7b ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan sama dengan cara soal nomor 6 dan Subjek S juga salah menggunakan soal nomor 6 saat mengerjakan soal nomor 7b, sehingga hasil pada lembar jawaban Subjek S salah. Kemudian saat melakukan wawancara Subjek S diminta untuk mengerjakan dengan membaca soal

nomor 7b yang sesuai dengan perintah soal tersebut, dan Subjek S kebingungan untuk mengerjakan soalnya karena Subjek S lupa dengan sifat-sifat fungsi komposisi dan invers yang sudah dipelajari sebelumnya.

$$\begin{aligned} b. (f \circ g)(5) &= f(g(5)) \\ &= 12(11(5) - 4) - 9 \\ &= 12(55 - 4) - 9 \\ &= 12(51) - 9 \\ &= 306 - 9 \\ &= 297 \end{aligned}$$

Gambar 14. Hasil tes S pada soal nomor 7b

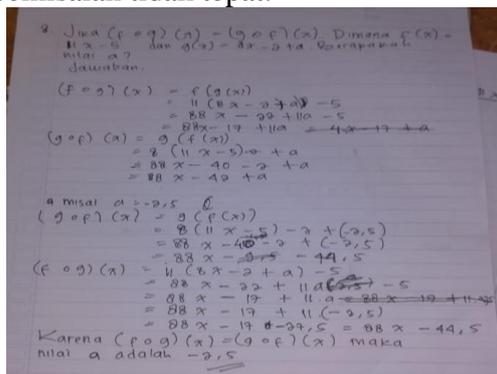
Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Nomor 7b sama ya pakai soal nomor 6 juga?”  
 S : “Iya kak, harusnya dicari dulu inversnya kayak bagian 7a ya kak?”  
 P : “Iya betul, harusnya dicari dulu invers dari  $g(x)$ ”  
 S : “Maaf kak, saya kurang paham dan lupa materi sifat-sifat fungsi invers.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S tidak dapat menentukan  $(g^{-1} \circ g)(x)$  dan  $(g \circ g^{-1})(x)$ . Hal ini karena Subjek S salah membaca soal sehingga menggunakan soal nomor 6 dan Subjek S lupa materi tentang sifat fungsi komposisi dan invers. Oleh karena itu, Subjek S tidak dapat melakukan mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*.

Soal nomor 8 ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara mencari fungsi komposisi  $f \circ g$  dan  $g \circ f$  tanpa mengganti nilai  $a$ , kemudian melakukan pemisalan  $a = -2,5$ . Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 8, tetapi Subjek S belum paham cara untuk mencari nilai  $a$  dan dari informasi yang didapat dari wawancara soal nomor 7, Subjek S kurang paham mengenai sifat-sifat komposisi.

Sehingga, hasil nilai  $a$  yang ditemukan Subjek S dengan menggunakan cara pemisalan tidak tepat.



Gambar 15. Hasil tes S pada soal nomor 8

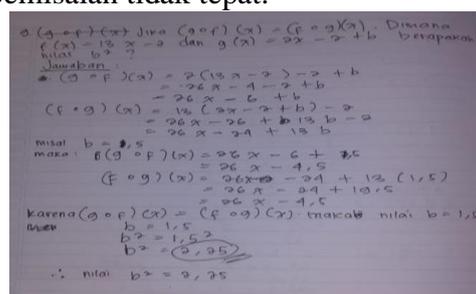
Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 8?”  
 S : “Soal nomor 8 ini Saya gatau kak caranya. Jadi Saya banyak kotret hampir selembur buat cari angka yang pas gantiin nilai  $a$  nya. Terus dapatnya  $-2,5$ .”  
 P : “Kenapa  $-2,5$ ?”  
 S : “Soalnya saya kotret terus yang pas hasilnya  $-2,5$  kak.”  
 P : “Pakai cara apa nyarinya?”  
 S : “Saya manual aja kak, coret-coret nyari angka yang pas gitu.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan nilai  $a$  dengan cara mencari secara manual pemisalan satu-satu sehingga didapat nilai  $a$  yang sesuai. Subjek S menemukan nilai  $a$  yang menghasilkan nilai  $f \circ g$  dan  $g \circ f$  yang sama, namun cara yang digunakan kurang tepat sehingga hasilnya juga tidak tepat. Oleh karena itu, Subjek S tidak dapat melakukan mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*.

Soal nomor 9 ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*. Subjek S memulai

menyelesaikan permasalahan dengan cara mencari fungsi komposisi  $g \circ f$  dan  $f \circ g$  tanpa mengganti nilai  $a$ , kemudian melakukan pemisalan  $a = 1,5$ . Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 9, tetapi Subjek S belum paham cara untuk mencari nilai  $b^2$  dan dari informasi yang didapat dari wawancara soal nomor 7, Subjek S kurang paham mengenai sifat-sifat komposisi. Sehingga, hasil nilai  $b^2$  yang ditemukan Subjek S dengan menggunakan cara pemisalan tidak tepat.



Gambar 16. Hasil tes S pada soal nomor 9

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 9?”  
 S : “Soal nomor 9 ini sama kayak soal nomor 8 kak, Saya gatau kak caranya. Jadi Saya kotret-kotret buat cari angka yang pas gantiin nilai  $b^2$  nya. Terus dapatnya  $2,25$ .”  
 P : “Kenapa  $2,25$ ?”  
 S : “Soalnya saya kotret terus yang pas hasilnya  $2,25$  kak.”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan nilai  $a$  dengan cara mencari secara manual pemisalan satu-satu sehingga didapat nilai  $a$  yang sesuai. Subjek S menemukan nilai  $b^2$  yang menghasilkan nilai  $g \circ f$  dan  $f \circ g$  yang sama, namun cara yang digunakan kurang tepat sehingga hasilnya juga tidak tepat. Oleh karena itu, Subjek S tidak dapat melakukan mekanisme

mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object*.

Soal 10a ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *object* menuju tahap *object*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan sama dengan mencari  $(g \circ f)(x)$ , tetapi Subjek S tidak meneruskan untuk mencari inversnya. Kemudian saat melakukan wawancara Subjek S diminta invers dari  $(g \circ f)(x)$  dan Subjek S dapat dengan benar mendapatkan hasil inversnya.

$$\begin{aligned} a. (g \circ f)(x) &= g(f(x)) \\ &= 7(9x + 12) - 5 \\ &= 63x + 84 - 5 \\ &= 63x + 79 \\ g \circ f^{-1}(x) &= 63x + 79 \end{aligned}$$

Gambar 17. Hasil tes S pada soal nomor 10a

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 9?”  
 S : “Kayaknya Saya terlalu simpel ya kak kalau untuk mencari komposisi dan invers.”  
 P : “Kurang apa emang?”  
 S : “Saya kurang paham juga sih kak, Saya cuma cari komposisinya aja tidak sama inversnya. Tapi ini jawabannya udah benar belum sih kak?”  
 P : “Sudah untuk komposisinya, tapi kurang invers dari  $(g \circ f)(x)$ , kalau cari inversnya bisa?”  
 S : “Sebentar Saya coba dulu kak. Invers dari  $63x - 79$  ya kak?”  
 P : “Iya betul.”  
 S : “Hasilnya  $y = \frac{x-79}{63}$ .”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan invers dari  $(g \circ f)(x)$ . Subjek S menyadari kekurangan dalam menjawab soal yaitu mencari inversnya, kemudian saat wawancara ketika Subjek S diminta untuk mencari inversnya, Subjek S dapat mendapatkan

invers dari  $(g \circ f)(x)$  dengan benar. Oleh karena itu, Subjek S dapat melakukan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *object* menuju tahap *object*.

Soal 10b ini bertujuan untuk mengukur mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *object* menuju tahap *object*. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan sama dengan mencari  $(f \circ g)(x)$ , tetapi Subjek S tidak meneruskan untuk mencari inversnya. Kemudian saat melakukan wawancara Subjek S diminta invers dari  $(g \circ f)(x)$  dan Subjek S dapat dengan benar mendapatkan hasil inversnya.

$$\begin{aligned} b. (f \circ g)(x) &= f(g(x)) \\ &= 3(7x - 5) + 12 \\ &= 63x - 45 + 12 \\ &= 63x - 33 \\ f \circ g^{-1}(x) &= 63x - 33 \end{aligned}$$

Gambar 18. Hasil tes S pada soal nomor 10b

Hal ini didukung dengan wawancara Peneliti (P) dengan Subjek S (S) sebagai berikut.

- P : “Bagaimana mengerjakan soal nomor 9?”  
 S : “Harusnya sama kak kayak bagian a, cari komposisi sama invers. Tapi Saya cuma cari komposisinya saja.”  
 P : “Kalau cari inversnya bisa?”  
 S : “Sebentar Saya coba dulu kak.”  
 P : “Hasilnya  $y = \frac{x-33}{63}$ .”

Berdasarkan jawaban tes tertulis dan wawancara pada soal ini, Subjek S dapat menentukan invers dari  $(f \circ g)(x)$ . Subjek S menyadari kekurangan dalam menjawab soal yaitu mencari inversnya, kemudian saat wawancara ketika Subjek S diminta untuk mencari inversnya, Subjek S dapat mendapatkan invers dari  $(f \circ g)(x)$  dengan benar. Oleh karena itu, Subjek S dapat melakukan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *object* menuju tahap *object*.

### Konstruksi Konsep Fungsi

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 1 bahwa Subjek S dapat menjawab soal nomor 1a, 1b dan 1c dengan benar. Subjek S dapat mengetahui apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 1, kemudian Subjek S dapat mencari range dari domain dan fungsi yang diketahui dengan cara yang benar dan operasi hitung yang benar juga. Oleh karena itu, mekanisme mental *interiorization* yaitu tahap *action* menuju tahap *process* pada Subjek S sudah sempurna.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 2 bahwa Subjek S dapat menuliskan jawaban dari soal nomor 2a dan 2b dengan benar. Namun, ketika proses wawancara Subjek S tidak dapat menjawab bagaimana cara mencari jawaban dari nomor 2. Subjek S hanya melihat dari contoh soal yang ada di buku catatan yang mirip dengan soal nomor 2 dan menuliskan jawaban sama seperti contoh tersebut, kemudian ketika diminta untuk mencoba menjawab sendiri jawaban dari soal nomor 2, Subjek S tidak dapat menyelesaikan soal tersebut. Oleh karena itu, mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process* pada Subjek S belum ada.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 3 bahwa Subjek S dapat menuliskan jawaban dari soal nomor 3a dengan benar. Subjek S sudah dapat mengetahui apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal serta mengetahui cara mencari invers dari fungsi. Namun, ketika proses wawancara Subjek S mengatakan kebingungan untuk penempatan  $x$  dan  $y$  nya, sehingga jawaban kurang tepat. Oleh karena itu, mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process* pada Subjek S belum sempurna.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 4 bahwa Subjek S

kurang tepat dalam mengerjakan soal nomor 4a dan 4b. Subjek S tidak mengerjakan mencari invers dengan cara yang benar, sehingga hasil inversnya salah. Subjek S langsung mencari invers dengan mengubah yang positif menjadi negatif pada fungsi yang diketahui dalam soal. Kemudian melakukan substitusi  $x$  dengan domain pada soal, karena invers fungsinya salah maka hasil range yang ditanyakan juga salah. Oleh karena itu, mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process* pada Subjek S belum sempurna.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 5 bahwa Subjek S dapat menjawab soal nomor 5a dan 5b dengan benar. Subjek S dapat mengetahui apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 5, kemudian Subjek S dapat mencari fungsi komposisi pada soal yaitu  $f \circ g$  dan  $g \circ f$  dengan benar. Oleh karena itu, mekanisme mental *interiorization* yaitu tahap *action* menuju tahap *process* pada Subjek S sudah sempurna.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 6 bahwa Subjek S dapat menjawab soal nomor 6a dan 6b dengan benar. Subjek S dapat mengetahui apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 6, kemudian Subjek S dapat mencari fungsi komposisi pada soal yaitu  $f \circ g$  dan  $g \circ f$  dengan benar. Setelah mencari  $f \circ g$  dan  $g \circ f$ , Subjek S juga dapat mencari range dari fungsi komposisi yang ditanyakan pada soal dengan hasil perhitungan yang tepat. Oleh karena itu, mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process* pada Subjek S sudah sempurna.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 7 bahwa Subjek S tidak dapat menjawab soal nomor 7a dan 7b dengan benar. Subjek S salah kurang focus ketika mengerjakan soal sehingga ketika mengerjakan soal nomor 7,

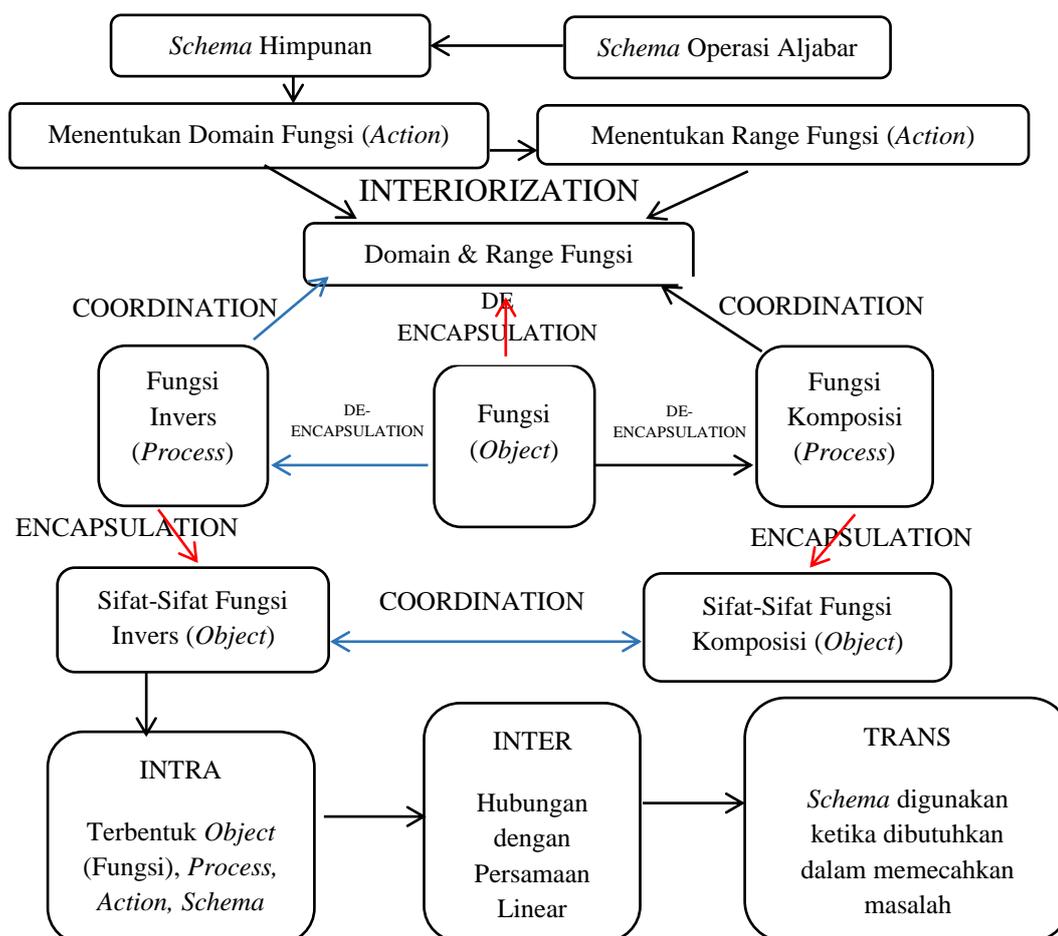
Subjek S menggunakan soal nomor 6 sehingga jawaban yang dihasilkan salah. Kemudian saat proses wawancara, Subjek S diminta untuk mencoba mengerjakan soal nomor 7a dan 7b dan Subjek S tidak dapat menyelesaikan soal nomor 7 karena bingung menggunakan cara seperti apa. Ketika ditanya apakah Subjek S pernah mempelajari mengenai sifat-sifat fungsi invers dan komposisi, Subjek S menjawab sudah mempelajarinya namun sudah lupa materinya. Oleh karena itu, mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object* pada Subjek S belum ada.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 8 dan 9 bahwa Subjek S tidak dapat menjawab soal nomor 8 dan 9 dengan benar. Subjek S memulai menyelesaikan permasalahan dengan cara mencari fungsi komposisi  $f \circ g$  dan  $g \circ f$  tanpa mengganti nilai  $a$ , kemudian melakukan pemisalan  $a = -2,5$ . Subjek S sudah mampu memahami apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 8 dan 9, tetapi Subjek S belum paham cara untuk mencari nilai  $a$  dan  $b^2$  dan dari informasi yang didapat dari wawancara soal nomor 7, meskipun sudah pernah mempelajari mengenai sifat fungsi invers dan komposisi Subjek S lupa mengenai materi tersebut. Oleh karena itu, mekanisme mental *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object* pada Subjek S belum ada.

Berdasarkan paparan data Subjek S pada soal nomor 10 bahwa Subjek S kurang dapat menjawab soal nomor 10a dan 10b dengan benar. Subjek S dapat dengan benar mencari fungsi komposisi dari soal nomor 10a dan 10b dengan benar. Namun, Subjek S tidak meneruskan untuk mencari fungsi inversnya. Saat proses wawancara, ketika diminta untuk mencoba mencari fungsi invers dari hasil fungsi komposisi

yang sudah didapatkan, Subjek S dapat memperoleh hasil dengan tepat. Subjek S hanya kurang focus dalam membaca soal sehingga tidak mengerjakan fungsi invers yang ditanyakan. Oleh karena itu, mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *object* menuju tahap *object* pada Subjek S sudah sempurna.

Berikut *genetic decomposition* fungsi matematis Subjek S.



Gambar 14. *Genetic decomposition* Subjek S pada materi fungsi

Keterangan :

- Garis hitam (→) = sempurna
- Garis biru (→) = belum sempurna
- Garis merah (→) = belum ada

**Pembahasan**

Berdasarkan hasil penelitian terhadap Subjek S dapat dikatakan bahwa konstruksi konsep fungsi matematis Subjek S cukup baik. Pada mekanisme mental *interiorization* sudah sempurna, Subjek S dapat mengetahui apa yang diketahui dan ditanyakan dalam soal nomor 1, kemudian Subjek S dapat mencari range dari domain dan fungsi yang diketahui dengan cara yang benar dan operasi hitung yang benar

juga. Siswa harus dapat mengerjakan semua soal nomor 1 dengan benar. Hal ini karena untuk mekanisme mental *Interiorization* yang sempurna, siswa harus mampu mengerjakan ketiga soal tersebut. Aksi (*action*) dapat dilihat dengan soal-soal yang memiliki eksplisit yang dapat diulang, hal ini selaras dengan pernyataan Suryadi (2011) yang menyatakan bahwa *action* merupakan suatu aktivitas mental yang dapat diulang dengan suatu cara yang eksplisit atau gamblang.

Pada mekanisme mental *encapsulation* belum ada. Kesalahan yang dilakukan oleh Subjek S dikarenakan sudah tidak ingat mengenai

sifat-sifat fungsi komposisi dan fungsi invers. Subjek S hanya mengerjakan sesuai dengan apa yang dipahami dan dengan menggunakan rumus yang mereka tahu saja. Hal ini selaras dengan pernyataan Suryadi (2011), siswa dikatakan telah memiliki konsepsi objek apabila siswa telah mampu memperlakukan ide atau konsep tersebut sebagai sebuah objek kognitif dalam melakukan aksi atas suatu objek, serta mampu memberikan penjelasan tentang sifat-sifatnya

Pada mekanisme mental *de-encapsulation* belum sempurna. Mekanisme mental *De-encapsulation* dari keenam subjek penelitian belum sempurna. Soal yang mengenai mekanisme mental *De-encapsulation* adalah soal nomor 2 yaitu mencari daerah asal dan daerah hasil dari suatu fungsi, soal nomor 3 yaitu mencari invers suatu fungsi, serta soal nomor 5 yaitu mengenai mencari fungsi komposisi. Soal nomor 2 adalah soal yang tidak bisa dijawab oleh Subjek S hal ini karena Subjek S tidak mengerti bagaimana cara untuk mendapatkan jawaban dari soal nomor 2. Hal ini selaras dengan pernyataan Paladang et al., (2018) bahwa salah satu kesalahan siswa dalam menjawab soal fungsi disebabkan kurang memahami materi prasyarat. Kemudian untuk soal nomor 3, Subjek S dapat menulis jawaban dengan benar namun ketika proses wawancara kurang paham bagaimana caranya, siswa tersebut hanya mengikuti cara yang ada pada contoh soal. Pada soal nomor 5 Subjek S berhasil menjawab soal tersebut dengan benar

Subjek S telah menggunakan langkah pengerjaan yang tepat, namun terdapat kesalahan perhitungan pada bagian eliminasi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kuswanti dkk. (2018) menyatakan bahwa terdapat suatu kesalahan yang dilakukan oleh

siswa dalam menyelesaikan masalah bukan karena siswa tidak tahu bagaimana menjawab soal yang diberikan, tetapi karena kurang teliti dalam pengerjaan dan perhitungan.

Subjek S sudah melakukan mekanisme mental *Coordination* pada tahap *Process* menuju tahap *Process* tetapi belum sempurna. Subjek S tersebut belum mampu mengerjakan soal mengenai mencari hasil invers tetapi berhasil mengerjakan soal tentang mencari hasil komposisi. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Kolins et al., (2020) bahwa kesalahan konsep yang ditemukan pada peserta didik adalah salah menentukan dan menuliskan rumus yang tidak sesuai dengan berlakunya rumus dalam menjawab soal.

Subjek S sudah sempurna mekanisme mental *Coordination* pada tahap *Object* menuju tahap *Object*. Subjek S pada lembar jawaban hanya mengerjakan sampai fungsi komposisi saja, tetapi ketika diminta untuk mencari fungsi invers saat proses wawancara Subjek S dapat mencari fungsi inversnya dengan benar. Berdasarkan penelitian Susanti et al., (2019), kesulitan siswa dalam menjawab soal fungsi invers dan komposisi disebabkan siswa kurang paham mengenai konsep fungsi invers dan fungsi komposisi serta siswa kurang terampil dalam mengerjakan soal.

## SIMPULAN

Dalam penelitian ini mengusulkan *genetic decomposition (GD)* yang memprediksi bagaimana siswa dapat mengkonstruksi konsep fungsi matematis sebagai *schema*. Bukti empiris penelitian ini berfokus pada GD yang diusulkan, GD berkaitan dengan koordinasi *schema* himpunan dan *schema* fungsi matematis (fungsi invers dan fungsi komposisi) dengan konsep lain. Melalui jawaban Subjek S pada tes tertulis dan wawancara didapat bahwa

Subjek S memiliki mekanisme mental *interiorization* yaitu tahap *action* menuju tahap *process* sudah sempurna, mekanisme *encapsulation* yaitu tahap *process* menuju tahap *object* belum, mekanisme mental *de-encapsulation* yaitu tahap *object* menuju tahap *process* belum sempurna, mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *process* menuju tahap *process* belum sempurna, dan mekanisme mental *coordination* yaitu tahap *object* menuju tahap *object* belum sempurna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Amir, A. (2014). Pembelajaran matematika SD dengan menggunakan media manipulatif. *Forum Paedagogik*, VI(01), 72–89.
- Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktac, A., Fuentes, S. R., Trigueros, M., & Weller, K. (2014). APOS Theory: A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education. In *Springer* (Issue 3). <https://doi.org/10.5840/acpq199771338>
- Aulia, A. A., Parta, I. N., & Irawati, S. (2017). Pemahaman konsep fungsi invers siswa melalui pembelajaran kooperatif tipe jigsaw. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 1(1), 106–112.
- Fadillah, A. (2016). Analisis minat belajar dan bakat terhadap hasil belajar matematika siswa. *MATHLINE: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(2), 113–122. <https://doi.org/10.31943/mathline.v1i2.23>
- García-Martínez, I., & Parraguez, M. (2017). The basis step in the construction of the principle of mathematical induction based on APOS theory. *Journal of Mathematical Behavior*, 46(1), 128–143. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.04.001>
- Herawati, A. S. (2014). Kontruksi konsep relasi dan fungsi dalam sistem gui matlab. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Universitas Jember, November*, 268–271.
- Kolins, A. Y., Wahyuningsih, W., Safrudin, N., & Rusdin, M. E. (2020). Analisis kesalahan peserta didik dalam menyelesaikan soal matematika pada fungsi komposisi dan fungsi invers. *AlphaMath: Journal of Mathematics Education*, 6(2), 86. <https://doi.org/10.30595/alphamath.v6i2.7866>
- Kuswanti, Y., Sudirman, & Nusantara, T. (2018). Deskripsi kesalahan siswa pada penyelesaian masalah sistem persamaan linear tiga variabel (spltv). *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(7), 865–872.
- Marlina, E., & Ruhiat, D. (2018). Penerapan sub pokok fungsi pada matematika ekonomi terhadap fungsi permintaan dan fungsi penawaran. *Akurat: Jurnal Ilmiah Akuntansi*, 9(2), 90–96.
- Mumu, J., Prahmana, R. C. I., & Tanujaya, B. (2017). Construction and reconstruction concept in mathematics instruction. *Journal of Physics: Conference Series*, 943(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/943/1/012011>
- Ni'mah, R., Sunismi, & Fathani, A. H. (2018). Kesalahan konstruksi konsep matematika dan scaffolding-nya. *Edudikara: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(2), 162–171.
- Novitasari, D. (2016). Pengaruh penggunaan multimedia interaktif

- terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis siswa. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 2(2), 8–18.  
<https://doi.org/10.24853/fbc.2.2.8-18>
- Paladang, K. K., Indriani, S., & Dirgantoro, K. P. S. (2018). Analisis kesalahan siswa kelas VIII SLH Medan dalam mengerjakan soal matematika materi fungsi ditinjau dari prosedur newman. *JOHME: Journal of Holistic Mathematics Education*, 1(2), 93–103.
- Purwanti, R. D., Pratiwi, D. D., & Rinaldi, A. (2016). Pengaruh pembelajaran berbantuan geogebra terhadap pemahaman konsep matematis ditinjau dari gaya kognitif. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 115–122.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.24042/ajpm.v7i1.137>
- Putri, F. M. (2018). Kemampuan berpikir kritis matematis siswa dalam pembelajaran matematika menggunakan teori APOS pada siswa kelas Viii.1 SMP negeri 6 Sekayu. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 1.  
<https://doi.org/10.31100/histogram.v2i1.29>
- Restianaim, V., Pendy, A., & Merdja, J. (2020). Gaya belajar mahasiswa pendidikan matematika universitas flores dalam pemahaman konsep fungsi. *SPEJ(Science and Physics Education Journal)*, 3(2), 48–56.
- Safitri, A. (2017). Profil pemahaman siswa mengenai konsep grafik fungsi kuadrat berdasarkan teori APOS ditinjau dari kemampuan matematika. *MATHunesa*, 6(2), 1–8.
- Suryadi, D. (2011). Membangun Budaya Baru dalam Berpikir Matematika. In *Rizqi Press*.
- Susanti, B., Afriani, Y., & Lestari, P. (2019). Analisis kesulitan siswa kelas XI dalam menyelesaikan soal fungsi komposisi dan fungsi invers di SMK Al-Ikhsan Batujajar. *Jurnal on Education*, 01(03), 446–459.
- Yuliana, D., & Ratu, N. (2018). Deskripsi kemampuan pemahaman konsep eksponen berbasis teori APOS pada siswa SMA Theresiana Salatiga. *MAJU*, 5(1), 51–65.