



Analisis Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa dalam Merekonstruksi Konsep Limit Fungsi ditinjau dari Perbedaan Jenis Kelamin

* Helmi Rahmawati, Moh. Supratman

Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Qamarul Huda Badaruddin Bagu, Indonesia

*Email Korespondensi: helmirahmawati18@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap dan menggambarkan kemampuan abstraksi reflektif siswa dalam merekonstruksi konsep limit fungsi ditinjau dari perbedaan jenis kelamin. Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan subjek penelitian yang terdiri dari dua siswa (laki-laki and perempuan) kelas XI MIPA MA Darul Mahmudien NW Montonggamang dengan kemampuan matematika tinggi. Data dalam penelitian ini diperoleh melalui tes dan wawancara. Penelitian ini menggunakan struktur mental teori APOS (Aksi, Proses, Objek, Skema) untuk menggambarkan mekanisme mental interiorisasi, enkapsulasi, dan tematisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada setiap tahap, (1) Siswa Laki-laki (SL) mampu menghubungkan pengetahuan matematika yang dimiliki yang terkait dengan materi limit fungsi untuk menemukan jawaban (aksi), (2) menjelaskan bagaimana menemukan jawaban (proses), (3) belum dapat menjelaskan aturan yang digunakan (objek), dan (4) belum dapat menyelesaikan soal yang lebih kompleks (skema). Di pihak lain, Siswa Perempuan (SP) hanya mencapai tahap aksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan abstraksi reflektif SL lebih baik dari pada SP dalam merekonstruksi konsep limit fungsi.

Kata kunci: Kemampuan abstraksi reflektif; rekonstruksi konsep; limit fungsi; jenis kelamin

Analysis of Students' Reflective Abstraction Ability in Reconstructing the Concept of Function Limits in terms of Gender Differences

Abstract

This study aims to reveal and describe students' reflective abstraction skills in reconstructing the concept of limit function in terms of gender differences. This research is qualitative research with research subjects consisting of two students (male and female) class XI MIPA MA Darul Mahmudien NW Montonggamang with high mathematical ability. The data in this study were obtained through tests and interviews. This study uses the mental structure of APOS theory (Action, Process, Object, Schema) to describe the cognitive mechanisms of interiorization, encapsulation, and thematization. The results showed that at each stage, (1) male students (SL) were able to relate their mathematical knowledge related to the limit function material to find answers (action), (2) explain how to find answers (process), (3) has not been able to explain the rules used (objects), and (4) have not been able to solve more complex problems (schemas). On the other hand, female students (SP) only reached the action stage. So it can be concluded that the reflective abstraction ability of SL is better than SP in reconstructing the concept of limit function.

Keywords: Reflective abstraction ability; concept reconstruction; function limit; gender

How to Cite: Rahmawati, H., & Supratman, M. (2022). Analisis Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa dalam Merekonstruksi Konsep Limit Fungsi ditinjau dari Perbedaan Jenis Kelamin. *Empiricism Journal*, 3(1), 32–41. <https://doi.org/10.36312/ej.v3i1.768>



<https://doi.org/10.36312/ej.v3i1.768>

Copyright© 2022, Rahmawati & Supratman

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran eksak yang banyak dibutuhkan dalam ilmu lain seperti fisika, biologi dan lainnya. Matematika diajarkan sejak sekolah dasar sampai perguruan tinggi. Karena sudah ditanamkan sejak dini seharusnya siswa dapat menguasai

matematika dasar. Namun, pada kenyataannya prestasi belajar matematika siswa Indonesia masih sangat rendah. Hal ini sesuai dengan data dari *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018, Indonesia menduduki peringkat ke 72 dari 78 dengan rata-rata nilai 379 dan rata-rata skor dunia untuk matematika adalah 489 (OECD, 2019). Hal ini menunjukkan bahwa prestasi belajar matematika siswa Indonesia masih sangat rendah (Ompusunggu, 2022). Dalam tes *Programme for International Student Assessment* (PISA) ada 4 kemampuan matematika yang dinilai, yaitu kemampuan pemahaman, pemecahan masalah (problem solving), kemampuan penalaran (reasoning) dan kemampuan komunikasi (communication). NCTM pada tahun 2000 menetapkan 5 kemampuan matematis, meliputi: penalaran matematis, representasi matematis, koneksi matematis, komunikasi matematis dan pemecahan masalah matematis (National Council of Teachers of Mathematics, 2000).

Kemampuan pemahaman konsep matematika sangat penting untuk dikuasai siswa. Memahami konsep matematika akan menjadi modal awal dalam memahami konsep matematika lainnya. Salah satu upaya dalam membangun konsep matematika adalah melalui abstraksi (Rahmawati et al., 2018). Terdapat tiga jenis abstraksi, diantaranya adalah abstraksi empiris (*empirical abstraction*) dimana fokusnya pada kekayaan objek dan pengetahuan tentang objek itu berasal dari kekayaannya sendiri; abstraksi empiris semu (*pseudo-empirical abstraction*) dimana fokusnya adalah pada tindakan yang menghilangkan sifat-sifat yang telah dikenalkan subjek ke dalam objek, dan abstraksi reflektif (*reflective abstraction*) dimana konstruksi selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan struktur yang ada untuk membangun struktur baru. Cetin dan Dubinsky (2017) menyatakan abstraksi reflektif sebagai mekanisme mental dimana siswa dapat membangun semua konsep matematis pada semua tingkat yang terdiri dari sistem tindakan atau operasi pada tingkat yang lebih rendah serta karakteristik tertentu yang refleksi pada tindakan atau operasi pada tingkat yang lebih tinggi yang dilanjutkan dengan rekonstruksi dalam mengintegrasikan konstruksi sebelumnya. Dengan kata lain, abstraksi reflektif memiliki dua komponen yaitu mencerminkan operasi pada tingkat yang lebih rendah dan merekonstruksi, kemudian mengintegrasikannya pada tingkat yang lebih tinggi (Rahmawati et al., 2018).

Kalkulus adalah mata kuliah awal menuju matematika lanjutan yang diambil oleh mahasiswa sarjana di sebagian besar departemen sains dan teknik eksak. Salah satu konsep dasar kalkulus adalah limit (Oktaviyanthi et al., 2018). Caifen et al. (2018) menyatakan bahwa konsep limit adalah salah satu ide yang paling mendasar tidak hanya dalam memahami kalkulus tetapi juga dalam mengembangkan pemikiran matematis di luar kalkulus dan dalam mengejar kekakuan matematika. Banyak konsep matematika didasarkan pada konsep limit: turunan, integral, kontinuitas, dan jumlah deret tak hingga. Lebih lanjut dijelaskan bahwa limit adalah konsep matematika pertama yang siswa temui dimana seseorang tidak menemukan hasilnya dengan perhitungan matematis langsung. Di pihak lain, Szydlik (2000) menyatakan bahwa limit sebagai tak terjangkau, limit sebagai gerak, dan limit sebagai batas yang tidak dapat menyebrang. Hasil studi pendahuluan menemukan bahwa kesulitan sebagian besar siswa dalam mengevaluasi limit dengan bentuk formal berkaitan dengan pemahaman konsep definisi formal limit (Oktaviyanthi et al., 2018).

Permasalahan serupa juga ditemukan pada tempat penelitian. Siswa kelas XII Madrasah Aliyah Darul Mahmudien NW Lombok Tengah cenderung mengalami kesulitan pada proses evaluasi limit bentuk formal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian dengan tujuan mengungkap dan menggambarkan kemampuan abstraksi reflektif siswa dalam merekonstruksi konsep limit fungsi ditinjau dari perbedaan jenis kelamin penting dilakukan. Identifikasi kecenderungan siswa berdasarkan karakteristik tertentu penting dilakukan termasuk perbedaan jenis kelamin (Asy'ari & da Rosa, 2022) untuk dapat mengoptimalkan kemampuan siswa dalam belajar. Abstraksi reflektif yang dimaksud dalam penelitian ini meliputi aksi, interiorisasi dan proses, enkapsulasi dan objek, tematisasi dan skema (Rahmawati et al., 2018).

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana kemampuan abstraksi reflektif siswa berdasarkan perbedaan jenis kelamin pada materi limit fungsi. Subjek penelitian ini adalah satu siswa laki-laki dan satu siswa perempuan kelas XII Madrasah Aliyah Darul Mahmudien NW Lombok Tengah dengan kemampuan matematika tinggi. Subjek dipilih berdasarkan hasil tes limit fungsi yang diberikan untuk mengetahui kemampuan matematika siswa. Peneliti juga membandingkan dari hasil Ulangan Tengah Semester Genap. Siswa laki-laki dan perempuan yang mendapat nilai tertinggi pada tes limit fungsi dan Ulangan Tengah Semester dipilih untuk dijadikan subjek penelitian. Data penelitian ini tentang kemampuan abstraksi siswa yang didapatkan dari pemberian tes dan wawancara hasil tes rekonstruksi konsep limit fungsi guna mendapatkan hasil yang lebih mendalam. Data dianalisis berdasarkan kemampuan abstraksi reflektif.

Abstraksi reflektif dalam penelitian ini adalah abstraksi yang melibatkan refleksi, dalam arti menyadari dan merenungi operasi yang dilakukan dari tingkat kognitif atau tahap yang lebih rendah ke tahap yang lebih tinggi yang mengacu pada struktur mental teori APOS yaitu: aksi, proses, objek dan skema yang memiliki tujuan untuk menggambarkan mekanisme mental interiorisasi, enkapsulasi dan tematisasi siswa dalam merekonstruksi konsep matematika. Berikut adalah indikator abstraksi reflektif pada penelitian ini yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Abstraksi Reflektif (Rahmawati et al., 2018)

ABSTRAKSI REFLEKTIF	
TAHAPAN	INDIKATOR
Aksi	- Menghubungkan pengetahuan matematika yang dimiliki yang terkait dengan materi limit fungsi untuk menemukan jawaban.
Interiorisasi dan Proses	- Menghubungkan lebih banyak lagi pengetahuan matematika yang terkait dengan materi limit fungsi untuk menemukan jawaban. - Pada tahap ini, siswa dapat menjelaskan bagaimana dia memperoleh jawaban, tetapi belum dapat menjelaskan mengapa langkah-langkah penyelesaian tersebut dilakukan.
Enkapsulasi dan Objek	- Menghubungkan pengetahuan matematika dengan pengetahuan limit fungsi yang dimiliki secara utuh, yaitu sadar akan proses total dalam arti menyadari transformasi yang dilakukan serta mampu menjelaskan aturan-aturan yang digunakan pada setiap langkah penyelesaian yang dilakukan.
Tematisasi dan Skema	- Menghubungkan aksi, proses, dan objek, sehingga membentuk skema limit fungsi. - Menggunakan skema yang telah terbentuk melalui aksi, proses, objek yang telah ada dalam pikiran untuk membentuk objek baru yang dapat digunakan dalam menyelesaikan tugas yang lebih kompleks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa Laki-laki (SL)

Berdasarkan Gambar 1, siswa laki-laki dapat menentukan nilai limit yang diminta dengan benar. Pada langkah pertama SL mengalikan dengan akar sekawan. Selanjutnya SL mengalikan pembilang dengan pembilang dan mengalikan penyebut dengan penyebut. Kemudian pada langkah ketiga SL menerapkan hukum kanselasi dengan mencoret x^2 pada bagian pembilang dan penyebut. Kemudian SL memasukkan limit $x \rightarrow 0$ dan mendapatkan nilai limit mendekati -2 .

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{(1 - \sqrt{1+x^2})} \times \frac{(1 + \sqrt{1+x^2})}{(1 + \sqrt{1+x^2})}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{(1 - (1+x^2))} \frac{(1 + \sqrt{1+x^2})}{(1 + \sqrt{1+x^2})}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{(-x^2)} \frac{(1 + \sqrt{1+x^2})}{(1 + \sqrt{1+0^2})}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 + \sqrt{1+x^2}}{-1} = \frac{1 + \sqrt{1}}{-1}$$

$$= \frac{1+1}{-1} = \frac{2}{-1} = -2 //$$

Gambar 1. Jawaban Siswa Laki-laki (SL)

Pada tahap aksi, SL dapat menghubungkan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya untuk menemukan jawaban. Di mana SL dapat melakukan operasi perkalian, pembagian, penjumlahan, dan pengurangan yang dilakukan berdasarkan pengalaman sebelumnya. Bansilal et al. (2017) menyebutkan bahwa suatu transformasi pertama kali dipahami sebagai suatu *Aksi*, ketika itu merupakan sebuah reaksi terhadap rangsangan yang dirasakan oleh siswa sebagai eksternal yang terdiri dalam mengikuti instruksi eksternal atau internal tertentu, dan kebutuhan untuk melakukan setiap langkah transformasi secara eksplisit SL juga dapat membaca soal limit dengan benar.

Pada tahap proses, SL dapat menjelaskan langkah demi langkah pada setiap penyelesaian yang dilakukan. Pada tahap ini Siswa Laki-laki (SL) tidak melakukan langkah secara rinci, ada beberapa langkah yang tidak ia jabarkan seperti ketika mengalikan $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2})$ ia langsung menulis hasil akhirnya tanpa dijabarkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Maharaj (2013) yang mengatakan bahwa ketika individu mengulangi dan merefleksikan pada suatu aksi, itu dapat diinteriorisasikan ke dalam mental proses. Suatu proses adalah struktur mental dalam melakukan operasi yang sama dengan tindakan, tetapi sepenuhnya dalam pikiran siswa. Secara khusus, siswa dapat membayangkan melakukan transformasi tanpa harus mengeksekusi setiap langkah secara eksplisit. Sehingga dapat dikatakan bahwa SL dapat menginteriorisasi aksi menjadi proses.

Pada tahap objek, SL belum sadar secara utuh terhadap penyelesaian yang dilakukan. Hal ini ditunjukkan ketika Siswa ditanya perkalian bentuk akar, Siswa Laki-laki (SL) belum dapat menjawab dengan benar. Siswa Laki-laki (SL) menulis $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2}) = 1 - (1+x^2)$. SL tidak tahu aturan yang digunakan. SL hanya mengatakan itu adalah cara yang diajarkan oleh gurunya. Jika diperhatikan SL menerapkan aturan $(a+b)(a-b) = a^2 - b^2$. Sehingga SL belum dapat mengenkapsulasi proses menjadi objek. Arnon (2014) menyatakan bahwa jika siswa menyadari proses itu sebagai keseluruhan, menyadari bahwa transformasi dapat bertindak berdasarkan totalitas itu dan benar-benar dapat membangun transformasi semacam itu (secara eksplisit atau dalam imajinasi siswa), maka kita katakan bahwa siswa tersebut telah mengenkapsulasi proses tersebut menjadi objek kognitif. Pada tahap skema SL tidak dapat menyelesaikan soal yang lebih kompleks. SL belum dapat mentematisasi objek menjadi skema. Berikut adalah transkrip wawancara Siswa Laki-laki (SL).

Tahap Aksi

- P: Limit itu apa sih?
SL: Batas

- P: kalau limit fungsi maksudnya apa?
 SL: Batas fungsi
 P: Bagaimana cara membaca $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x-3}{x^2-6x+9}$?
 SL: limit x mendekati 1 untuk x kurang 3 dibagi x kuadrat kurang $6x$ tambah 9
 P: itu kan limit suatu fungsi ketika x mendekati 1, kalau misalkan hasilnya $\frac{1}{2}$, nilai limitnya $\frac{1}{2}$ atau mendekati $\frac{1}{2}$?
 SL: Mendekati $\frac{1}{2}$
 P: Kenapa?
 SL: Karena x nya mendekati 1
 P: Jadi, limit fungsi itu apa dong?
 SL: nilai yang mendekati suatu bilangan tetapi tidak akan sama dengan bilangan itu.

Tahap Proses

- P: Coba jelaskan langkah penyelesaian yang kamu lakukan
 SL: Pertama, saya kalikan dengan penyebutnya tapi tandanya diubah, kalau tanda dipenyebutnya (-) kita ubah jadi (+) dan sebaliknya. Terus kita kalikan penyebut dengan penyebut, pembilang dengan pembilang, kalau sudah ketemu hasil kalinya kita masukkan nilai limit $x \rightarrow 0$

Tahap Objek

- P: Pada langkah pertama apa yang kamu lakukan?
 SL: Mengalikan dengan akar sekawan
 P: Maksudnya?
 SL: tandanya, kalau (-) kita ubah jadi (+)
 P: Kenapa $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2})$ bisa menjadi $1 - (1+x^2)$?
 SL: Saya hilangkan akarnya
 P: Loh, kok bisa begitu?
 SL: Coba-coba aja bu, kemarin diajarkan seperti itu.
 P: Kalau $(x+2)(x-3) = ?$
 SL: $(x+2)(x-3)$
 $= x^2 - 3x + 2x - 6$
 $= x^2 - x - 6$
 P: Kalau $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2}) = ?$
 SL: Saya ndak kalikan seperti ini karena ada akarnya, hehe
 P: Ya, coba dikalikan seperti kamu mengalikan $(x+2)(x-3)$ tadi.
 SL: $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2})$
 $= 1 + \sqrt{1+x^2} - \sqrt{1+x^2} - ?$

 Kalau $\sqrt{1+x^2}$ dikali $\sqrt{1+x^2}$ berapa ya bu?
 P: $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = ?$
 SL: $\sqrt{4}$
 P: $\sqrt{4} = ?$
 SL: 2
 P: $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = ?$
 SL: $\sqrt{9}$
 P: $\sqrt{9} = ?$
 SL: 3
 P: $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$, $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$, berarti $\sqrt{1+x^2} \cdot \sqrt{1+x^2} = ?$
 SL: $1+x^2$
 P: Jadi, $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2}) = ?$
 SL: $1 - (1+x^2)$

Tahap Skema

P: Kalau saya kasih soal

Tentukan nilai limit dari $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}}}{x} = \dots ?$

SL:

$$\begin{aligned} & \frac{\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}}}{x} \cdot \frac{\sqrt{x}}{\sqrt{x}} \quad (\sqrt{x} \cdot \sqrt{x}) = x \\ & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}})(\sqrt{x})}{(\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}})(\sqrt{x})} \\ & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x}}{(\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}})(\sqrt{x})} \\ & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(\sqrt{2(0)+\sqrt{0}} - \sqrt{2-\sqrt{0}})(\sqrt{0})}{0} \\ & = \frac{\sqrt{0+0} - \sqrt{2-0}(\sqrt{0})}{0} \\ & = \end{aligned}$$

Kemampuan Abstraksi Reflektif Siswa Perempuan (SP)

Berdasarkan Gambar 2, siswa Perempuan (SP) belum dapat menjawab soal dengan benar. Pada langkah pertama, Siswa Perempuan (SP) menggunakan metode mengalikan dengan faktor sekawan. Selanjutnya pada langkah kedua Siswa Perempuan (SP) mengalikan pembilang dengan pembilang dan penyebut dengan penyebut. Pada langkah ketiga, Siswa Perempuan (SP) menghitung bahwa $(1 - \sqrt{1+x^2})$ dikali $(1 + \sqrt{1+x^2})$ sama dengan $1 - \sqrt{1+x^2}$ dan Siswa Perempuan (SP) melanjutkan perhitungannya bahwa $1 - \sqrt{1+x^2} = \sqrt{x^2}$. Kemudian Siswa Perempuan (SP) menganggap bahwa x^2 dibagi $\sqrt{x^2}$ sama dengan 1 sehingga tersisa $1 + \sqrt{1+x^2}$. Kemudian pada langkah terakhir Siswa Perempuan (SP) memasukkan limit $x \rightarrow 0$ dan mendapatkan nilai limit mendekati 2.

$$\begin{aligned} & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{1 - \sqrt{1+x^2}} \cdot \frac{1 + \sqrt{1+x^2}}{1 + \sqrt{1+x^2}} \\ & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(x^2)}{(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2})} \\ & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(x^2)}{1 - \sqrt{1+x^2}} = \frac{(x^2)}{(\sqrt{x^2})} \cdot \frac{(1 + \sqrt{1+x^2})}{(1 + \sqrt{1+x^2})} \\ & \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 + \sqrt{1+x^2}}{1 + \sqrt{1+0^2}} \\ & = 1 + 1 \\ & = 2 \end{aligned}$$

Gambar 2. Jawaban Siswa Perempuan (SP)

Pada tahap aksi, SP dapat menghubungkan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya untuk menemukan jawaban. Dimana SP dapat melakukan operasi hitung. SP juga dapat membaca soal limit dengan benar. Parraguez dan Oktaç (2010) menyatakan bahwa konsepsi aksi dari sebuah konsep adalah ketika siswa dapat melakukan perhitungan dan transformasi objek matematika sebagai hasil dari rangsangan eksternal, seperti memasukkan angka untuk variabel dalam formula. Pada tahap proses, SP dapat menjelaskan bagaimana dia memperoleh jawaban, tetapi belum dapat menjelaskan mengapa langkah-langkah penyelesaian tersebut dilakukan. Seperti pada menghiung $1 - \sqrt{1+x^2}$. SP mengurangi

langsung 1 di luar akar dengan 1 di dalam akar tanpa melihat penjumlahan 1 yaitu x^2 . SP menganggap bahwa 1 pada $\sqrt{1+x^2}$ dapat dikeluarkan sehingga menghasilkan $\sqrt{x^2}$. SP juga menganggap $\frac{x^2}{\sqrt{x^2}} = 1$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa SP belum dapat menginteriorisasi aksi menjadi proses. Burns-Childers dan Vidakovic (2018) menyatakan bahwa pada tahap proses, siswa mampu merefleksikan dan mengutarakan setiap langkah dalam transformasi yang dilakukan tanpa melakukannya secara langsung.

Pada tahap objek, SP belum sadar secara utuh terhadap penyelesaian yang dilakukan. SP belum dapat mengenkapsulasi proses menjadi objek. García-Martínez dan Parraguez (2017) menyatakan bahwa ketika siswa mempertimbangkan sebuah proses secara keseluruhan, melakukan dan membangun transformasi di atasnya, dikatakan bahwa proses tersebut telah dienkapsulasi menjadi objek. Pada tahap skema SP tidak dapat menyelesaikan soal yang lebih kompleks sehingga SP belum dapat mentematisasi objek menjadi skema. Sebagaimana proses-proses dienkapsulasi, suatu objek diperoleh ketika skema ditematisasikan menjadi objek dengan bentuk lain, yang juga dapat dilakukan de-tematisasi untuk mendapatkan konten asli dari skema tersebut (Dubinsky & Yiparaki, 2001). Berikut adalah transkrip wawancara Siswa Perempuan (SP).

Tahap Aksi

- P: Limit itu apa sih?
 SP: Limit adalah fungsi yang dimasukkan nilai x
 P: Maksudnya?
 SP: Misalnya ada fungsi $f(x)$, nah kita masukkan nilai limit x ke dalam fungsi itu
 P: Bagaimana cara membaca $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x-3}{x^2-6x+9}$?
 SP: limit x mendekati 1 x min 3 dibagi x kuadrat min $6x$ tambah 9
 P: itu kan limit suatu fungsi ketika x mendekati 1, kalau misalkan hasilnya 2, nilai limitnya 2 atau mendekati 2?
 SP: Mendekati 2
 P: Kenapa?
 SP: Karena x nya mendekati 1
 P: Jadi, limit fungsi itu apa dong?
 SP: Nilai fungsi yang mendekati bilangan tertentu.

Tahap Proses

- P: Coba jelaskan langkah penyelesaian yang kamu lakukan
 SP: Pertama, kita kalikan dengan akar sekawannya, kemudian kita kalikan x^2 dengan $(1 + \sqrt{1+x^2})$ dan $(1 - \sqrt{1+x^2})$ dengan $(1 + \sqrt{1+x^2})$. Yang di atas kita tulis ulang (pembilang) lalu $(1 - \sqrt{1+x^2})$ dikali $(1 + \sqrt{1+x^2})$ sama dengan $1 - \sqrt{1+x^2}$. $1 - \sqrt{1+x^2}$ sama dengan $\sqrt{x^2}$. x^2 dibagi $\sqrt{x^2}$ habis, sehingga sisanya $1 + \sqrt{1+x^2}$. Selanjutnya kita masukkan nilai limitnya.

Tahap Objek

- P: Pada langkah pertama apa yang kamu lakukan?
 SP: Mengalikan dengan akar sekawan
 P: Maksudnya?
 SP: tandanya, kalau di soal tandanya $(-)$ kita ubah jadi $(+)$
 P: Kenapa $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2})$ bisa jadi $1 - \sqrt{1+x^2}$?
 SP: Itu dah buk, hehe
 P: Coba kalikan ini $(x+2)(x-3) = ?$
 SP: $(x+2)(x-3)$
 $= x^2 - 3x + 2x - 6$
 $= x^2 - x - 6$

- P: Kalau $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2}) = ?$
 SP: $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2})$
 $= 1 + \sqrt{1+x^2} - \sqrt{1+x^2} - ?$
- $\sqrt{1+x^2}$ dikali $\sqrt{1+x^2}$ berapa bu?
- P: $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = ?$
 SP: $\sqrt{4}$
 P: $\sqrt{4} = ?$
 SP: 2
- P: $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = ?$
 SP: $\sqrt{9}$
 P: $\sqrt{9} = ?$
 SP: 3
- P: $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$, $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$, berarti $\sqrt{1+x^2} \cdot \sqrt{1+x^2} = ?$
 SP: $1 + x^2$ ya bu?
- P: Coba lihat bilangan yang di dalam akar, sama kan?
 SP: Iya bu
- P: Kalau bilangan di dalam akar sama jika dikalikan akan menghasilkan apa??
 SP: Bilangan itu sendiri bu, ooh iya ibu ngerti.
- P: Jadi, $(1 - \sqrt{1+x^2})(1 + \sqrt{1+x^2}) = ?$
 SP: $1 - (1 + x^2)$
- P: Terus kenapa $1 - \sqrt{1+x^2} = \sqrt{x^2}$
 SP: Karena kan $\sqrt{1} = 1$
- P: Tapi di sana kan 1 dijumlahkan dengan x^2
 SP: Oh iya ya, astaga salah dong
- P: Tadi kamu juga bilang kalau x^2 dibagi $\sqrt{x^2}$ habis, kok bisa?
 SP: Kan sama sama x^2 bu
- P: Tapi kan penyebutnya ada akarnya
 SP: Hehe, iya salah bu

Tahap Skema

- P: Kalau saya kasih soal
 Tentukan nilai limit dari $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}}}{x} = \dots ?$
- SP:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{2+\sqrt{x}} - \sqrt{2-\sqrt{x}}}{x}$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{2} - \sqrt{2} - \sqrt{x}}{x}$$

$$= \frac{\sqrt{2} - \sqrt{2} - \sqrt{0}}{0}$$

$$= \frac{\sqrt{2} - \sqrt{2}}{0}$$

$$= 0$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan diskusi di atas, kemampuan abstraksi reflektif Siswa Laki-laki (SL) lebih baik dibandingkan Siswa Perempuan (SP) dalam merekonstruksi konsep limit fungsi. Dimana Siswa Laki-laki mampu menginteriorisasi aksi menjadi proses. Sedangkan

Siswa Perempuan hanya dapat melakukan aksi saja. Hal ini dibuktikan dengan hasil jawaban Siswa Perempuan (SP) salah. Sedangkan Siswa Laki-laki (SL) menjawab soal dengan benar. Siswa Laki-laki (SL) mampu menjelaskan langkah-langkah penyelesaian yang dilakukan namun belum dapat menjelaskan mengapa langkah-langkah penyelesaian tersebut dilakukan. Siswa Perempuan (SP) maupun Siswa Laki-laki (SL) belum dapat mengenkapsulasi proses menjadi objek, dimana kedua subjek penelitian belum sadar akan proses total dalam arti menyadari transformasi yang dilakukan serta mampu menjelaskan aturan-aturan yang digunakan pada setiap langkah penyelesaian yang dilakukan. Siswa Perempuan (SP) maupun Siswa Laki-laki (SL) juga belum dapat mentematisasi objek menjadi skema, hal ini ditunjukkan ketika Siswa Perempuan (SP) maupun Siswa Laki-laki (SL) diberikan soal yang lebih kompleks keduanya tidak dapat menjawab soal dengan benar.

REKOMENDASI

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi untuk lebih memahami karakteristik siswa dan dipertimbangkan untuk penyesuaian model dan strategi pembelajaran matematika. Penelitian lanjutan dengan memperhatikan karakteristik siswa lainnya seperti gaya kognitif, problem-solving, dan metakognisi perlu dilakukan di masa mendatang

UCAPAN TERIMA KASIH

Trimakasih kami ucapkan kepada pihak sekolah yang telah memfasilitasi penelitian ini. Selain itu, ucapan terimakasih juga peneliti sampaikan kepada siswa yang terlibat dalam mengikuti penelitian ini sehingga dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnon, I. (Ed.). (2014). *APOS theory: A framework for research and curriculum development in mathematics education*. Springer-Verlag.
- Asy'ari, M., & da Rosa, C. T. W. (2022). Prospective Teachers' Metacognitive Awareness in Remote Learning: Analytical Study Viewed from Cognitive Style and Gender. *International Journal of Essential Competencies in Education*, 1(1), 18–26. <https://doi.org/10.36312/ijece.v1i1.731>
- Bansilal, S., Brijlall, D., & Trigueros, M. (2017). An APOS study on pre-service teachers' understanding of injections and surjections. *The Journal of Mathematical Behavior*, 48, 22–37. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.08.002>
- Burns-Childers, A., & Vidakovic, D. (2018). Calculus students' understanding of the vertex of the quadratic function in relation to the concept of derivative. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(5), 660–679. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1409367>
- Caifen, W., Hailun, F., & Rongrong, C. (2018). The Research on Graduate Students' Understanding of Three Basic Limit Concepts. *American Journal of Education and Learning*, 3(2), 100–107. <https://doi.org/10.20448/804.3.2.100.107>
- Cetin, I., & Dubinsky, E. (2017). Reflective abstraction in computational thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 47, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.06.004>
- Dubinsky, E., & Yiparaki, O. (2001). *Predicate Calculus and the Mathematical Thinking of Students*.
- García-Martínez, I., & Parraguez, M. (2017). The basis step in the construction of the principle of mathematical induction based on APOS theory. *The Journal of Mathematical Behavior*, 46, 128–143. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.04.001>
- Maharaj, A. (2013). An APOS analysis of natural science students' understanding of derivatives. *South African Journal of Education*, 33(1), 1–19. <https://doi.org/10.15700/saje.v33n1a458>
- National Council of Teachers of Mathematics (Ed.). (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- OECD (Ed.). (2019). *What students know and can do*. OECD Publishing.

- Oktaviyanthi, R., Herman, T., & Dahlan, J. A. (2018). How Does Pre-Service Mathematics Teacher Prove the Limit of a Function by Formal Definition? *Journal on Mathematics Education*, 9(2), 195–212.
- Ompusunggu, V. D. K. (2022). Analisis Proses Jawaban Siswa Terkait Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMP Negeri 1 Paranginan. *JURNAL CURERE*, 6(1), 133–139. <https://doi.org/10.36764/jc.v6i1.694>
- Parraguez, M., & Oktaç, A. (2010). Construction of the vector space concept from the viewpoint of APOS theory. *Linear Algebra and Its Applications*, 432(8), 2112–2124. <https://doi.org/10.1016/j.laa.2009.06.034>
- Rahmawati, H., Budayasa, I. K., & Ekawati, R. (2018). Reflective Abstraction of Junior High School Students in Reconstructing The Factorization Concept. *Proceedings of the Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference (MISEIC 2018)*. Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference (MISEIC 2018), Surabaya, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/miseic-18.2018.50>
- Szydlik, J. E. (2000). Mathematical Beliefs and Conceptual Understanding of the Limit of a Function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), 258–276. <https://doi.org/10.2307/749807>