

Perbandingan Kemampuan Berfikir Kreatif Matematis Mahasiswa yang Belajar Menggunakan Teori M-APOS dan Model Knisley

Isnurani^{1✉}, Ilmadi²

^{1,2} Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pamulang Tangerang Selatan
dosen01193@unpam.ac.id

Abstract

This study aims to compare the mathematical creative thinking abilities of students who receive instruction using the M-APOS theoretical model and those who learn through the Knisley model. The main focus of this research is to determine which instructional model is more effective in enhancing students' mathematical creative thinking skills in the Abstract Algebra course. This study falls under the category of quasi-experimental research with a Randomized Control Group Only Design, in which research subjects were randomly selected and divided into two groups: the experimental group and the control group. The population in this study consists of mathematics students from the Faculty of Mathematics and Natural Sciences (FMIPA) at Pamulang University who are currently taking the Abstract Algebra course. The research instrument used was a written test specifically designed to measure students' mathematical creative thinking ability. The data obtained were analyzed using a t-test statistical method to determine the significance of differences between the two groups. The results showed that the average score of mathematical creative thinking ability in the experimental class was 75.25, which was higher than the control class's average score of 67.50. The hypothesis test was conducted with a 95% confidence level, resulting in a tcount value of 2.870, which is greater than the ttable value of 1.005. Therefore, it can be concluded that the M-APOS theoretical learning model is significantly more effective in improving students' mathematical creative thinking abilities compared to the Knisley model. These findings can serve as a basis for considering the implementation of the M-APOS model in mathematics instruction, particularly for abstract subjects such as Abstract Algebra.

Keywords: M-APOS Theory, Knisley Model, and Mathematical Creative Thinking.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan berpikir kreatif matematis mahasiswa yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model teori M-APOS dan model Knisley. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model pembelajaran mana yang lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis mahasiswa pada mata kuliah Aljabar Abstrak. Penelitian ini termasuk dalam kategori eksperimen semu dengan desain Randomized Control Group Only Design, di mana subjek penelitian dipilih secara acak dan dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa program studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Pamulang yang sedang menempuh mata kuliah Aljabar Abstrak. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes tertulis yang dirancang khusus untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif matematis mahasiswa. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik t-test untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara kedua kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan berpikir kreatif matematis pada kelas eksperimen sebesar 75,25, lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang memperoleh nilai rata-rata 67,50. Uji hipotesis dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95%, menghasilkan nilai thitung sebesar 2,870 yang lebih besar dari ttabel sebesar 1,005. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis Teori M-APOS secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis mahasiswa dibandingkan dengan model Knisley. Hasil ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk mempertimbangkan penerapan model M-APOS dalam proses pembelajaran matematika, khususnya pada materi-materi yang bersifat abstrak seperti Aljabar.

Kata kunci: Teori M-APOS, Model Knisley, Berfikir Kreatif Matematis

Copyright (c) 2025 Isnurani, Ilmadi

✉ Corresponding author: Isnurani

Email Address: dosen01193@unpam.ac.id (Universitas Pamulang Tangerang Selatan)

Received 23 April 2025, Accepted 08 May 2025, Published 20 May 2025

DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v9i2.4013>

PENDAHULUAN

Mata kuliah aljabar abstrak atau dengan istilah lain struktur aljabar adalah salah satu cabang

ilmu matematika yang menuntut mahasiswa mampu berfikir secara abstrak. Beberapa materi yang dipelajari pada mata kuliah ini adalah operasi biner, grup, sub grup hingga ring dan homomorfisme ring, dan tidak sedikit mahasiswa yang menyatakan bahwa mata kuliah ini harus menyertakan pemikiran tingkat lanjut dan akan terkendala dalam memahaminya jika mereka tidak punya kemampuan tersebut ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Grace Amelia Gultom et al, (dalam Damanik et al., 2025). Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa program sarjana matematika atau Pendidikan matematika (Gultom et al., 2025). Kesulitan ini tidak hanya disebabkan oleh rumitnya materi saja namun kemampuan berfikir matematis tingkat lanjut belum sepenuhnya terasah. Salah satu kemampuan matematis lanjutannya yang harus mereka kembangkan khususnya bagi mahasiswa program studi matematika atau Pendidikan matematika adalah kemampuan berfikir kreatif.

Berfikir kreatif matematis adalah aspek penting yang harus dimiliki mahasiswa dalam proses pembelajaran (Fitriani & Hella Jusra, 2024; Salimatul & Noriza, 2024). Berfikir kreatif matematis adalah cara berfikir logis dalam menyelesaikan persoalan matematis (Supena & Hariyadi, 2021), sejalan dengan yang disampaikan Siwono (dalam Riska Amelia Sari & Subhan Ajiz Awalludin, 2024) dan (Febrianingsih, 2022; Hormadia & Putra, 2021) juga menjelaskan bahwa berfikir kreatif matematis adalah suatu proses guna menciptakan ide dengan membangun pengalaman yang sudah ada sebelumnya. (Ndiung, 2019) dan (Aji et al., 2024; Sugandi & Bernard, 2022) memaparkan bahwa untuk dapat berfikir secara kreatif, mahasiswa harus mampu mengembangkan kebiasaan berfikir yang ada serta mampu menyertakan cara berfikir baru.

Mahasiswa dikatakan telah memiliki kemampuan berfikir kreatif matematis apabila indikator-indikator kemampuan tersebut telah mereka miliki, dimana indikator kemampuan yang dimaksud adalah 1) berfikir lancar (*fluency*), 2) berfikir luwes (*flexibility*), 3) berfikir orisinal (*originalty*), dan 4) berfikir terperinci (*elaboration*) (Munandar dalam Riska Amelia Sari & Subhan Ajiz Awalludin, 2024); (Annuuru et al., 2019; Arista Tri Anindayati & Wahyudi, 2020; Fauzi et al., 2019; Maryani et al., 2019; Widodo et al., 2020; Widya Wanelly & Ahmad Fauzan, 2020)

Hasil obeservasi dilapangan ditemukan bahwa rata-rata mahasiswa masih terkenda dalam menyelesaikan persoalan matematis yang menuntut kemampuan matematika lanjutan terutama pada kemampuan berfikir kreatif, banyak cara yang dapat dilakukan oleh pendidik dalam memotivasi mahasiswa guna membangun konsep berfikir matematis lanjut, salah satunya dengan menggunakan model pembelajaran, diantara model pembelajaran yang dapat digunakan adalah model pembelajaran berbasis teori APOS.

Anwar, et., al (dalam Ratri Rahayu et al., 2024) menjelaskan bahwa teori APOS cara yang dapat digunakan untuk memahami bagaimana mahasiswa mempelajari topik matematik, struktur mental pada pembelajaran APOS dapat menggambarkan cara berfikir seseorang Ketika memecahkan masalah matematis (Petrovna & Semenovna, 2016). struktur mental APOS dapat digunakan untuk mewujudkan dan membentuk proses pemecahan masalah matematis (Borji et al., 2018; Borji & Planell, 2020;

Hidayatullah, 2019; Sutarto et al., 2025). Struktur mental apos yang dimasud adalah Aksi, Proses, Objek dan Skema (Ratri Rahayu et al., 2024).

Menurut Nurlelah (Lestari, 2014) untuk mengatasi persoalan pada penggunaan komputer maka diperlukan alternatif aktivitas pengganti berupa pendahuluan pemberian tugas untuk mempelajari materi. Tugas yang diberikan disusun dalam suatu lembar kerja. Pada lembar kerja tersebut disusun serangkaian perintah yang memiliki peran yang sama seperti aktivitas yang dilakukan pada aktivitas di laboratorium komputer. Model pembelajaran yang memanfaatkan pemberian tugas yang disusun dalam lembar kerja sebagai panduan aktivitas mahasiswa dalam kerangka model pembelajaran APOS disebut model pembelajaran modifikasi - APOS (M-APOS).

METODE

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu dengan *randomized control group only desgn*. Dimana dalam penelitian dipilih dua kelas sampel yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas control. Kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran berdasarkan teori M-APOS sementara kelas kontrol menggunakan model pembelajaran matematika Knisley. Kelas eksperimen diberikan perlakuan dalam waktu tertentu yakni selama 7 kali pertemuan untuk materi Grup, kemudian kedua kelas diberikan pengukuran dengan menggunakan tes yang sama. Husasuhut (dalam Wike Gusnafia et al., 2024) mengatakan populasi sebagai daerah generalisasi yang terdiri dari objek. Sebelum uji Hipotesis menggunakan Uji t dilakukan uji prasyarat untuk melihat normalitas dan Homogenitas data. Prosedur penelitian terdiri dari 1) tahap persiapan, 2) tahap pelaksanaan dan 3) tahap evaluasi. Pada tahap pelaksanaan dilakukan dengan memberikan treatment berupa perkuliahan dengan menggunakan model M-APOS dan untuk kelas control tetap menggunakan model Knisley, sementara pada pada tahap evaluasi dilakukan post tests dengan menggunakan test berupa soal esay yang menuntut kemampuan berfikir kreatif matematis. Setelah itu dianalisis dengan menggunakan Uji T untuk melakukan uji hipotesis.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil

Hasil deskripsi data yang diperoleh berdasarkan test kemampuan berfikir kreatif matematis yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Hasil Deskriptif Test Kemampuan Berfikir kreatif Matematis

Kelas sampel	N	\bar{X}	X_{Min}	X_{Max}	S_i	S_i^2
Eksperimen	22	72,00	45,50	97,50	0,39	4,97
Kontrol	22	67,50	30,50	82,00	15,27	3,89

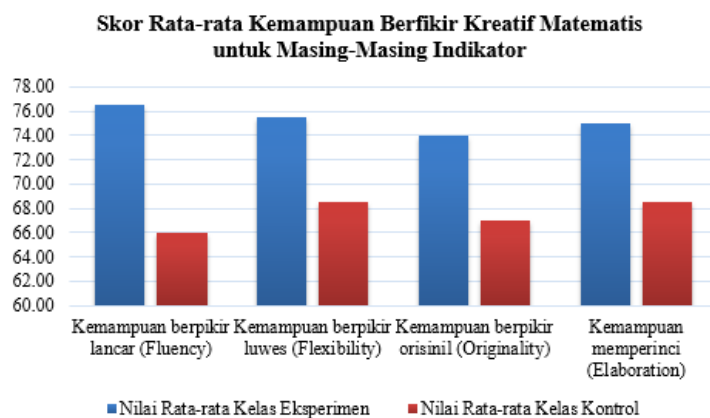
Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa rata-rata hasil tes kemampuan berfikir kreatif matematis mahasiswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata hasil test kemampuan berfikir

kreatif matematis mahasiswa pada kelas kontrol, jika dilihat nilai standar deviasi kelas eksperimen memiliki standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan standar deviasi kelas control artinya nilai kemampuan berfikir kreatif matematis mahasiswa dikelas eksperimen lebih seragam dan lebih baik dari pada kelas kontrol. Jadi dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berdasarkan teori M-APOS lebih tinggi ditinjau dari kemampuan berfikir kreatif matematis. Untuk mengukur kemampuan berfikir kreatif matematis, diukur dengan test berupa soal essay, terdiri 4 (empat) indikator kemampuan berfikir kreatif matematis. Hasil rata-rata kemampuan berfikir kreatif matematis disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2 rata-rata skor kemampuan berfikir kreatif matematis

No	Indikator	Nilai Rata-rata	
		Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	Kemampuan berpikir lancar (<i>Fluency</i>)	76,50	66,00
2	Kemampuan berpikir luwes (<i>Flexibility</i>)	75,50	68,50
3	Kemampuan berpikir orisinil (<i>Originality</i>)	74,00	67,00
4	Kemampuan memperinci (<i>Elaboration</i>)	75,00	68,50
Rata-rata		75,25	67,50

Secara jelas melalui diagram batang juga terlihat bahwa rata-rata masing-masing indikator kemampuan berfikir kreatif matematis pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata yang diperoleh mahasiswa dikelas kelas kontrol, dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. Skor rata-rata Kemampuan Berfikir Kreatif Matematis

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata skor disetiap indikator berfikir kreatif matematis untuk kelas eksperimen lebih tinggi. Lebih rinci berikut akan dijelaskan untuk masing-masing indicator, sebagai berikut.

Kemampuan Berfikir Lancar (*Fluency*)

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh temuan bahwa kemampuan berpikir lancar (*fluency*) dalam berpikir kreatif matematis mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran M-APOS lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran Knisley. Temuan ini menunjukkan bahwa model M-APOS lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan menghasilkan berbagai ide atau solusi secara fleksibel dan lancar dalam konteks pemecahan masalah matematika.

Model M-APOS (Action, Process, Object, Schema) dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme Piaget dan teori APOS oleh Dubinsky, yang menekankan pentingnya proses kognitif dalam membangun pemahaman konsep matematika. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk berpikir secara fleksibel melalui pengembangan skema yang beragam, yang menjadi landasan penting dalam berpikir kreatif (dalam) Model ini juga mendorong mahasiswa untuk mengeksplorasi berbagai strategi penyelesaian masalah sehingga memperluas kapasitas *fluency* mereka. Sebaliknya, model pembelajaran Knisley yang menitikberatkan pada langkah-langkah pemecahan masalah secara prosedural, walaupun efektif dalam membentuk pemahaman yang sistematis, kurang memberikan ruang eksplorasi ide yang luas. Akibatnya, mahasiswa yang menggunakan model ini cenderung menghasilkan solusi yang terbatas dan tidak terlalu bervariasi, sehingga skor *fluency* mereka lebih rendah dibandingkan dengan kelompok M-APOS. Penelitian ini memperkuat pandangan bahwa model pembelajaran yang mengedepankan pendekatan konseptual dan fleksibel seperti M-APOS memiliki potensi lebih besar dalam mengembangkan aspek *fluency* dari kemampuan berpikir kreatif matematis mahasiswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Guilford (1967) yang menyatakan bahwa *fluency* merupakan kemampuan untuk menghasilkan banyak ide yang relevan, dan hal tersebut dapat berkembang optimal dalam lingkungan belajar yang mendukung pemikiran bebas dan eksploratif.

1. Kemampuan Berfikir Luwes (*Flexibility*)

Berdasarkan hasil analisis data, ditemukan bahwa mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran M-APOS menunjukkan kemampuan berpikir luwes (*flexibility*) dalam berpikir kreatif matematis yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran Knisley. Temuan ini menunjukkan bahwa model M-APOS lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan mahasiswa untuk melihat berbagai pendekatan atau solusi alternatif dalam pemecahan masalah matematika.

Model M-APOS (Action, Process, Object, Schema) dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme Piaget dan teori APOS oleh Dubinsky, yang menekankan pentingnya proses kognitif dalam membangun pemahaman konsep matematika. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk berpikir secara fleksibel melalui pengembangan skema yang beragam, yang menjadi landasan penting dalam berpikir kreatif. Penelitian oleh (Shelvia Mandasari et al., 2018) menunjukkan bahwa penggunaan model M-APOS dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa, termasuk dalam aspek fleksibilitas dalam menyelesaikan masalah matematika. Sebaliknya, model pembelajaran

Knisley yang menitikberatkan pada langkah-langkah pemecahan masalah secara prosedural, walaupun efektif dalam membentuk pemahaman yang sistematis, kurang memberikan ruang eksplorasi ide yang luas. Akibatnya, mahasiswa yang menggunakan model ini cenderung menghasilkan solusi yang terbatas dan tidak terlalu bervariasi, sehingga skor fleksibilitas mereka lebih rendah dibandingkan dengan kelompok M-APOS.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Fitriani & Nurfauziah (2020) menunjukkan bahwa meskipun model Knisley dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematis mahasiswa, peningkatan tersebut lebih dominan pada aspek representasi dan kurang pada aspek abstraksi dan fleksibilitas. Dengan demikian, hasil ini memperkuat pandangan bahwa pemilihan model pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir konseptual dan fleksibel seperti M-APOS dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematis, khususnya dalam aspek fleksibilitas.

Kemampuan Berfikir Orisinil (*Originality*)

Berdasarkan hasil analisis data, ditemukan bahwa mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran M-APOS menunjukkan kemampuan berpikir orisinil (*originalitas*) dalam berpikir kreatif matematis yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran Knisley. Temuan ini menunjukkan bahwa model M-APOS lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan mahasiswa untuk menghasilkan ide-ide baru dan solusi yang unik dalam pemecahan masalah matematika.

Model M-APOS (Action, Process, Object, Schema) dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme Piaget dan teori APOS oleh Dubinsky, yang menekankan pentingnya proses kognitif dalam membangun pemahaman konsep matematika. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk berpikir secara fleksibel melalui pengembangan skema yang beragam, yang menjadi landasan penting dalam berpikir kreatif. Sejalan dengan penelitian Shelvia Mandasari et al., (2018) menunjukkan bahwa penggunaan model M-APOS dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa, termasuk dalam aspek *originalitas* dalam menyelesaikan masalah matematika. Sebaliknya, model pembelajaran Knisley yang menitikberatkan pada langkah-langkah pemecahan masalah secara prosedural, walaupun efektif dalam membentuk pemahaman yang sistematis, kurang memberikan ruang eksplorasi ide yang luas. Akibatnya, mahasiswa yang menggunakan model ini cenderung menghasilkan solusi yang terbatas dan tidak terlalu bervariasi, sehingga skor *originalitas* mereka lebih rendah dibandingkan dengan kelompok M-APOS.

Penelitian oleh Fitriani & Nurfauziah (2020) menunjukkan bahwa meskipun model Knisley dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematis mahasiswa, peningkatan tersebut lebih dominan pada aspek representasi dan kurang pada aspek abstraksi dan *originalitas*. Dengan demikian, hasil ini memperkuat pandangan bahwa pemilihan model pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir konseptual dan fleksibel seperti M-APOS dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan kemampuan berpikir kreatif matematis, khususnya dalam aspek *originalitas*.

Kemampuan Berfikir Memperinci (*Elaboration*)

Berdasarkan hasil analisis data, ditemukan bahwa mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran M-APOS menunjukkan kemampuan berpikir memperinci (*elaboration*) dalam berpikir kreatif matematis yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang belajar menggunakan model pembelajaran Knisley. Temuan ini menunjukkan bahwa model M-APOS lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan mahasiswa untuk mengembangkan ide-ide secara rinci dan mendalam dalam pemecahan masalah matematika.

Model M-APOS (*Action, Process, Object, Schema*) dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme Piaget dan teori APOS oleh Dubinsky, yang menekankan pentingnya proses kognitif dalam membangun pemahaman konsep matematika. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk berpikir secara fleksibel melalui pengembangan skema yang beragam, yang menjadi landasan penting dalam berpikir kreatif. Penelitian oleh Shelvia Mandasari et al., (2018) menunjukkan bahwa penggunaan model M-APOS dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa, termasuk dalam aspek elaborasi dalam menyelesaikan masalah matematika. Sebaliknya, model pembelajaran Knisley yang menitikberatkan pada langkah-langkah pemecahan masalah secara prosedural, walaupun efektif dalam membentuk pemahaman yang sistematis, kurang memberikan ruang eksplorasi ide yang luas. Akibatnya, mahasiswa yang menggunakan model ini cenderung menghasilkan solusi yang terbatas dan tidak terlalu bervariasi, sehingga skor elaborasi mereka lebih rendah dibandingkan dengan kelompok M-APOS. Penelitian oleh Fitriani & Nurfauziah (2020) menunjukkan bahwa meskipun model Knisley dapat meningkatkan kemampuan berpikir matematis mahasiswa, peningkatan tersebut lebih dominan pada aspek representasi dan kurang pada aspek abstraksi dan elaborasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kreatif matematis antara mahasiswa yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model teori M-APOS dan mahasiswa yang belajar dengan model Knisley. Mahasiswa yang belajar dengan model M-APOS menunjukkan hasil yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan mahasiswa yang menggunakan model Knisley, khususnya dalam mata kuliah Aljabar Abstrak. Hal ini dibuktikan melalui analisis statistik uji t dengan tingkat kepercayaan 95%, yang menunjukkan bahwa nilai thitung (2,870) lebih besar dari ttabel (1,005). Dengan demikian, model pembelajaran M-APOS terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis mahasiswa. Temuan ini memberikan implikasi bahwa model M-APOS layak untuk dipertimbangkan sebagai alternatif strategi pembelajaran dalam perkuliahan matematika, terutama pada materi yang bersifat abstrak dan konseptual seperti Aljabar Abstrak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penelitian

ini, dosen yang mata struktur aljabar, mahasiswa yang menjadi responden dalam penelitian ini, serta rekan peneliti (peneliti kedua) yang ikut andil dalam proses analisis.

REFERENSI

- Aji, S. U., Aziz, T. A., & Hidajat, F. A. (2024). *Kemampuan Berpikir Kreatif di Indonesia : Sebuah Kajian Literatur*. 6(1), 37–44.
- Annuuru, T. A., Johan, C. R., Ali, M., Maesaroh, E., Lestari, T., Utami, P., Rismawati, M. M., Sari, R. K., Sutini, Zubaidah, S., Yunita Puspitasari, A., Yuliati, Y., Chusna, P. A., Yuniati, S., Yaumi, M., Sugiharti, R. E., Riftina, Y., Hernandez, A. V., Marti, K. M., ... Dewi, P. S. (2019). Meta-Analisis Penggunaan Model Kooperatif Dalam Pembelajaran Biologi. *Sotiria : Jurnal Teologi Dan Pelayanan Kristiani*, 11(02), 137. <http://www.ejurnal.unisri.ac.id/index.php/widyawacana/article/download/1483/1307%250Ahttp://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/4596%250Ahttps://www.liputan6.com/global/read/4126480/skor-terbaru-pisa-indonesia-merosot-di-bidang-membaca-sains-dan-matemat>
- Arista Tri Anindayati, & Wahyudi. (2020). Kajian Pendekatan Pembelajaran STEM dengan Model PJBL Dalam Mengasah Kemampuan Berfikir Kreatif Matematis Siswa. *Eksakta : Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA*, 5, 217–225.
- Borji, V., Font, V., Alamolhodaei, H., & Sánchez, A. (2018). *Application of the Complementarities of Two Theories , APOS and OSA , for the Analysis of the University Students ' Understanding on the Graph of the Function and its Derivative*. 14(6), 2301–2315.
- Borji, V., & Planell, R. M. (2020). On students ' understanding of implicit differentiation based on APOS theory. *Educational Studies In Mathematics*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10649-020-09991-y> On
- Damanik, N., Malau, O. L., Sinaga, S., & David, R. (2025). *Implementasi Pendekatan Zone of Proximal Development (ZPD) dalam Mengatasi Kesulitan pada Materi Struktur Aljabar Pendahuluan*. 55–64.
- Fauzi, K. M. A., Dirgeyase, I. W., & Priyatno, A. (2019). *Building Learning Path of Mathematical Creative Thinking of Junior Students on Geometry Topics by Implementing Metacognitive Approach*. 12(2), 57–66. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n2p57>
- Febrianingsih, F. (2022). *Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematis Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika*. 11, 119–130.
- Fitriani, & Hella Jusra. (2024). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Audio Visual Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Peserta Didik. *Jurnal Pembelajaran Matemati*, 7(1), 167–176. <https://doi.org/10.22460/jpmpi.v7i1.19094>
- Fitriani, N., & Nurfauziah, P. (2020). Meningkatkan kemampuan advanced mathematical thinking dengan menggunakan model pembelajaran matematika knisley pada mata kuliah trigonometri.

- JPMI - Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 3(1), 69–80.
<https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i1.p69-80>
- Gultom, G. A., Simatupang, D. A., Agustien, S. G., Rumapea, M. S., Voni, C., & Sinaga, R. (2025). *Resistensi Mahasiswa Dalam Mengatasi Kesulitan Belajar Struktur Aljabar di Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar Pendahuluan*. 44–54.
- Hidayatullah, A. (2019). Comparison of processes construct concept of solo theory and apos theory in mathematics learning. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(3), 432–437.
<https://doi.org/https://doi.org/10.18510/hssr.2019.7363>
- Hormadia, I., & Putra, A. (2021). *Jurnal Didactical Mathematics Systematic Literature Review : Kemampuan Berpikir Kreatif pada Pembelajaran Matematika*. 3(April), 1–7.
- Lestari, S. W. (2014). The Application Of M-APOS Learning Model In Enchancing Conceptual Understanding And Learning Motivation In Calculus II. *Jurnal Pendidikan Dan Keguruan*, 1(1), 2071–2079.
- Maryani, N., Marlina, N., & Amelia, R. (2019). *Siswa Melalui Pendekatan Open Ended Materi*. 3(1), 21–27.
- Ndiung, S. (2019). *Treffinger Creative Learning Model with RME Principles on Creative Thinking Skill by Considering Numerical Ability*. 12(3), 731–744.
- Petrovna, A., & Semenovna, U. (2016). *Formation of Professional-communicative Competence of the Future Teachers in the Conditions of the Yakut- Russian Bilingualism*. 11(10), 3435–3445.
- Ratri Rahayu, Kartono, & Arief Agoestanto. (2024). The Exploration of APOS-based PBL Model to Improve The Students' Mathematics Problem-Solving Skill. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 25(3), 1577–1592.
- Riska Amelia Sari, & Subhan Ajiz Awalludin. (2024). Analisis kemampuan berpikir kreatif matematis ditinjau dari self efficacy dalam menyelesaikan soal berbasis literasi dan numerasi. *Fibonacci : Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 10(1), 51–64.
- Salimatul, M., & Noriza, D. (2024). *Penerapan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis dan Pemecahan Masalah*. 7, 944–950.
- Shelvia Mandasari, I Made Arnawa, & Atmazaki. (2018). Development of Mathematics Lesson Equipment Based On M-APOS Model to Improve Creative Thinking Skill on Grade X Students at Senior High. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 285(Icm2e), 229–235.
- Sugandi, A. I., & Bernard, M. (2022). *Meningkatkan Kemampuan Bepikir Kreatif melalui Penerapan Pendekatan Sainifik Berbantuan VBA Excel*. 6(2), 111–121.
<https://doi.org/10.35706/sjme.v6i2.5795>
- Supena, I., & Hariyadi, A. (2021). *The Influence of 4C (Constructive , Critical , Creativity , Collaborative) Learning Model on Students ' Learning Outcomes*. 14(3), 873–892.
- Sutarto, Toto Nusantara, Subanji, Intan Dwi Hastuti, & Dafik. (2025). Global conjecturing process in

pattern generalization problem. *IOP Conf. Series Journal of Physics*.
<https://doi.org/doi:10.1088/1742-6596/1008/1/012060>

Widodo, S. A., Info, A., Approach, A., Ability, C. T., & Ability, G. M. (2020). Advocacy Approach With Open-Ended Problems To Mathematical Creative Thinking. *Infinity: Jurnal Ilmiah Program Studi Matematika IKIP Siliwangi*, 9(1), 93–102.

Widya Wanelly, & Ahmad Fauzan. (2020). Pengaruh Pendekatan Open-Ended dan Gaya Belajar Siswa Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Matematis. *Jurnal Basicedu*, 4(3), 523–533.
<https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i3.388>

Wike Gusnafia, Yulia, & Christina Khaidir. (2024). Comparison Of The Mathematical Critical Thinking Abilities of Students Learning Using The M-APOS Model and The Expository Model. *Proceedings 5th UIN Imam Bonjol International Conference on Islamic Education "The Politics of Islamic Education in Southeast Asia: Synergy for a Better Future,"* 16–22.