

Analisis Kemampuan Pemahaman Matematis Siswa SMK Berdasarkan Teori APOS pada Materi Persamaan dan Fungsi Kuadrat

Ismi Ardiantari Nur Khalizah ¹, Mia Fitria ^{2*}, Dina Maulida ³

^{1,2,3} Pendidikan Matematika, Universitas Nahdlatul Ulama Kalimantan Selatan, Kabupaten Banjar, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: miafitria87@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received: August 5th, 2024

Revised: September 18th, 2024

Accepted: October 7th, 2024

Available: online October 31th, 2024

Kata Kunci:

Pemahaman matematis, sekolah menengah kejuruan, persamaan dan fungsi kuadrat, teori APOS

Keywords:

Understanding of mathematical, vocational school, quadratic equation and function, APOS theory



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan pemahaman matematis siswa dalam menyelesaikan soal pada materi persamaan dan fungsi kuadrat berdasarkan teori APOS. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif. Instrumen yang digunakan terdiri dari empat soal tes berbentuk uraian yang disusun berdasarkan teori APOS, serta pedoman wawancara. Subjek penelitian ini adalah sembilan siswa kelas XII SMK NU Martapura dari berbagai jurusan yang telah mempelajari materi persamaan dan fungsi kuadrat. Subjek dikelompokkan ke dalam tiga kategori kemampuan, yaitu tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil tes. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada subjek yang memenuhi semua tahapan teori APOS pada setiap kelompok kemampuan. Pada kelompok dengan kemampuan tinggi, seluruh subjek mampu memenuhi tahap aksi dan proses, sedangkan pada tahap objek hanya satu subjek yang memenuhi dan dua subjek lainnya tidak. Kondisi serupa terjadi pada tahap skema. Pada kelompok dengan kemampuan sedang, hanya dua subjek yang memenuhi tahap aksi, satu subjek memenuhi tahap proses, sementara tahap objek dan skema tidak terpenuhi oleh semua subjek. Kelompok dengan kemampuan rendah tidak memiliki subjek yang memenuhi semua tahapan teori APOS.

ABSTRACT

This study aims to describe students' mathematical understanding in solving problems related to quadratic equations and functions based on the APOS theory. The research method used is a descriptive qualitative approach. The instruments employed in this study consist of four essay-type test questions designed according to the APOS theory and an interview guide used for validating the students' answers. The subjects of this study were nine 12th-grade students from SMK NU Martapura across various majors who had learned about quadratic equations and functions. The subjects were categorized into three ability levels—high, medium, and low—based on their test results. The study results indicate that none of the subjects fulfilled all stages of the APOS theory across all ability groups. In the high-ability group, all subjects completed the action and process stages, while only one subject fulfilled the object stage, and two subjects did not. A similar pattern was observed in the schema stage. In the medium-ability group, only two subjects completed the action stage, one subject completed the process stage, while none of the subjects fulfilled the object and schema stages. In the low-ability group, none of the subjects completed all stages of the APOS theory.

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan jenjang pendidikan menengah yang berfokus pada penguatan pendidikan vokasional. Tujuan utama pendidikan ini adalah mempersiapkan lulusan agar siap memasuki dunia kerja berdasarkan kompetensi yang dikuasai sesuai bidang keahlian, terutama bagi lulusan yang tidak melanjutkan ke jenjang pendidikan tinggi. Pada jenjang SMK,

kompetensi matematika menjadi salah satu kompetensi dasar yang harus dimiliki oleh setiap lulusan (Restiana et al., 2019). Hal ini sejalan dengan standar kompetensi lulusan SMK, yang menyatakan bahwa lulusan diharapkan memiliki pemahaman matematika yang memadai untuk melaksanakan tugas sesuai bidang keahliannya (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018).

Menurut Diana et al. (2020), pemahaman adalah tingkat kemampuan seseorang dalam memahami konsep, situasi, dan fakta yang diketahuinya. Pemahaman mengacu pada apa yang dapat dilakukan seseorang dengan informasi yang telah diperoleh dan diingat. Setiap individu memiliki tingkat pemahaman yang berbeda tergantung pada cara mereka memproses dan memahami konsep atau informasi yang diterima. Matematika sebagai disiplin ilmu yang terdiri dari konsep-konsep saling berkaitan, harus dipelajari secara bertahap. Pemahaman terhadap materi sebelumnya sangat penting agar siswa dapat menguasai materi baru. Sejalan dengan pendapat Radiusman (2020), matematika adalah subjek yang terstruktur secara hierarkis, di mana pengetahuan tentang suatu topik merupakan kelanjutan dari topik sebelumnya. Oleh karena itu, siswa perlu menguasai topik terdahulu sebelum mempelajari topik berikutnya.

Pemahaman matematis didefinisikan sebagai proses kognitif dalam menyerap konsep-konsep matematika secara tidak langsung, di mana siswa mampu mengaplikasikan konsep tersebut dalam penyelesaian masalah matematika (Afgani et al., 2017). Pemahaman matematis adalah kemampuan untuk mengklasifikasikan objek-objek matematika, memberikan interpretasi terhadap konsep, mengidentifikasi contoh suatu konsep, serta menjelaskan kembali konsep tersebut dengan menggunakan bahasa sendiri (Winarsih et al., 2019). Pemahaman konsep yang baik memudahkan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika, karena pemahaman konsep berperan penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan membentuk sikap positif terhadap matematika (Sakdiyah & Manoy, 2023). Oleh sebab itu, pemahaman matematis menjadi kompetensi yang sangat penting bagi siswa dalam mempelajari matematika (Honey et al., 2023).

Salah satu materi penting yang dipelajari di SMK NU Martapura adalah persamaan dan fungsi kuadrat. Materi ini mencakup ciri-ciri persamaan kuadrat, menentukan nilai fungsi kuadrat, mencari akar-akar persamaan kuadrat, dan menggambar grafik fungsi kuadrat. Untuk mempelajari materi ini, siswa juga perlu menguasai konsep sistem koordinat Kartesius yang telah diajarkan pada jenjang sebelumnya. Penguasaan konsep ini diperlukan agar siswa tidak mengalami kesulitan saat membuat grafik fungsi kuadrat. Namun, dalam praktiknya, banyak siswa mengalami kesulitan saat mempelajari materi ini. Beberapa kesulitan yang umum dihadapi siswa adalah membedakan antara variabel, koefisien, dan konstanta; menggambar grafik fungsi kuadrat; serta kurangnya partisipasi aktif siswa dalam pembelajaran. Menurut Honey et al. (2023), kesulitan belajar persamaan kuadrat meliputi pemahaman karakteristik persamaan kuadrat, menentukan akar-akar persamaan kuadrat, dan kesalahan dalam perhitungan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemahaman matematis siswa SMK NU Martapura yang telah mempelajari materi persamaan dan fungsi kuadrat, dengan menggunakan teori APOS sebagai kerangka analisis. Teori APOS merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengategorikan cara berpikir siswa mengenai konsep matematika (Azira et al., 2023). Teori APOS adalah alat analisis yang dapat menggambarkan bagaimana pengetahuan matematika terbentuk dalam diri seseorang, serta dapat digunakan untuk mengukur apakah pemahaman konsep siswa telah mencapai tahap tertentu (Vebianti et al., 2022). Dinullah & Ernawati (2021) menambahkan bahwa teori APOS dapat menjadi kerangka kerja dalam menjelaskan cara individu mengonstruksi pemahaman terhadap konsep matematika. Selain itu, teori ini juga dapat digunakan untuk membandingkan tingkat keberhasilan atau kegagalan siswa dalam membentuk konstruksi mental terhadap konsep matematika (Handayani et al., 2021).

Pengembangan konsep dalam matematika merupakan hasil dari konstruksi dan rekonstruksi terhadap aksi, proses, objek, dan skema yang kemudian disusun untuk memecahkan masalah. Berdasarkan konstruksi mental ini, teori tersebut dinamakan teori APOS (Santos, 2019). Teori APOS mengasumsikan bahwa pengetahuan matematika seseorang terbentuk melalui interaksi sosial dan hasil dari konstruksi mental berupa aksi, proses, objek, dan skema (Fitria et al., 2024). Apabila siswa telah melalui tahap aksi, proses, objek, dan skema, maka pengetahuan matematis mereka dapat dikatakan terbentuk dengan baik (Fitria, 2020). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman matematis siswa SMK NU Martapura dalam menyelesaikan soal-soal persamaan dan fungsi kuadrat berdasarkan teori APOS.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Subjek penelitian adalah sembilan siswa kelas XII SMK NU Martapura yang telah mempelajari

materi persamaan dan fungsi kuadrat. Pemilihan subjek dilakukan berdasarkan rekomendasi dari guru matematika di sekolah tersebut. Peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam penelitian ini, sedangkan instrumen pendukung yang digunakan meliputi tes pemahaman matematis dan pedoman wawancara. Tes pemahaman matematis disusun berdasarkan tahapan pada teori APOS dan terdiri atas empat soal berbentuk uraian. Soal uraian dipilih karena soal uraian memberikan petunjuk yang lebih jelas mengenai bentuk dan kualitas proses berpikir siswa (Wachidah et al., 2021).

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data menggunakan instrumen tes, reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data penelitian berupa hasil tes pemahaman matematis siswa kelas XII. Data hasil tes diurutkan dari nilai tertinggi hingga terendah, kemudian dikategorikan ke dalam tiga kelompok kemampuan: tinggi, sedang, dan rendah. Pengelompokan ini dilakukan dengan membagi jumlah seluruh siswa kelas XII menjadi tiga bagian. Setiap kelompok kemampuan diwakili oleh tiga siswa. Tiga siswa dari kelompok kemampuan tinggi ditetapkan sebagai subjek T1, T2, dan T3. Tiga siswa dari kelompok kemampuan sedang ditetapkan sebagai subjek S1, S2, dan S3. Sementara itu, tiga siswa dari kelompok kemampuan rendah ditetapkan sebagai subjek R1, R2, dan R3.

Data hasil tes dari setiap kelompok subjek dianalisis menggunakan beberapa indikator berdasarkan tahapan pada teori APOS yang disajikan dalam Tabel 1. Kesimpulan yang menggambarkan tingkat pemahaman matematis siswa ditarik dari hasil analisis masing-masing subjek pada setiap kelompok kemampuan. Hasil wawancara dengan subjek dari setiap kelompok kemampuan digunakan sebagai data tambahan untuk memperoleh informasi yang tidak dapat diperoleh dari lembar jawaban tes. Data dari wawancara juga berfungsi untuk memperkuat temuan-temuan yang diperoleh dari hasil tes pemahaman matematis.

Tabel 1. Indikator Pemahaman Matematis Berdasarkan Teori APOS

Tahap	Indikator
Aksi	1. Menentukan dan menjelaskan bentuk dari persamaan kuadrat. 2. Menentukan nilai fungsi dari persamaan kuadrat.
Proses	1. Memilih metode yang tepat untuk menemukan akar dari fungsi kuadrat. 2. Menentukan titik-titik penting yang digunakan untuk menggambarkan grafik fungsi kuadrat.
Objek	1. Menentukan persamaan kuadrat berdasarkan hasil jumlah dan hasil kali akar persamaan kuadrat dan bentuk grafik fungsi dari persamaan kuadrat. 2. Menentukan nilai kombinasi penjumlahan akar-akar persamaan kuadrat.
Skema	1. Menggunakan konsep pada sistem koordinat kartesius untuk mengidentifikasi titik-titik yang membentuk grafik fungsi kuadrat. 2. Membuat fungsi kuadrat dari grafik fungsi yang terbentuk berdasarkan titik-titik penting yang ditemukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pada Tabel 2 ini menunjukkan subjek dari setiap kelompok kemampuan (tinggi, sedang, dan rendah) yang memenuhi dengan benar seluruh tahapan pada teori APOS.

Tabel 2. Subjek yang Memenuhi Tahapan Teori APOS dengan Benar

Tahap	Kelompok Kemampuan								
	Tinggi			Sedang			Rendah		
Tahap	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Aksi	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-
Proses	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-
Objek	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Skema	-	✓	-	-	-	-	-	-	-

Tahap Aksi

Aksi merupakan transformasi dari objek matematika yang dilakukan seseorang dengan menggunakan langkah demi langkah prosedur dan operasi (Afgani et al., 2017). Hasil kerja siswa pada

tahap aksi dalam menyelesaikan soal hanya sebatas pada aktivitas prosedural dan penerapan algoritma yang ada (Natalia et al., 2017). Berikut adalah deskripsi dari pemahaman matematis subjek untuk tahap aksi di tiap kelompok kemampuan berdasarkan teori APOS.

a. Kelompok Kemampuan Tinggi.

Pada soal nomor 1 T1, T2, dan T3 dapat menentukan dari persamaan yang diberikan mana yang merupakan persamaan kuadrat dan bukan persamaan kuadrat. Ketiga subjek dapat memberikan penjelasan dari setiap persamaan yang ada baik itu persamaan kuadrat dan yang bukan persamaan kuadrat. Ketiga subjek dapat menentukan nilai fungsi pada persamaan yang dipilih sebagai persamaan kuadrat dengan langkah serta perhitungan yang benar. Jadi dapat dikatakan bahwa subjek T1, T2, dan T3 memenuhi tahap aksi dengan benar.

b. Kelompok Kemampuan Sedang.

Pada soal nomor 1 S1, S2, dan S3 dapat membedakan persamaan yang mana persamaan kuadrat dan bukan persamaan kuadrat dan dapat memberikan alasan untuk setiap persamaan yang ada. S1 dan S2 dapat menentukan nilai fungsi pada persamaan yang dipilih sebagai persamaan kuadrat dengan langkah serta perhitungan yang benar sedangkan S3 tidak mengerjakan untuk nilai fungsi tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa subjek S1 dan S2 memenuhi tahap aksi dengan benar sedangkan S3 tidak memenuhi tahap aksi.

c. Kelompok Kemampuan Rendah.

Pada soal nomor 1, subjek R1 dapat menentukan yang mana persamaan kuadrat dan yang bukan persamaan kuadrat serta dapat memberikan alasan yang benar untuk masing-masing persamaan akan tetapi tidak menghitung nilai fungsi dari persamaan yang dipilih sebagai persamaan kuadrat. Subjek R2 hanya beberapa persamaan yang dapat dibedakan mana persamaan kuadrat dan bukan persamaan kuadrat akan tetapi pemberian alasan masih ada yang kurang tepat. Subjek R3 tidak mengerjakan soal tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa subjek R1, R2, dan R3 tidak dapat memenuhi tahap aksi dengan benar.

Tahap Proses

Jika siswa berpikirnya hanya pada konsep matematika yang dipelajarinya kemudian ditandai dengan munculnya kemampuan siswa membahas konsep tersebut maka dikatakan siswa telah memenuhi tahapan proses (Wahyuningsih et al., 2019). Proses terbentuk karena aksi yang berulang dan melakukan refleksi terhadap aksi tersebut (Isnani et al., 2022). Berikut adalah deskripsi dari pemahaman matematis subjek untuk tahap proses di tiap kelompok kemampuan berdasarkan teori APOS.

a. Kelompok Kemampuan Tinggi.

Pada soal nomor 2, subjek T1, T2, dan T3 dapat menentukan akar persamaan dari fungsi kuadrat dengan menggunakan rumus yang kemudian langkah-langkah pengerajan dan perhitungannya dilakukan dengan benar. Ketiga subjek juga dapat menentukan titik penting seperti titik potong di sumbu x setelah mendapatkan akar persamaan kuadrat, titik potong di sumbu y dengan menggunakan konsep nilai fungsi dan titik puncak dengan perhitungan dan langkah yang benar. Karena dapat menemukan titik-titik penting tersebut, maka ketiga subjek dapat membuat grafik fungsi kuadrat dengan benar. Jadi dapat dikatakan bahwa subjek T1, T2, dan T3 memenuhi tahap proses dengan benar.

b. Kelompok Kemampuan Sedang.

Pada soal nomor 2, subjek S1 dapat menentukan akar persamaan dari fungsi kuadrat dengan rumus yang diproses dengan langkah serta perhitungan yang benar sehingga memperoleh hasil yang benar. S1 juga dapat menentukan titik-titik penting seperti titik potong di sumbu x yang diperoleh dari akar persamaan kuadrat dan titik puncak dengan perhitungan yang benar. S2 dan S3 dapat menentukan akar persamaan dari fungsi kuadrat dengan cara yang berbeda. S2 menggunakan rumus sedangkan S3 menggunakan metode pemfaktoran. Kedua subjek mengerjakan dengan cara langkah serta perhitungan yang benar sehingga memperoleh hasil yang benar. Akan tetapi kedua subjek tidak membuat grafik fungsi kuadrat yang diminta. Jadi dapat dikatakan bahwa S1 memenuhi tahap proses dengan benar sedangkan S2 dan S3 tidak memenuhi tahap proses.

c. Kelompok Kemampuan Rendah.

Pada soal nomor 2, baik subjek R1, R2, dan R3 tidak mengerjakan soal tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa ketiga subjek tidak memenuhi tahap proses.

Tahap Objek

Objek merupakan penerapan dari aksi dan proses sebagai bentuk pemahaman terhadap suatu konsep matematika (Fitria, 2020). Berikut adalah deskripsi dari pemahaman matematis subjek untuk tahap objek di tiap kelompok kemampuan berdasarkan teori APOS.

a. Kelompok Kemampuan Tinggi.

Pada soal nomor 3, Subjek T1 dapat membuat persamaan kuadrat dari hasil jumlah dan hasil kali akar persamaan kuadrat sehingga pada akhirnya juga diperoleh akar persamaan kuadrat yang benar. T1 juga dapat menentukan bentuk dari grafik fungsi apakah terbuka ke atas, ke bawah, ke kiri atau ke kanan berdasarkan koefisien dari variabel dengan pangkat tertinggi. Karena diperoleh akar persamaan yang benar, T1 dapat menentukan penjumlahan dari kombinasi akar persamaan kuadrat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa subjek T1 memenuhi tahap objek dengan benar. Sedangkan subjek T2 dan T3 tidak dapat membuat persamaan kuadrat dari hasil jumlah dan hasil kali akar persamaan yang diketahui. Sehingga untuk seterusnya seperti menentukan akar persamaan kuadrat, bentuk grafik kuadrat dan hasil kombinasi penjumlahan akar persamaan kuadrat mendapatkan hasil yang salah untuk T2 sedangkan untuk T3 tidak mengerjakan. Jadi dapat dikatakan hanya T1 yang memenuhi tahap objek dengan benar dan T2 serta T3 tidak dapat memenuhi tahap objek.

b. Kelompok Kemampuan Sedang.

Pada soal nomor 3, subjek S1 tidak mengerjakan soal tersebut. Sedangkan S2 dan S3 mengerjakan sampai diperoleh bentuk persamaan kuadrat. Akan tetapi ada beberapa langkah yang salah dalam membentuk persamaan kuadrat dari hasil jumlah dan hasil kali akar-akar persamaan kuadrat sehingga persamaan kuadrat yang dihasilkan pun salah yang berakibat pada akar-akar persamaan kuadrat juga salah sehingga tidak melanjutkan untuk membuat grafik fungsi kuadrat. Jadi dapat dikatakan bahwa S1, S2 dan S3 tidak memenuhi tahap objek.

c. Kelompok Kemampuan Rendah.

Pada soal nomor 3, baik subjek R1, R2, dan R3 tidak mengerjakan soal tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa ketiga subjek tidak memenuhi tahap objek.

Tahap Skema

Apabila siswa mampu untuk melakukan perancangan dan menyelesaikan permasalahan matematika menggunakan aksi, proses, objek serta skema lain yang mempunyai keterkaitan dengan konsep matematika yang sedang dihadapi maka dapat dikatakan siswa telah mencapai tahap skema (Wahyuningsih et., 2019). Skema suatu konsep matematika merupakan sekumpulan aksi, proses, objek, dan skema lainnya yang berhubungan dengan prinsip-prinsip umum untuk membuat suatu kerangka kerja yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan konsep tersebut (Windasari et al., 2020). Berikut adalah deskripsi dari pemahaman matematis subjek untuk tahap skema di tiap kelompok kemampuan berdasarkan teori APOS.

a. Kelompok Kemampuan Tinggi.

Pada soal nomor 4, subjek T1 salah dalam menentukan titik-titik mana saja yang dapat membentuk satu grafik fungsi kuadrat sehingga untuk menentukan akar persamaan dan titik puncak tidak dapat ditentukan dengan benar yang juga berakibat pada tidak dapat dibentuknya fungsi kuadrat yang benar. Sedangkan T2 dapat menentukan titik-titik yang dapat membentuk grafik fungsi kuadrat yang benar sehingga dapat menentukan akar persamaan dan titik puncak dari grafik fungsi kuadrat tersebut. Selain itu, T2 dapat membentuk fungsi kuadrat yang benar dari titik-titik tersebut. Subjek T3 tidak mengerjakan soal tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa hanya T2 yang memenuhi tahap skema dengan benar sedangkan T1 dan T3 tidak memenuhi tahap skema.

b. Kelompok Kemampuan Sedang.

Pada soal nomor 4, baik subjek S1, S2, dan S3 tidak mengerjakan soal tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa ketiga subjek tidak memenuhi tahap skema.

c. Kelompok Kemampuan Rendah.

Pada soal nomor 4, baik subjek R1, R2, dan R3 tidak mengerjakan soal tersebut. Jadi dapat dikatakan bahwa ketiga subjek tidak memenuhi tahap skema.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian, pada kelompok kemampuan tinggi diperoleh bahwa semua subjek memenuhi tahap aksi dan proses, namun tidak semua subjek memenuhi tahap objek dan skema. Subjek T1 memenuhi tahap aksi, proses, dan objek, sementara subjek T2 memenuhi tahap aksi, proses,

dan skema. Subjek T3 hanya memenuhi tahap aksi dan proses. Ketidakterpenuhan tahap objek disebabkan oleh kesalahan perhitungan saat menentukan persamaan kuadrat dari hasil jumlah dan hasil kali akar-akar persamaan kuadrat. Hal ini menunjukkan bahwa soal jenis ini memerlukan pemahaman konsep yang baik tentang hubungan antara akar-akar persamaan kuadrat dan persamaan itu sendiri. Kesalahan pada tahap ini menyebabkan subjek tidak dapat memastikan kebenaran hasil selanjutnya, karena menggambar grafik fungsi memerlukan persamaan kuadrat yang benar untuk menghasilkan akar persamaan yang tepat. Adapun ketidakterpenuhan tahap skema disebabkan oleh kesalahan pemilihan titik koordinat oleh subjek, sehingga grafik fungsi kuadrat yang dihasilkan tidak simetris. Sebagian subjek juga tidak mengerjakan soal, yang turut menyebabkan ketidakterpenuhan tahap teori APOS.

Pada kelompok kemampuan sedang, terdapat dua subjek yang memenuhi tahap aksi dan satu subjek yang memenuhi tahap proses. Subjek S1 mampu memenuhi tahap aksi dan proses dengan baik, sedangkan S2 hanya memenuhi tahap aksi, dan S3 tidak memenuhi satupun tahap pada teori APOS. Ketidakterpenuhan tahap aksi disebabkan oleh kegagalan subjek dalam menghitung nilai fungsi, meskipun semua subjek mampu mengidentifikasi persamaan kuadrat yang diberikan. Ketidakterpenuhan tahap proses terjadi karena subjek tidak membuat grafik fungsi kuadrat, meskipun mereka telah mampu menentukan akar-akar persamaan kuadrat. Adapun ketidakterpenuhan tahap objek disebabkan oleh kesalahan langkah dalam menentukan persamaan kuadrat, sehingga akar-akar yang diperoleh juga salah. Akibatnya, subjek tidak dapat membuat grafik fungsi yang diminta. Selain itu, beberapa subjek tidak mengerjakan soal pada tahap ini, sehingga tahap skema juga tidak terpenuhi.

Pada kelompok kemampuan rendah, tidak ada subjek yang mampu memenuhi semua tahap pada teori APOS. Sebagian besar subjek bahkan tidak mengerjakan soal, terutama pada tahap proses, objek, dan skema. Hanya satu subjek yang mampu memenuhi tahap aksi. Ketidakterpenuhan tahap aksi disebabkan oleh kegagalan subjek dalam mengidentifikasi persamaan kuadrat secara menyeluruh. Beberapa subjek yang berhasil mengidentifikasi persamaan tetap tidak dapat menyelesaikan soal hingga tahap menggambar grafik fungsi kuadrat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa subjek pada kelompok kemampuan rendah dan sebagian subjek dari kelompok kemampuan sedang mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar persamaan kuadrat, menentukan nilai fungsi kuadrat, akar persamaan, serta menggambar grafik fungsi kuadrat. Kesulitan utama meliputi menentukan persamaan kuadrat dari hasil jumlah dan hasil kali akar, serta mengidentifikasi grafik fungsi kuadrat dari titik-titik koordinat yang diberikan. Sebagian besar subjek hanya mampu menggambar grafik fungsi dari persamaan kuadrat yang telah diketahui sebelumnya, terutama subjek dari kelompok kemampuan tinggi dan satu subjek dari kelompok kemampuan sedang. Hanya satu subjek dari kelompok kemampuan tinggi yang mampu menentukan persamaan kuadrat dan menggambar grafik fungsi kuadrat dengan benar dari hasil jumlah dan hasil kali akar persamaan kuadrat yang diberikan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Honey et al. (2023), yang menemukan bahwa kesulitan utama siswa dalam menyelesaikan soal persamaan kuadrat adalah kurangnya pemahaman terhadap konsep dasar persamaan kuadrat, terutama dalam menentukan akar-akar dan karakteristik persamaan kuadrat. Selain itu, penelitian oleh Radiusman (2020) juga mengungkapkan bahwa salah satu kendala utama siswa dalam memahami konsep persamaan kuadrat adalah kesalahan dalam proses perhitungan dan kurangnya pengalaman dalam menyelesaikan soal dengan variasi tertentu. Namun, hasil ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Afgani et al. (2017), di mana pada penelitian mereka siswa dengan kemampuan tinggi mampu memenuhi seluruh tahap APOS karena telah terbiasa menghadapi soal-soal dengan berbagai jenis variasi.

Dari wawancara yang dilakukan, diketahui bahwa ketidakterpenuhan tahap teori APOS sebagian besar disebabkan oleh ketidakpahaman subjek terhadap soal, terutama soal pada tahap objek dan skema yang disajikan dalam format berbeda dari yang biasa mereka temui. Hal ini menyebabkan subjek kesulitan dalam menyelesaikan soal. Ketidakpahaman terhadap tipe soal ini mengindikasikan bahwa siswa membutuhkan lebih banyak latihan soal dengan variasi berbeda agar terbiasa menghadapi berbagai bentuk permasalahan matematis. Selain itu, ketidaktelitian dalam perhitungan dan kebutuhan waktu tambahan untuk memahami soal juga menjadi penyebab ketidakterpenuhan tahap pada teori APOS. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sakdiyah & Manoy (2023), yang menyebutkan bahwa ketidaktelitian dan kurangnya latihan soal menyebabkan kesulitan siswa dalam menyelesaikan permasalahan matematika.

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkuat konsep dalam teori APOS bahwa pemahaman konsep matematis tidak hanya bergantung pada tahap aksi dan proses, tetapi juga pada kemampuan siswa dalam mengonstruksi objek dan skema secara komprehensif. Hasil ini memberikan kontribusi

bagi pengembangan teori APOS dengan menekankan pentingnya latihan soal yang bervariasi sebagai sarana untuk memperkuat konstruksi mental siswa terhadap konsep matematika.

Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan implikasi bagi guru matematika, khususnya di tingkat SMK. Guru diharapkan dapat menyediakan soal dengan tingkat kesulitan yang bervariasi dan menyajikan soal dalam berbagai bentuk yang berbeda dari soal-soal konvensional, sehingga siswa terbiasa menghadapi soal dengan berbagai format. Selain itu, guru perlu memberikan penekanan pada ketelitian perhitungan dan penguatan konsep dasar persamaan kuadrat serta memberikan waktu tambahan bagi siswa untuk memahami konsep tersebut. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman matematis siswa, yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan kemampuan berpikir kritis dan problem solving mereka.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan teori APOS, diperoleh kesimpulan bahwa pemahaman matematis siswa SMK NU Martapura, baik dari kelompok kemampuan tinggi, sedang, maupun rendah, belum sepenuhnya memenuhi semua tahap pada teori APOS. Pada kelompok kemampuan tinggi, semua subjek memenuhi tahap aksi dan proses, namun hanya satu subjek yang mampu memenuhi tahap objek dan skema secara terpisah. Pada kelompok kemampuan sedang, dua subjek memenuhi tahap aksi, satu subjek memenuhi tahap proses, dan satu subjek lainnya tidak memenuhi satupun tahap pada teori APOS. Adapun pada kelompok kemampuan rendah, tidak ada subjek yang memenuhi semua tahap teori APOS. Penyebab utama ketidakpenuhan tahap-tahap pada teori APOS adalah siswa tidak mengerjakan soal atau item pertanyaan tertentu. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa alasan siswa tidak mengerjakan soal adalah karena mereka tidak memahami soal yang diberikan, sehingga mengalami kesulitan dalam menyelesaiakannya. Kesulitan ini mengindikasikan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih bervariasi dan menekankan pada penguatan pemahaman konsep.

Sebagai saran, guru yang mengajarkan materi persamaan dan fungsi kuadrat disarankan untuk menggunakan media pembelajaran interaktif dan model pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan minat belajar siswa terhadap matematika. Selain itu, guru perlu memberikan soal-soal yang bervariasi, termasuk soal nonrutin atau soal dengan tingkat kesulitan tinggi, agar siswa terbiasa menghadapi berbagai bentuk soal. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait analisis kemampuan pemahaman matematis siswa menggunakan teori APOS pada soal-soal HOTS (Higher Order Thinking Skills) atau pada materi yang dianggap sulit oleh siswa. Selain itu, penelitian berikutnya dapat mengembangkan bahan ajar berbasis teori APOS sebagai sumber belajar tambahan bagi siswa untuk memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep matematika.

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. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012056>
- Azira, M., Hasbi, M., & Umam, K. (2023). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Berdasarkan Teori APOS pada Materi Aritmatika Sosial Kelas VIII SMP Negeri 1 Ingin Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Matematika*, 8(1), 96–104. <https://jim.usk.ac.id/pendidikan-matematika/article/download/26267/12303>
- Diana, P., Marethi, I., & Pamungkas, A. S. (2020). Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa: Ditinjau Dari Kategori Kecemasan Matematik. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 4(1), 24–32. <https://journal.unsika.ac.id/index.php/supremum/article/view/2033/pdf/>
- Dinullah, R. N. I., & Ernawati. (2021). Jurnal Terapan Sains & Teknologi ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP BERDASARKAN TAHAPAN APOS PESERTA DIDIK PADA SISTEM PERSAMAAN LINEAR DUA VARIABEL. *RAINSTEK (Jurnal Terapan Sains & Teknologi)*, 3(4), 282–295. <https://ejournal.unikama.ac.id/index.php/jst/article/view/6335/3340>
- Fitria, M. (2020). KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MAHASISWA DALAM PENYELESAIAN SOAL INTEGRAL BERDASARKAN TEORI APOS. *DE_JOURNAL (Dharmas Education Journal)*, 1(1), 48–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.56667/dejournal.v1i1.59>
- 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), 25–31. <https://doi.org/https://doi.org/10.69959/nujess.v1i1.17>

- Handayani, K. I., Damris, M., & Kamid. (2021). Pemahaman Siswa pada Materi Fungsi Kuadrat dan Fungsi Rasional Berdasarkan Teori APOS ditinjau dari Gaya Kognitif Field Dependence dan Field Independence. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(02), 1650–1660. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.659>
- Honey A, C. A., Jamiah, Y., & Halini. (2023). KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS PADA MATERI PERSAMAAN KUADRAT KELAS IX SMP. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 4(1), 74–85. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.26418/ja.v4i1.66556>
- Isnani, I., Waluya, S. B., Dwijanto, D., & Asih, T. S. N. (2022). "Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Mahasiswa Berbasis Teori APOS Pada Pembelajaran Matematika". Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Universitas Negeri Semarang, 546–549. <http://pps.unnes.ac.id/pps2/prodi/prosiding-pascasarjana-unnes>
- Natalia, S. S., Sujatmika, P., & Chrisnawati, H. E. (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 (JPMM)*, 1(5), 104–117.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2018). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2018 tentang Standar Nasional Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan / Madrasah Aliyah Kejuruan. [Online]. Tersedia di: <https://repository.kemdikbud.go.id/10826/1/Standar%20Nasional%20Pendidikan%20SMK%20dan%20MAK.pdf>
- Radiusman, R. (2020). STUDI LITERASI: PEMAHAMAN KONSEP ANAK PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.24853/fbc.6.1.1-8>
- Restiana, N., Fathurrahman, M., & Nindiasari, H. (2019). Materi Kompetensi Matematika Lulusan SMK dan Kebutuhan Dunia Industri. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 45–55. <https://doi.org/10.30656/gauss.v2i1.1430>
- Sakdiyah, H., & Manoy, J. T. (2023). UNDERSTANDING THE CONCEPT OF ALGEBRAIC FORM USING APOS THEORY IN TERMS OF PERSONALITY TYPE. *Jurnal Pendidikan Matematika (JUPITEK)*, 6(2), 93–107. <https://doi.org/10.30598/jupitekvol6iss2pp93-107>
- Santos, E. M. (2019). "A look into students' conceptual understanding of the definite integral via the APOS model". AIP Conference Proceedings, 2194. <https://doi.org/10.1063/1.5139842>
- Veianti, F. M., Sunardi, Suwito, A., Trapsilasiwi, D., & Oktavianingtyas, E. (2022). Analysis of Geometry Problem Solving Based on APOS Theory for Class IX Students. *Journal of Education and Learning Mathematics Research (JELMaR)*, 3(1), 33. <https://doi.org/10.37303/jelmar.v3i1.69>
- Wachidah, L. R., Laila, Y., Irmawati, A., & Amin, S. (2021). Implementasi Penggunaan Tes Essay dalam Evaluasi Pembelajaran Daring pada Siswa Kelas VII SMP Negeri 1 Tlanakan. *GHANCARAN: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 16–26. <https://doi.org/10.19105/ghancaran.vi.5274>
- Wahyuningsih, H., Chairun Nissa, I., & Yuntawati. (2019). Media Pendidikan Matematika Program Studi Pendidikan Matematika FPMIPA IKIP MATARAM Analisis Kemampuan Siswa Dalam Memahami Konsep Sistem Persamaan Linier Tiga Variabel (SPLTV) Berdasarkan Teori APOS. *Media Pendidikan Matematika*, 7(1), 36–50. <http://ojs.ikipmataram.ac.id/index.php/jmpm>
- Winarsih, M., Helti, D., & Mampouw, L. (2019). Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika Profil Pemahaman Himpunan oleh Siswa Berdasarkan Perbedaan Kemampuan Matematika Ditinjau dari Teori APOS. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2). <http://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/mosharafa>
- Windasari, I. Y., Prasetyowati, D., Shodiqin, A., & PGRI Semarang, U. (2020). Analisis Pemahaman Konsep Berdasarkan Teori Apos pada Materi Barisan Geometri di Kelas XI SMA Negeri 1 Godong. *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2(5), 417–427. <https://journal.upgris.ac.id/index.php/imajiner/article/download/6664/3572>