

Deskripsi Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa Berdasarkan Teori APOS Dalam Perkuliahan Daring Materi Turunan

Description of Understanding Student Mathematical Concepts Based on APOS Theory in Online Lectures Derivative Material

Mia Fitria^{*1}, Williza Yanti², Farid Hidayat³

^{1,2,3} Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Selatan, Jl. A. Yani Km 12,500 Banjarmasin

¹miafitria87@gmail.com, ²willizayanti@gmail.com, ³ridhi.frd0989@gmail.com

Format Kutipan: Fitria, M., Yanti, W., & Hidayat, F. (2024). Deskripsi Pemahaman Konsep Matematis Mahasiswa Berdasarkan Teori APOS Dalam Perkuliahan Daring Materi Turunan. *Nusantara Journal of Education and Social Science*, 1(1), hal. 25-31.

RIWAYAT ARTIKEL

Dikirim: 19 Januari 2024
Revisi Akhir: 27 Januari 2024
Diterbitkan: Januari 2024
Tersedia Daring Sejak: 29 Januari 2024

KATA KUNCI

Pemahaman Konsep
Turunan
Teori APOS

KEYWORDS

Conceptual Understanding
Derivative
APOS Theory

ABSTRAK

Perkuliahan yang dilakukan secara daring tetap menuntut mahasiswa untuk bisa memahami konsep dengan segala keterbatasan yang ada. Pendeskripsian tentang pemahaman konsep mahasiswa yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan teori APOS yaitu aksi, proses, objek, dan skema. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran atau deskripsi tentang pemahaman konsep mahasiswa berdasarkan teori APOS pada materi turunan. Penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Instrumen utama pada penelitian ini adalah peneliti sendiri dan instrumen pendukung adalah soal tes tentang materi turunan dan pedoman wawancara. Subjek penelitian adalah mahasiswa yang mengambil mata kuliah Matematika dari Program Studi Administrasi Rumah Sakit di STIKES Intan Martapura. Hasil penelitian ini adalah mahasiswa yang memenuhi semua tahap APOS ada pada kelompok dengan kemampuan tinggi sebanyak tiga orang. Tahap proses dan objek tidak satu pun dipenuhi oleh kelompok kemampuan rendah. Tahap skema tidak satu pun dipenuhi oleh kelompok kemampuan sedang dan rendah.

ABSTRACT

Lectures conducted online still require students to be able to understand concepts with all existing limitations. The description of students' conceptual understanding carried out in this research uses Apos theory, namely action, process, object and scheme. The results of this research are expected to provide an overview or description of students' understanding of concepts based on APOS theory in derivative material. This research is descriptive research with a qualitative approach. The main instrument in this research is the researcher himself and the supporting instruments are test questions on derivative material and interview guidelines. The research subjects were students taking Mathematics courses from the Hospital Administration Study Program at STIKES Intan Martapura. The results of this research are that students who fulfill all APOS stages are in the high ability group of three people. None of the process and object stages were fulfilled by the low ability group. None of the scheme stages were fulfilled by the medium and low ability groups.

Artikel ini dapat diakses secara terbuka (*open access*) di bawah lisensi CC-BY-SA



PENDAHULUAN

Perkuliahan adalah kegiatan pembelajaran yang dilakukan di tingkat perguruan tinggi. Biasanya perkuliahan dilakukan secara tatap muka. Namun, sejak beberapa tahun lalu pemerintah telah mengeluarkan kebijakan tentang kuliah daring dalam persiapan memasuki era revolusi industri 4.0. Perkuliahan daring merupakan perkuliahan jarak jauh dengan memanfaatkan sistem informasi sehingga mahasiswa dapat mengikuti perkuliahan meskipun tidak tatap muka secara langsung. Pada masa pandemi covid-19 mengharuskan setiap individu untuk menjaga jarak, sehingga perkuliahan daring menjadi pilihan utama agar perkuliahan tetap berjalan sebagaimana mestinya.

Media yang digunakan selama perkuliahan daring adalah *Google meet* dan *Zoom*. Akan tetapi pelaksanaan perkuliahan daring ini tidaklah dilakukan tanpa kendala. Kendala paling utama yang dihadapi adalah masalah jaringan atau sinyal operator seluler serta pemakaian kuota internet yang besar. Sehingga untuk menyalakan mahasiswa yang sulit untuk *join* maka materi direkam dalam bentuk video yang diunggah di Youtube dan dibuatkan *e-book*. Kemudian *link* video dan *e-book* dibagikan melalui media Whatsapp agar mahasiswa dapat mengakses kapan saja untuk belajar dan diberikan latihan serta jawaban setelahnya agar mahasiswa dapat memeriksa kembali apa yang telah dikerjakan. Hal ini dilakukan agar siswa dapat memahami konsep dasar dari materi yang dipelajari karena pemahaman konsep menjadi hal dasar yang harus dimiliki mahasiswa di setiap materi yang dipelajari pada perkuliahan matematika. Sehingga pada proses pembelajaran ini dituntut adanya kerja sama yang baik antara mahasiswa dengan dosen.

Pemahaman terhadap suatu konsep merupakan salah satu kemampuan yang harus dikuasai oleh mahasiswa dalam belajar matematika. Hal ini dikarenakan kemampuan pemahaman terhadap konsep dapat membantu mahasiswa menyelesaikan suatu permasalahan dalam matematika (Utari & Utami, 2020). Sama halnya dengan pendapat Zulkardi bahwa dalam pembelajaran matematika hal yang ditekankan terletak pada konsep yang berarti bahwa mahasiswa harus memahami konsep terlebih dahulu agar dapat menyelesaikan persoalan dalam matematika. Ini juga sesuai dengan pendapat Djaramah bahwa belajar dengan pemahaman membuat pembelajaran berikutnya menjadi lebih mudah. (Nafi'an, Hayuhantika, & Afifah, 2017).

Pemahaman adalah penyerapan suatu materi pelajaran yang telah dipelajari (Masitoh & Prabawanto, 2015). Menurut Hiebert, J. & Carpenter pemahaman merupakan salah satu aspek dalam belajar yang digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan model pembelajaran dengan memperhatikan indikator dari pemahaman (Nafi'an, Hayuhantika, & Afifah, 2017). Menurut Susanto pemahaman merupakan suatu proses dalam menerangkan dan memberikan interpretasi terhadap sesuatu; memberikan contoh, gambaran dan penjelasan yang lebih luas dan memadai; serta memberikan penjelasan yang lebih kreatif (Mawaddah & Maryanti, 2016).

Konsep menurut Sagala adalah buah pemikiran seseorang atau sekelompok orang yang dinyatakan dalam suatu definisi sehingga menghasilkan produk pengetahuan berupa teori, hukum dan prinsip (Yulianah, Ni'mah, & Rahayu, 2020). Menurut Dahar ada 5 unsur pembentuk konsep yaitu nama konsep, atribut-atribut kriteria dan atribut-atribut variabel, definisi konsep, contoh-contoh dan non contoh, serta hubungan konsep dengan konsep lain. Konsep dalam matematika menurut Bell merupakan ide abstrak yang memungkinkan mahasiswa dalam mengklasifikasikan atau mengelompokkan suatu objek atau kejadian, serta dapat menerangkan apakah objek atau kejadian tersebut merupakan contoh atau non contoh dari ide abstrak tersebut (Pemu, 2017). Konsep dalam matematika diperoleh dari berbagai pengalaman belajar yang mereka alami serta proses berpikir yang mereka lakukan. Karena konsep dalam matematika yang bersifat hierarkis maka suatu konsep pada umumnya digunakan untuk menjelaskan konsep-konsep yang lain (Pemu, 2017).

Menurut Asyhuri pemahaman konsep adalah kemampuan untuk mendalami makna dari suatu topik atau permasalahan (Winarsih & Mampouw, 2019). Pemahaman konsep menurut Kesumawati merupakan kecakapan untuk menjelaskan serta mengaplikasikan konsep atau algoritma secara akurat, efisien, luwes dan tepat dalam memecahkan masalah (Afri, 2018). Pemahaman konsep menurut Ismah dan Afifah merupakan fondasi kuat dalam belajar matematika (Fitria, 2020). Mahasiswa dikatakan paham menurut Watson jika mahasiswa mampu untuk melakukan dan menggunakan konsep serta prosedur matematika dan mahasiswa mampu menggunakan matematika dalam konteks tertentu serta menghubungkan antar konsep dalam matematika (Nafi'an, Hayuhantika, & Afifah, 2017). Oleh sebab itu pemahaman konsep yang baik dapat membantu mahasiswa menguasai kemampuan matematika yang lain seperti pemecahan masalah, penalaran dan lain-lain.

Salah satu konsep dasar yang dipelajari oleh mahasiswa dalam matematika adalah turunan. Materi turunan menuntut mahasiswa untuk teliti dalam melakukan prosesnya dimulai dari penggunaan aturan pangkat serta menentukan bentuk fungsi yang dapat diturunkan kemudian memilih langkah yang tepat agar proses mencari turunan fungsi tidak terlalu panjang dan menghasilkan hasil akhir yang benar. Turunan menurut Wahyuni merupakan materi yang sangat penting untuk diajarkan, dianalisis, dan dipahami oleh mahasiswa serta menjadi konsep fondasi dasar yang terkait dengan materi lainnya (Rahmawati & Roesdiana, 2022). Hal ini juga sesuai dengan pendapat Park bahwa turunan penting dipelajari oleh mahasiswa karena digunakan untuk dapat memahami topik selanjutnya seperti integral (Rosali, Talib, & Asdar, 2019). Syarat sebelum mempelajari materi integral adalah turunan karena ada beberapa sifat di integral yang menggunakan turunan untuk dapat membantu mahasiswa menemukan bentuk integral fungsi. Sehingga mahasiswa harus memahami konsep tentang turunan terlebih dahulu agar dapat mempelajari topik setelahnya yang menggunakan keterlibatan turunan dalam prosesnya.

Menurut Teori APOS, konsep matematika pertama-tama dipahami sebagai tindakan, serangkaian instruksi langkah demi langkah yang dilakukan secara eksplisit untuk mengubah objek fisik atau mental. Teori APOS adalah teori dikembangkan oleh Ed Dubinsky. Menurut Arnon, Cottrill, Dubinsky dkk. teori APOS menyediakan kerangka kerja evaluasi untuk mendeskripsikan pemahaman mahasiswa dan struktur mentalnya dalam pembelajaran tentang suatu konsep matematika (Afgani, Suryadi, & Dahlan, 2017). Menurut Arnawa, teori APOS mengasumsikan bahwa pengetahuan matematika seseorang adalah hasil dari interaksinya dengan orang lain dan hasil dari konstruksi-konstruksi mentalnya dalam memahami konsep matematika. Adapun konstruksi-konstruksi mental tersebut adalah *action* (aksi), *process* (proses), *object* (objek), dan *schema* (skema) (Febriana & Budiarto, 2012).

Menurut Hartati bahwa kesuksesan atau kegagalan mahasiswa dalam menyelesaikannya permasalahan matematika dapat diidentifikasi dengan konstruksi mental yang mereka capai. Aksi (*action*) dalam teori APOS merupakan suatu transformasi dari objek matematika yang dikeluarkan oleh seseorang melalui prosedur langkah per langkah dan operasi. Ketika suatu aksi diulangi dan seseorang melakukan refleksi terhadap aksi maka orang tersebut masuk dalam konstruksi mental yang dinamakan proses (*process*). Suatu objek (*object*) dikonstruksi dari suatu proses ketika seseorang menyadari bahwa proses sebagai suatu keseluruhan dan dapat ditransformasikan ke dalamnya. Skema (*schema*) adalah kumpulan dari aksi, proses, objek dan skema-skema lain yang seseorang miliki yang berhubungan dengan permasalahan matematika yang diselesaikan (Afgani, Suryadi, & Dahlan, 2017).

Teori APOS telah digunakan di beberapa penelitian untuk mendeskripsikan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa ataupun siswa tentang berbagai topik matematika dengan pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan secara langsung atau tatap muka. Sedangkan penelitian ini dilakukan setelah perkuliahan daring untuk materi turunan selesai untuk mengetahui bagaimana pemahaman konsep mahasiswa setelah perkuliahan daring terutama dalam menyelesaikan permasalahan pada materi turunan dengan latar belakang mahasiswa bukan mahasiswa dari program studi matematika ataupun pendidikan matematika berdasarkan teori APOS.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Menurut Sunarto bahwa tujuan penelitian deskriptif adalah memberikan deskripsi terhadap fakta atau karakteristik suatu hal tertentu (Febriana & Budiarto, 2012). Penelitian ini dilakukan pada tahun ajaran 2020/2021 di semester genap. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang mengambil mata kuliah Matematika dan telah mempelajari materi turunan pada Program Studi Administrasi Rumah Sakit di STIKES Intan Martapura, Kabupaten Banjar. Subjek penelitian dikelompokkan menjadi tiga kelompok kemampuan yaitu tinggi, sedang dan rendah.

Instrumen utama pada penelitian ini adalah peneliti sendiri. Instrumen pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal tes dan pedoman wawancara. Soal tes digunakan untuk melihat kemampuan pemahaman konsep mahasiswa dalam menyelesaikan soal turunan berdasarkan teori APOS. Soal tes dibuat dalam bentuk soal uraian atau esai untuk menghindari mahasiswa menjawab soal secara asal-

asalan. Soal tes di sini dibuat mencakup materi tentang penggunaan rumus-rumus pada turunan dan aplikasi turunan pada optimasi fungsi. Soal nomor 1 poin a dan b digunakan untuk melihat kemampuan pada tahap aksi, nomor 2 dan 3 untuk melihat kemampuan pada tahap proses, soal nomor 4a dan 4b untuk melihat kemampuan pada tahap objek dan soal nomor 5 untuk melihat kemampuan pada tahap skema.

Langkah yang dilakukan untuk menganalisis data pada penelitian ini terdiri dari pengumpulan, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini yaitu hasil kemampuan pemahaman konsep. Data hasil dari tes kemampuan pemahaman konsep matematika diperoleh dari 21 orang mahasiswa yang menjadi subjek penelitian, kemudian dikategorikan ke dalam tiga kelompok kemampuan yaitu tujuh mahasiswa dengan nilai tertinggi termasuk dalam kelompok 1, tujuh mahasiswa dengan nilai terendah termasuk dalam kelompok 3 dan tujuh orang sisanya masuk dalam kelompok 2. Analisis data soal tes dilakukan berdasarkan pada kunci jawaban yang telah dibuat, sedangkan untuk mendeskripsikan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa dalam menyelesaikan soal turunan dibuat beberapa indikator berdasarkan teori APOS yang dapat dilihat pada tabel 1. Setiap kelompok subjek kemudian ditarik kesimpulan tentang pemahaman konsep berdasarkan temuan-temuan yang ada. Hasil wawancara digunakan untuk memperkuat hasil pekerjaan yang telah masing-masing anggota kelompok subjek lakukan dan untuk mengetahui beberapa informasi yang tidak didapat dari hasil pekerjaan yang dilakukan pada lembar jawaban soal tes.

Tabel 1. Indikator APOS untuk turunan

Tahap	Indikator
Aksi	1. Menuliskan turunan fungsi dengan benar sesuai dengan aturan pada setiap langkah pengerjaan 2. Menerapkan aturan pangkat dalam proses menemukan turunan dari suatu fungsi dengan benar
Proses	1. Menentukan turunan fungsi dengan menggunakan aturan-aturan yang berlaku di turunan yang dikombinasikan dengan aturan pangkat.
Objek	1. Menentukan nilai turunan ke-n dari fungsi dengan menggunakan aturan-aturan yang berlaku di turunan.
Skema	1. Menggunakan konsep turunan dan teori optimasi fungsi untuk menentukan nilai serta titik maksimum dan minimum dari suatu fungsi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil temuan yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 yaitu mahasiswa di tiap kelompok yang memenuhi dengan benar seluruh tahap pada APOS.

Tabel 2. Jumlah Mahasiswa yang Memenuhi Tahap APOS dengan Benar

Kelompok	Mahasiswa (M)	Tahap						
		Aksi		Proses		Objek		Skema
		1a	1b	2	3	4a	4b	5
1	M1a	√	√	√	√	√	√	√
	M1b	√	√		√	√	√	√
	M1c	√	√			√	√	
	M1d	√	√	√	√	√	√	√
	M1e	√	√	√	√	√	√	√
	M1f	√			√			
	M1g	√						
	Jumlah	7	5	3	5	5	5	4
2	M2a		√		√			
	M2b						√	
	M2c						√	
	M2d		√		√			
	M2e	√						
	M2f		√					
	M2g							
	Jumlah	1	3	0	2	0	2	0
3	M3a	√						
	M3b		√					
	M3c							
	M3d	√						
	M3e		√					
	M3f		√					
	M3g							
	Jumlah	2	3	0	0	0	0	0

1. Tahap Aksi

Aksi merupakan suatu reaksi sebagai isyarat eksternal dengan memberikan gambaran yang tepat tentang langkah apa yang harus diambil (Hartati, 2019). Kinerja mahasiswa pada tahap aksi dalam penyelesaian soal hanya pada aktivitas prosedural dan menerapkan

algoritma yang sudah ada (Natalia, Sujatmiko, & Chrisnawati, 2017). Pemahaman konsep mahasiswa pada tahap aksi berdasarkan hasil tes dan wawancara dideskripsikan sebagai berikut.

- a. Kelompok 1. Pada soal nomor 1a, seluruh mahasiswa dapat memenuhi tahap aksi dengan benar. Sedangkan pada soal nomor 1b hanya 5 orang yang dapat memenuhi tahap aksi dengan benar. Mahasiswa yang tidak memenuhi tahap aksi ada 2 orang yang dikarenakan mahasiswa tersebut mengerjakan dengan langkah yang benar akan tetapi kurang teliti dalam operasi pengurangan pada pangkat yang berbentuk pecahan dan bilangan bulat.
- b. Kelompok 2. Pada soal nomor 1a ada 1 orang yang memenuhi tahap aksi dengan benar dan yang tidak memenuhi ada 6 orang. Pada soal nomor 1b ada 3 orang mahasiswa dapat memenuhi tahap aksi dengan benar dan yang tidak memenuhi ada 4 orang.
 - 1) Soal nomor 1a : hasil pengerjaan M2a dan M2d benar akan tetapi masih ada penggunaan konsep aturan pangkat yang kurang tepat di bagian akhir ; hasil pengerjaan M2b dan M2c benar akan tetapi penulisan turunan fungsi masih kurang tepat sehingga antara fungsi asal ($f(x)$) dan fungsi yang diturunkan ($f'(x)$) pada langkah awal kurang terlihat ; hasil pengerjaan M2f dan M2g salah.
 - 2) Soal nomor 1b : hasil pengerjaan M2b dan M2c benar akan tetapi penulisan turunan fungsi masih kurang tepat sehingga antara fungsi asal ($f(x)$) dan fungsi yang diturunkan ($f'(x)$) pada langkah awal kurang terlihat ; hasil pengerjaan M2e salah disebabkan karena adanya penggunaan aturan pangkat yang tidak tepat ; hasil pengerjaan M2g benar akan tetapi ada satu langkah yang terlewat yaitu mengubah ke dalam bentuk pangkat agar dapat diturunkan.
- c. Kelompok 3. Pada soal nomor 1a ada 2 orang mahasiswa dapat memenuhi tahap aksi dengan benar dan yang tidak memenuhi ada 5 orang. Pada soal nomor 1b ada 3 orang mahasiswa dapat memenuhi tahap aksi dengan benar dan yang tidak memenuhi ada 4 orang.
 - 1) Soal nomor 1a : hasil dan langkah pengerjaan M2b, M2e, M2f, M2g salah yang disebabkan kesalahan dalam mengubah bentuk fungsi agar dapat diturunkan ; hasil dan langkah pengerjaan M2c benar akan tetapi penulisan pangkat posisinya bukan seperti pangkat.
 - 2) Soal nomor 1b : hasil dan langkah pengerjaan M3a salah ; hasil pengerjaan M3c benar akan tetapi menulis pangkat posisinya bukan seperti pangkat ; hasil dan langkah pengerjaan M3d salah disebabkan kesalahan dalam mengubah bentuk fungsi agar dapat diturunkan ; hasil pengerjaan M2g benar akan tetapi tidak menggunakan aturan pangkat.

2. Tahap Proses

Proses dapat dikatakan sebagai aksi yang dilakukan berulang-ulang dan dilakukan refleksi atas aksi itu, maka dapat dikatakan mahasiswa melakukan konstruksi mantap internal dimana mahasiswa dapat melakukan aksi yang sama tanpa perlu rangsangan dari luar (Dubinsky & McDonald, 2001). Pemahaman konsep mahasiswa yang memenuhi tahap proses berdasarkan hasil tes dan wawancara dideskripsikan sebagai berikut.

- a. Kelompok 1. Pada soal nomor 2, ada 3 orang mahasiswa yang memenuhi tahap proses dengan benar dan yang tidak memenuhi ada 4 orang. Pada soal nomor 3, ada 5 orang mahasiswa yang memenuhi tahap proses dengan benar karena dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua dengan benar serta dapat menunjukkan langkah-langkah serta perhitungan yang benar dan yang tidak memenuhi ada 2 orang.
 - 1) Soal Nomor 2 : hasil pengerjaan M1b salah disebabkan ada kesalahan perhitungan pada tiga langkah terakhir ; M1c mengerjakan sampai turunan pertama sudah benar akan tetapi kesalahan pada penulisan koefisien sehingga langkah berikutnya menghasilkan hasil yang salah ; langkah pengerjaan M1f salah disebabkan kesalahan dalam mengubah bentuk fungsi agar dapat diturunkan ; M1g tidak melakukan langkah pengerjaan yang benar karena terjadi kesalahan pada langkah awal melakukan turunan pertama .
 - 2) Soal nomor 3 : M1c dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua dengan benar akan tetapi ada satu fungsi asal yang langkah pembuktiannya terdapat aturan pangkat yang sedikit keliru dalam menulis ; M1g dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua dengan benar akan tetapi pada pembuktiannya ada dua fungsi asal yang diturunkan dua kali dengan langkah yang benar dan ada salah satu fungsi asal hanya diturunkan satu kali saja.
- b. Kelompok 2. Pada soal nomor 2, tidak ada mahasiswa yang memenuhi tahap proses dengan benar dan yang tidak memenuhi ada 7 orang. Pada soal nomor 3, ada 2 orang mahasiswa yang memenuhi tahap proses dengan benar karena dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua dengan benar serta dapat menunjukkan langkah-langkah serta perhitungan yang benar dan yang tidak memenuhi ada 5 orang.
 - 1) Soal nomor 2 : hasil pengerjaan M2e salah dikarenakan ada langkah pengerjaan yang salah ; hasil pengerjaan M2a, M2d, M2g salah dikarenakan kekeliruan pada variabel yang berbentuk akar ; langkah pengerjaan M2b, M2c, M2f benar akan tetapi hasil akhir salah.
 - 2) Soal nomor 3 : M2b, M2c, M2f dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua akan tetapi pada bagian pengerjaan memperoleh turunan kedua ada fungsi asal yang salah perhitungan di bagian akhir ; M2e orang mahasiswa yang tidak memasang fungsi asal dengan fungsi turunan kedua dikarenakan tidak ada dikerjakan ; M2g orang mahasiswa dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua akan tetapi tidak dapat menunjukkan proses perhitungan yang lengkap.
- c. Kelompok 3. Pada soal nomor 2 dan 3 tidak ada mahasiswa yang memenuhi tahap proses dengan benar.
 - 1) Soal nomor 2 : M3a, M3b, M3f, M3g yang hasil pengerjaannya salah dikarenakan kekeliruan pada variabel yang berbentuk akar ; hasil pengerjaan M3c dan M3e salah disebabkan kesalahan dalam mengubah fungsi agar dapat diturunkan; hasil pengerjaan M3d salah disebabkan kesalahan dalam perhitungan.
 - 2) Soal nomor 3 : M3b, M3d, M3e, M3f dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua akan tetapi tidak dapat menunjukkan proses perhitungan yang lengkap; M3g tidak dapat menurunkan satu fungsi asal dengan langkah benar dan sesuai dengan fungsi turunan kedua yang ada, sedangkan dua fungsi asal yang lain dipasangkan dengan fungsi turunan kedua yang tepat akan tetapi tidak dapat memberikan langkah pengerjaan yang benar ; M3c dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua dengan benar akan tetapi ada dua fungsi asal yang hasil turunan keduanya benar sedangkan penulisan langkah pengerjaannya masih kurang tepat ; M3a dapat memasang fungsi asal dan fungsi turunan kedua akan tetapi ada salah satu fungsi asal yang perhitungannya terdapat sedikit kesalahan sehingga menyebabkan adanya sedikit perbedaan dengan pilihan fungsi turunan kedua yang ada.

3. Tahap Objek

Mahasiswa dikatakan pemahamannya berada pada tahap objek jika mahasiswa dapat menyelesaikan soal dengan tepat (Sholihah & Mubarak, 2016). Pemahaman konsep mahasiswa yang memenuhi tahap objek berdasarkan hasil tes dan wawancara dideskripsikan sebagai berikut.

- a. Kelompok 1. Pada soal nomor 4a dan 4b ada 5 orang mahasiswa yang memenuhi tahap objek dengan benar karena langkah pengerjaan benar dalam menurunkan fungsi dan menghasilkan turunan fungsi serta nilai dari turunan fungsi yang benar dan yang tidak memenuhi tahap objek pada masing-masing soal ada 2 orang.
- 1) Soal nomor 4a : M1f salah dalam menurunkan fungsi meskipun dalam menentukan nilai fungsi dilakukan dengan cara yang benar dan M1g menurunkan fungsi dengan cara yang benar pada turunan pertama akan tetapi tidak dilanjutkan sampai turunan berikutnya sehingga nilai fungsi turunannya tidak ada.
 - 2) Soal nomor 4b : M1f salah dalam menurunkan fungsi meskipun dalam menentukan nilai fungsi dilakukan dengan cara yang benar, dan ada M1g menurunkan fungsi dengan cara yang benar pada turunan pertama akan tetapi tidak dilanjutkan sampai turunan berikutnya sehingga nilai fungsi turunannya tidak ada.
- b. Kelompok 2. Pada soal nomor 4a tidak ada mahasiswa yang memenuhi tahap proses dengan benar. Pada soal nomor 4b ada 2 orang mahasiswa yang memenuhi tahap objek dengan benar karena langkah pengerjaan benar dalam menurunkan fungsi dan menghasilkan turunan fungsi serta nilai dari turunan fungsi yang benar dan yang tidak memenuhi ada 5 orang.
- 1) Soal nomor 4a : M2a dan M2e benar dalam menurunkan akan tetapi salah dalam menentukan nilai fungsi; M2b menurunkan fungsi dengan langkah yang salah; M2d salah dalam mengubah bentuk fungsi untuk bisa diturunkan; M2c dan M2g salah dalam menurunkan fungsi di turunan kedua; M2f salah dalam menurunkan fungsi di turunan pertama.
 - 2) Soal nomor 4b : M2d dan M2f salah dalam menurunkan fungsi di turunan pertama dan M2e di turunan fungsi kedua; M2a benar dalam menurunkan fungsi akan tetapi salah dalam menentukan nilai fungsi; M2g tidak mengerjakan.
- c. Kelompok 3. Pada soal nomor 4a dan 4b tidak ada mahasiswa yang memenuhi tahap objek dengan benar.
- 1) Soal nomor 4a : M3c, M3e, M3f, dan M3g salah dalam menurunkan fungsi di turunan pertama; M3b dan M2d benar dalam menurunkan akan tetapi salah dalam menentukan nilai fungsi; M3a salah dalam mengubah bentuk fungsi untuk bisa diturunkan.
 - 2) Soal nomor 4b : M2a salah perhitungan dalam menurunkan fungsi pada turunan kedua; M3c, M3e, M3f, dan M3g salah dalam menurunkan fungsi di turunan pertama serta M3d di turunan kedua; M2b benar dalam menurunkan fungsi akan tetapi salah dalam menentukan nilai fungsi.

4. Tahap Skema

Konsep dari skema adalah kumpulan yang mengaitkan aksi, proses, dan objek serta skema lain, seseorang paham mengenai hubungan suatu topik dengan topik lain (Febriana & Budiarto, 2012). Karakteristik dari Skema adalah (1) dapat menghubungkan aksi, proses, dan objek suatu konsep dengan konsep lainnya; (2) memahami hubungan-hubungan antara aksi, proses, objek, dan sifat-sifat lain yang telah dipahaminya serta (3) Memahami berbagai aturan/rumus yang perlu dilibatkan/digunakan. Pemahaman konsep mahasiswa yang memenuhi tahap skema dideskripsikan sebagai berikut.

- a. Kelompok 1. Pada soal nomor 5, ada 4 orang mahasiswa yang memenuhi tahap skema dengan benar karena menurunkan fungsi dengan langkah yang benar, menentukan titik kritis, titik maksimum dan minimum dengan cara yang benar. Mahasiswa yang tidak memenuhi ada 3 orang yaitu :
- 1) M1c dan M1g menurunkan fungsi dengan langkah yang benar, akan tetapi terdapat kesalahan dalam menentukan titik kritis sehingga dihasilkan titik maksimum dan minimum yang salah meskipun prosesnya benar;
 - 2) M1f menurunkan fungsi dengan langkah yang benar, langkah dan hasil pengerjaan untuk titik kritis benar, akan tetapi titik maksimum dan minimum tidak selesai dikerjakan.
- b. Kelompok 2. Pada soal nomor 5, tidak ada mahasiswa yang memenuhi tahap skema.
- 1) M2a, M2b, M2c dan M2f benar dalam menurunkan fungsi, salah dalam menentukan titik kritis sehingga berdampak pada titik maksimum dan minimum.
 - 2) Fungsi yang diturunkan M2d salah sehingga sampai akhir dihasilkan hasil yang salah.
 - 3) M2e dan M2g salah dalam menurunkan fungsi.
- c. Kelompok 3. Pada soal nomor 5, tidak ada mahasiswa yang memenuhi tahap skema.
- 1) M3a, M3c, M3e dan M3f benar dalam menurunkan fungsi, salah dalam menentukan titik kritis sehingga berdampak pada titik maksimum dan minimum.
 - 2) M3b, M3d dan M3g salah dalam menurunkan fungsi.

Pembahasan

Pada tahap aksi kelompok 1 ada M1a, M1b, M1c, M1d, M1e yang memenuhi tahap aksi sepenuhnya dan M1f, M1g tidak sepenuhnya memenuhi karena hanya memenuhi tahap aksi untuk satu soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap aksi adalah tidak telitian dalam melakukan operasi pada pangkat. Pada tahap proses di kelompok 1 ada M1a, M1d, M1e yang memenuhi dan M1b, M1c, M1f, M1g yang tidak memenuhi karena hanya memenuhi tahap proses pada satu soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap proses adalah adanya kesalahan dalam perhitungan, kesalahan dalam penulisan koefisien, kesalahan mengubah bentuk fungsi untuk diturunkan dan kesalahan dalam penulisan aturan pangkat. Pada tahap objek di kelompok 1 ada M1a, M1b, M1c, M1d, M1e yang memenuhi dan M1f, M1g yang tidak memenuhi tahap objek pada dua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap objek adalah kesalahan dalam menurunkan fungsi dan pengerjaan yang belum diselesaikan sampai nilai fungsi diperoleh. Pada tahap skema di kelompok 1 ada M1a, M1b, M1d, M1e yang memenuhi dan M1c, M1f, M1g yang tidak memenuhi tahap skema. Penyebab tidak terpenuhinya tahap skema adalah salah dalam menentukan titik kritis dan ada pengerjaan yang belum diselesaikan sampai pada ditemukan titik maksimum dan minimum.

Pada kelompok 1 yang merupakan kelompok kemampuan tinggi ada 3 orang mahasiswa yang memenuhi semua tahap APOS yaitu M1a, M1d dan M1e. Ini berarti ketiga mahasiswa dapat memahami cara menurunkan fungsi dengan aturan pangkat dan menuliskan proses pengerjaannya dengan cara yang benar pada tahap aksi. Sedangkan pada tahap proses, ketiga mahasiswa dapat menentukan turunan fungsi dengan menggunakan aturan-aturan yang berlaku di turunan yang dikombinasikan dengan aturan pangkat pada tahap aksi. Pada tahap objek, ketiga mahasiswa dapat menentukan nilai turunan ke-n dari fungsi dengan menggunakan aturan-aturan yang berlaku di turunan dan dilakukan dengan cara yang benar. Pada tahap skema, ketiga mahasiswa dapat menghubungkan konsep-konsep yang terlibat yaitu menggunakan

konsep turunan dan teori optimasi fungsi untuk menemukan titik kritis serta menentukan titik kritis tersebut merupakan titik maksimum dan minimum dari suatu fungsi sehingga tahap skema terpenuhi.

Anggota kelompok 1 yang lain ada 1 orang yaitu M1b hanya memenuhi tahap aksi, objek dan skema sedangkan tahap proses tidak terpenuhi. Ada 1 orang yaitu M1c hanya memenuhi tahap aksi dan objek sedangkan tahap proses dan skema tidak terpenuhi. Di sini terlihat bahwa pemenuhan tahap APOS tidak semuanya harus dipenuhi secara linier artinya tidak harus dimulai bertahap dari aksi sampai skema. Ada mahasiswa yang tidak memulai dari aksi dan ada tahap yang terlewat. Menurut Nurdin bahwa pada faktanya seseorang yang mengembangkan konstruksi pemahaman terhadap konsep matematika, maka tidak selalu konstruksi tersebut dilakukan secara linear (Fitria, 2020). Selain itu ada anggota kelompok 1 yaitu M1f yang tidak memenuhi tahap aksi dan proses karena masing-masing tahap hanya terpenuhi pada satu soal sedangkan tahap objek dan skema tidak terpenuhi. Anggota kelompok 1 lain yaitu M1g tidak memenuhi semua tahap APOS. Oleh karena itu, kesalahan dalam pengerjaan pada semua tahap APOS masih ada didapati pada mahasiswa di kelompok 1.

Pada kelompok 2 tidak ada yang memenuhi tahap aksi sepenuhnya. M2a, M2d, M2e, dan M2f hanya memenuhi tahap aksi untuk satu soal sedangkan M2b, M2c, dan M2g tidak memenuhi tahap aksi pada dua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap aksi adalah penggunaan aturan pangkat dasar, penulisan fungsi yang tidak jelas, dan ada langkah awal yang terlewatkan yaitu mengubah fungsi untuk diturunkan. Pada tahap proses tidak ada anggota kelompok 2 yang memenuhi. M2a dan M2d hanya memenuhi tahap proses satu soal sedangkan M2b, M2c, M2f yang tidak memenuhi tahap proses pada dua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap proses adalah langkah pengerjaan yang salah dan ada yang tidak lengkap serta kekeliruan pada variabel yang berbentuk akar. Pada tahap objek tidak ada anggota kelompok 2 yang memenuhi. M2b dan M2c hanya memenuhi tahap proses satu soal sedangkan M2a, M2d, M2e, M2f, M2g yang tidak memenuhi tahap proses pada dua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap objek adalah salah dalam menentukan nilai fungsi, salah dalam mengubah bentuk fungsi dan salah dalam menurunkan fungsi. Pada tahap skema tidak ada satu pun anggota kelompok 2 yang memenuhi. Penyebab tidak terpenuhinya tahap skema adalah salah dalam menurunkan fungsi dan salah dalam menentukan titik kritis.

Pada kelompok 2 yang merupakan kelompok dengan kemampuan sedang tidak ada yang memenuhi semua tahap APOS. M2a dan M2d tidak memenuhi secara penuh aksi dan proses karena masing-masing tahap hanya terpenuhi pada satu soal serta yang lain juga ada yang memenuhi satu atau dua tahap (antara aksi, proses dan objek) hanya pada satu soal. Berbeda dengan tahap skema yang tidak ada satu pun anggota kelompok 2 yang memenuhi.

Pada kelompok 3 tidak ada yang memenuhi tahap aksi. M3a, M3b, M3d, M3e, dan M3f hanya memenuhi tahap aksi untuk satu soal. M3c dan M3g tidak memenuhi tahap aksi pada dua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap aksi adalah kesalahan dalam mengubah bentuk fungsi, kesalahan dalam menulis pangkat yang tidak sesuai posisinya dan tidak menggunakan aturan pangkat. Pada tahap proses tidak ada anggota kelompok 3 yang memenuhi pada kedua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap proses adalah kesalahan dalam mengubah fungsi, kesalahan dalam pengerjaan, dan kesalahan dalam menurunkan fungsi. Pada tahap objek tidak ada anggota kelompok 3 yang memenuhi pada kedua soal. Penyebab tidak terpenuhinya tahap objek adalah salah menurunkan fungsi dan nilai turunan fungsi. Pada tahap skema tidak ada anggota kelompok 3 yang memenuhi pada kedua soal.

Pada kelompok 3 yang merupakan kelompok dengan kemampuan rendah tidak ada yang memenuhi semua tahap APOS. Hanya pada tahap aksi yang terpenuhi pada satu soal oleh anggota kelompok 3 yaitu M3a, M3b, M3d, M3e dan M3f. Berbeda pada tahap proses dan objek, tidak ada satu soal pun yang dipenuhi oleh anggota kelompok 3. Tahap skema juga tidak terpenuhi oleh anggota kelompok 3. Penyebab tidak terpenuhinya tahap skema pada kelompok 2 dan 3 adalah sama yaitu salah dalam menurunkan fungsi dan salah dalam menentukan titik kritis.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan terpenuhinya pemahaman konsep pada tahap APOS diperoleh kesimpulan bahwa pada kelompok dengan kemampuan tinggi ada mahasiswa yang sepenuhnya memenuhi semua tahap APOS. Ada juga yang memenuhi hanya dua atau tiga tahap APOS. Ada yang memenuhi tahap APOS hanya pada satu dari dua soal terutama pada tahap aksi dan proses. Ada mahasiswa yang tidak memenuhi tahap proses, objek dan skema. Pada kelompok dengan kemampuan sedang, ada mahasiswa yang memenuhi satu atau dua tahap APOS antara aksi, proses atau objek hanya pada satu soal saja sedangkan pada kelompok dengan kemampuan rendah hanya pada tahap aksi saja. Pada kelompok dengan kemampuan rendah tidak ada satu mahasiswa pun yang memenuhi tahap proses dan objek. Selain itu pada tahap skema untuk kelompok dengan kemampuan sedang dan rendah mempunyai kesamaan yaitu tidak ada satu pun mahasiswa yang memenuhi tahap tersebut. Ditemukan beberapa kesalahan yang menyebabkan tidak terpenuhinya pemahaman konsep pada tahap APOS yaitu kesalahan dalam menurunkan fungsi, penggunaan aturan pangkat dasar terutama pada operasi matematika yang terjadi antara pangkat yang berbentuk bilangan bulat dan pecahan serta penulisan pangkat yang tidak tepat, mahasiswa tidak teliti dalam melakukan perhitungan terutama pada variabel bentuk akar, serta ada beberapa soal yang belum sepenuhnya diselesaikan sampai akhir. Pada tahap skema, kesalahan dalam menentukan titik kritis terdapat pada mahasiswa baik dari kelompok dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Jumlah mahasiswa yang tidak memenuhi tahap skema didominasi oleh mahasiswa dari kelompok dengan kemampuan sedang dan rendah.

Saran

Dengan diketahuinya kemampuan mahasiswa berdasarkan teori APOS pada materi turunan, maka masalah yang terjadi pada dicariikan solusi agar kemampuan siswa yang masih belum mencapai semua tahap APOS dapat diambil langkah antisipatif misalnya dengan memberikan kombinasi soal-soal yang jarang ditemui oleh mahasiswa pada materi turunan agar mahasiswa dapat terlatih dalam menurunkan fungsi dengan bentuk yang bermacam-macam yang tentunya disertai dengan ketelitian dalam mengerjakan. Selain itu dalam perkuliahan daring ataupun luring untuk penggunaan aturan pangkat pada turunan, hendaknya diingatkan kembali aturan dasar pada pangkat suatu bilangan agar kesalahan penulisan pangkat dapat minimal. Untuk peneliti selanjutnya dapat membuat bahan ajar yang dapat membantu mahasiswa belajar dengan mandiri pada materi turunan yang dibuat berdasarkan teori APOS.

DAFTAR PUSTAKA

- Afgani, M. W., Suryadi, D., & Dahlan, J. A. (2017). Analysis of Undergraduate Students' Mathematical Understanding Ability of The Limit Of Function Based on APOS Theory Perspective. *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 895 (2017) 012056 (hal. 1-7). IOP Publishing.
- Afri, L. E. (2018). Profil Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Matematika FKIP UPP Tentang Konsep Dasar Persamaan Diferensial Biasa. *Jurnal ABSIS : Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 35-42.
- Dubinsky, E., & McDonald, M. (2001). APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research. Dalam N. I. Series, *Teaching and Learning of Mathematics at Univesity Level* (hal. 275-282). Switzerland: Springer, Dordrecht.
- Febriana, C., & Budiarto, M. T. (2012). Profil Kemampuan Siswa SMA Dalam Menyelesaikan Soal Fungsi Kuadrat Berdasarkan Teori APOS Ditinjau Dari Perbedaan Kemampuan Matematika. *FMIPA UNESA*, 1-7.
- Fitria, M. (2020). Kemampuan Pemahaman Konsep Mahasiswa dalam Penyelesaian Soal Integral Berdasarkan Teori APOS. *DE_JOURNAL (Dharmas Education Journal)*, 1, 48-54. doi:<https://doi.org/10.56667/dejournal.v1i1.59>
- Hartati, L. (2019). Analisis Kemampuan Pemahaman Matematis Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Berdasarkan Teori APOS. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan KALUNI* (hal. 174-183). Jakarta: LPPM Universitas Indraprasta PGRI. doi:<http://dx.doi.org/10.30998/prokaluni.v2i0.57>
- Masitoh, I., & Prabawanto, S. (2015). Peningkatan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika dan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas V Sekolah Dasar Melalui Pembelajaran Eksploratif. *EduHumaniora : Jurnal Pendidikan Dasar*, 186-197.
- Mawaddah, S., & Maryanti, R. (2016). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP dalam Pembelajaran Menggunakan Model Penemuan Terbimbing (Discovery Learning). *EDU-MAT Jurnal Pendidikan Matematika*, 76 - 85.
- Nafi'an, M. I., Hayuhantika, D., & Afifah, D. S. (2017). Kemampuan Mahasiswa PGSD dalam Mengonstruksi Pemahaman Konsep Aljabar Berdasarkan Teori APOS. *Jurnal Refleksi Edukatika*, 74-79.
- Natalia, S. S., Sujatmiko, P., & Chrisnawati, E. H. (2017). Analisis Tingkat Pemahaman Siswa Berdasarkan Teori Apos Pada Materi Persamaan Kuadrat Ditinjau Dari Minat Belajar Siswa Kelas X Sma Negeri 2 Surakarta Tahun Ajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 104-117.
- Pemu, N. (2017). Dipetik Januari 2024, dari e-prints Respository Software Universitas Negeri Makasar: <http://eprints.unm.ac.id/9102/1/konsep%20matematika%20Nasrullah.pdf>
- Rahmawati, N. D., & Roesdiana, L. (2022, Maret). ANALISIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP ANALISIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP FUNGSI ALJABAR. *JES-MAT*, 8(1), 17-32. Dipetik Januari 2024, dari <https://journal.uniku.ac.id/index.php/JESMath/article/download/5579/2989>
- Rosali, D. F., Talib, & Asdar. (2019). Deskripsi Kemampuan Pemahaman Konsep Turunan Berdasarkan Teori APOS pada Siswa Kelas XII SMA. *IMED*, 49-57. doi:<https://doi.org/10.35580/imed10735>
- Sholihah, U., & Mubarak, D. A. (2016). Analisa Pemahaman Integral Tak Tentu Berdasarkan Teori Apos(Action, Process, Object, Scheme) pada mahasiswa Tadris Matematika (TMT) IAIN Tulungagung. *Cendekia*, 123-136.
- Utari, R. S., & Utami, A. (2020). Kemampuan Pemahaman Konsep dalam Mengidentifikasi Penyelesaian Soal Integral Tak Tentu dan Tentu. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 39-50.
- Winarsih, M., & Mampouw, H. L. (2019). Profil Pemahaman Himpunan oleh Siswa Berdasarkan Perbedaan Kemampuan Matematika Ditinjau dari Teori Apos. *Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika*, 249-260.
- Yulianah, L., Ni'mah, K., & Rahayu, D. (2020). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Berbantuan Media Schoology. *Jurnal Derivat*, 39-45.