

**Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Calon Guru dalam Menerapkan Pembelajaran Matematika yang Terintegrasi TPACK Berbasis Proyek**

**Fatikh Inayahtur Rahma<sup>a,b,1</sup>, Cholis Sa'dijah<sup>a,2\*</sup>, Intan Sari Rufiana<sup>a,3</sup>, Lathiful Anwar<sup>a,4</sup>, Ainun Naziya Rohmah<sup>a,5</sup>, Wahyu Nurlaili<sup>a,6</sup>, Nur Inayah Ahlan<sup>a,7</sup>, Imelda Dastania Pradani<sup>a,8</sup>**

<sup>a</sup>Universitas Negeri Malang, Indonesia

<sup>b</sup>Universitas PGRI Wiranegara, Indonesia

<sup>1</sup>[fatikh.inayahtur.2221039@students.um.ac.id](mailto:fatikh.inayahtur.2221039@students.um.ac.id)

<sup>2\*</sup>[cholis.sadjah.fmipa@um.ac.id](mailto:cholis.sadjah.fmipa@um.ac.id)

<sup>3</sup>[intan.sari.pasca@um.ac.id](mailto:intan.sari.pasca@um.ac.id)

<sup>4</sup>[lathiful.anwar.fmipa@um.ac.id](mailto:lathiful.anwar.fmipa@um.ac.id)

<sup>5</sup>[ainun.naziya.2331257@students.um.ac.id](mailto:ainun.naziya.2331257@students.um.ac.id)

<sup>6</sup>[wahyu.nurlaili.2331259@students.um.ac.id](mailto:wahyu.nurlaili.2331259@students.um.ac.id)

<sup>7</sup>[nur.inayah.2331257@students.um.ac.id](mailto:nur.inayah.2331257@students.um.ac.id)

<sup>8</sup>[imelda.dastania.2331257@students.um.ac.id](mailto:imelda.dastania.2331257@students.um.ac.id)

\*Corresponding author

---

**Informasi artikel**

**Received :**  
**Oktober 02, 2024**

**Revised :**  
**November 07, 2024**

**Publish :**  
**April 30, 2025**

**Kata kunci:**  
Berpikir kreatif,  
Berpikir kritis,  
Calon guru,  
Pembelajaran  
matematika,  
TPACK

---

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis keterampilan berpikir kritis dan kreatif calon guru dalam pembelajaran matematika yang terintegrasi dengan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK). Metode penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan studi kasus. Subjek penelitian adalah mahasiswa calon guru matematika peserta PPG matematika 2024. Data dikumpulkan melalui dokumen modul ajar yang dikembangkan calon guru dan observasi pelaksanaan pembelajaran di kampus, serta observasi praktik pelaksanaan pembelajaran sewaktu *peer teaching* di kampus maupun di sekolah. Hasil penelitian berpikir kreatif adalah (1) *Fluency*, kelancaran dalam menghasilkan berbagai ide dan solusi saat mengatasi masalah matematika, terutama dengan pemanfaatan teknologi; (2) *Fleksibilitas*, calon guru menjadi lebih fleksibel dalam mengubah metode atau alat teknologi yang mereka gunakan untuk menjelaskan konsep matematika dengan cara yang lebih kreatif; (3) *Orisinalitas*, integrasi teknologi memberi peluang bagi calon guru untuk menemukan pendekatan unik dan berbeda dalam penyampaian materi. Sedangkan untuk berpikir kritis adalah (1) *Fokus*, calon guru dilatih untuk fokus pada pembelajaran dan penggunaan teknologi yang relevan untuk membantu siswa memahami materi, (2) *Reason*, calon guru menentukan ide dan alasan yang mendasari permasalahan yang terkait materi pembelajaran, (3) *Interface*, proses untuk memutuskan apakah ide dan alasan yang dikembangkan cukup kuat dan logis, (3) *Situation*, calon guru menganalisis situasi dan memahami aturan yang berlaku selama proses pembelajaran, (4) *Clarity*, Menjelaskan isu, masalah, dan perintah proyek secara jelas. (5) *Overview*, Proses pengecekan ulang hasil proyek yang telah dibuat untuk memastikan semua elemen berpikir kritis sudah sesuai.

---

**ABSTRACT**

The purpose of this research is to analyze the critical and creative thinking skills of prospective teachers in mathematics learning integrated with *Technological Pedagogical Content Knowledge*. (TPACK). This research method is qualitative with a case study approach. The subjects of the research are mathematics education students participating in the 2024 Mathematics PPG. Data was collected through the developed teaching module documents and observations of classroom learning implementation practices. The results of the creative thinking research are (1) *Fluency*, the smoothness in generating various ideas and solutions when solving mathematical problems, especially with the use of technology; (2) *Flexibility*, prospective teachers become more flexible in changing the methods or

technological tools they use to explain mathematical concepts in a more creative way; (3) Originality, the integration of technology provides opportunities for prospective teachers to discover unique and different approaches in delivering the material. Whereas critical thinking involves (1) Focus, where prospective teachers are trained to focus on learning and the use of relevant technology to help students understand the material, (2) Reason, where prospective teachers determine the ideas and reasons underlying issues related to the learning material, (3) Interface, the process of deciding whether the developed ideas and reasons are strong and logical enough, (4) Situation, where prospective teachers analyze the situation and understand the rules that apply during the learning process, (5) Clarity, explaining issues, problems, and project commands clearly. (5) Overview, The process of rechecking the project results that have been made to ensure all critical thinking elements are in accordance.

---

**Copyright © 2024 (Fatikh Inayahtur Rahma, Cholis Sa'dijah, Intan Sari Rufiana, Lathiful Anwar, Ainun Naziya Rohmah, Wahyu Nurlaili, Nur Inayah Ahlan, Imelda Dastania Pradani). All Right Reserved**

How to Cite: Rahma, F. I., Sa'dijah, C., Rufiana, I. S., Anwar, L., Rohmah, A. N., Nurlaili, W., Ahlan, N. I., Pradani, I. D. (2025). Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Calon Guru dalam Menerapkan Pembelajaran Matematika yang Terintegrasi TPACK Berbasis Proyek. *Pi: Mathematics Education Journal*, 8(1), 1-11.  
<https://doi.org/10.21067/pmej.v8i1.10769>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Allows readers to read, download, copy, distribute, print, search, or link to the full texts of its articles and allow readers to use them for any other lawful purpose. The journal hold the copyright.

---

## Pendahuluan

Tantangan abad 21 membutuhkan siswa yang memiliki berbagai kemampuan yakni kemampuan berpikir kreatif, berpikir kritis, kemampuan berkomunikasi, dan berkolaborasi (Sa'dijah, Sulistiani, et al., 2023). Hal ini menghendaki berbagai perubahan, termasuk sumber belajar. Bentuk perubahan sumber belajar pada abad ke-21 sangat berbeda dengan generasi siswa sebelumnya (Baser et al., 2016). Penelitian Sa'dijah (Sa'Dijah et al., 2019) dan Wardani (Wardani & Jatmiko, 2021) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, kreativitas penting dikembangkan pada abad 21 ini.

Kemampuan untuk mengekspresikan konsep yang inovatif dalam penyelesaian teka-teki matematika dikenal sebagai berpikir kreatif dalam matematika. Ketika siswa memecahkan masalah, kemampuan berpikir kreatif mereka terlihat jelas. Berpikir kritis adalah kemampuan seseorang berdasarkan 4 aspek yaitu kelancaran, fleksibilitas, orisinalitas, dan elaborasi (Sa'dijah, Purnomo, et al., 2023). Kelancaran adalah kemampuan untuk memunculkan berbagai ide dan solusi ketika menghadapi kesulitan. Fleksibilitas adalah kemampuan untuk merancang berbagai taktik. Orisinal berarti memiliki kemampuan untuk menciptakan gagasan dan pemikiran baru. Elaborasi adalah kemampuan untuk mengembangkan ide sendiri (Marsitin et al., 2022). Teknik pemecahan masalah berdasarkan pemikiran kreatif dapat diterapkan pada berbagai situasi. Pemahaman siswa terhadap kehidupan sehari-hari dan matematika dapat ditingkatkan dengan menggunakan keterampilan berpikir kreatif.

Mempelajari matematika dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif (Gustafsson, 2022). Namun, hingga saat ini, keterampilan berpikir kreatif belum sering diajarkan di kelas matematika di sekolah (Schindler & Lilienthal, 2020). Penerapan pendidikan yang menumbuhkan kemampuan berpikir kreatif perlu ditingkatkan (Titikusumawati et al., 2019). Hal ini disebabkan karena pembelajaran memengaruhi

kapasitas siswa untuk berpikir orisinal. Ada beberapa cara untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, terutama saat mempelajari matematika.

Pendidikan perguruan tinggi mulai lebih menekankan pada pengajaran cara berpikir kritis kepada mahasiswa (Firdaus & Mukhtar, 2020). Di era informatika, di mana persyaratan keterampilan kerja terus berkembang, mahasiswa dengan kemampuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis sangat dibutuhkan. Agar berhasil di dunia kerja, calon mahasiswa perlu memiliki berbagai keterampilan yang memungkinkan mereka untuk berpikir secara metodis, memecahkan masalah, membuat keputusan mandiri, dan tidak pernah berhenti belajar (Adharini & Herman, 2020). Kemahiran dalam literasi digital, pemikiran inovatif, komunikasi yang baik, dan produktivitas tinggi dibutuhkan oleh mahasiswa.

Fokus berpikir kritis adalah pada pemeriksaan metodis terhadap proses berpikir itu sendiri, mengevaluasi argumen, memunculkan konsep yang memiliki data pendukung, dan membuat keputusan tentang apa yang harus dipikirkan dan dilakukan (Aldila Afriansyah et al., 2021). Metode berpikir ini menciptakan proses berpikir yang logis. Lebih jauh lagi, keterampilan berpikir kritis hanya dapat berkembang lebih jauh jika ia menganalisis pengalamannya secara menyeluruh, mengevaluasi pengetahuan dan konsepnya, dan mempertimbangkan sudut pandang yang berlawanan. Siswa harus mampu berpikir kritis karena berguna dalam mengatasi kesulitan dalam kehidupan sehari-hari dan sangat penting dalam pendidikan matematika (Chikiwa & Schäfer, 2018). Ia juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah dan mempertimbangkan pilihan saat membuat keputusan.

Di era globalisasi yang terus berkembang ini, pemikiran kritis dan kreativitas merupakan salah satu kompetensi terpenting yang dibutuhkan oleh calon guru untuk membantu mereka mempersiapkan generasi yang adaptif dan inovatif dalam menjawab tantangan masa depan (Muchlis et al., 2023). Berpikir kritis memungkinkan siswa menjalani proses identifikasi, analisis, dan evaluasi secara tepat agar mereka dapat mengembangkan strategi pengajaran yang lebih efektif. Mereka dapat menilai permasalahan mendalam dalam pendidikan dan memilih solusi terbaik dengan menggunakan kemampuan ini (Sachdeva & Eggen, 2021).

Kreativitas dalam berpikir sangat penting dalam proses pembelajaran. Kreativitas membantu calon guru menghasilkan ide-ide baru dan inovatif dalam pengajaran, merancang metode pengajaran yang lebih menarik, serta mengadaptasi teknik pembelajaran sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan siswa (Titikusumawati et al., 2019). Kreativitas dalam pengajaran dapat membantu para guru menjembatani kesenjangan antara materi yang sulit dan pengalaman belajar yang menyenangkan, sehingga siswa lebih tertarik dan terlibat dalam proses pembelajaran.

TPACK atau Pengetahuan Konten Pedagogis Teknologi mengacu pada pendekatan yang mengintegrasikan pengetahuan tentang teknologi, pedagogi, dan konten serta secara efektif meningkatkan pemikiran kritis dan kreativitas di kalangan guru masa depan. Lebih jauh lagi, hal ini akan memungkinkan mereka untuk memaksimalkan penggunaan teknologi dalam merumuskan strategi pengajaran yang tidak hanya didasarkan pada pemahaman mereka terhadap konten tetapi juga mempertimbangkan pendekatan kreatif dalam menyajikan pelajaran mereka (Kaplon-Schilis & Lyublinskaya, 2015). Hal ini menjadikan TPACK sebagai referensi penting dalam meningkatkan dan mengevaluasi kualitas pendidikan, karena dapat memungkinkan pembelajaran yang lebih interaktif dan relevansi dengan kebutuhan pembelajar abad ke-21.

Sejumlah penelitian telah menentukan kompetensi TPACK guru dan calon guru (Stinken-Rösner et al., 2023) (Filho & Gitirana, 2022) (Caseley, 2021). Selain itu, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis TPACK dapat meningkatkan

keterampilan pendidik saat ini dan masa depan (Mailizar et al., 2021)(Tunjera & Chigona, 2020). Namun berdasarkan observasi awal yang dilakukan terhadap mahasiswa PPG, diketahui bahwa tidak semua mahasiswa PPG mengenal TPACK dan tidak membuat tugas matematika berbasis proyek yang terintegrasi TPACK. Dari hasil observasi awal juga menunjukkan bahwa setiap mahasiswa sebenarnya memiliki ciri khas dalam merancang tugas berbasis proyek di mana ide ditemukan, direalisasikan, dan diverifikasi melalui beragam metode dan proses yang berbeda-beda.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu pendekatan yang dapat dikaitkan dengan TPACK. Penugasan proyek, juga dikenal sebagai konteks stimulasi dan pertanyaan pendorong, adalah langkah pertama dalam pembelajaran berbasis proyek (Tsybulsky & Muchnik-Rozanov, 2021). Tugas proyek adalah tugas-tugas yang diarahkan untuk mengikuti tujuan pembelajaran dimana pengerjaannya dapat dilaksanakan secara fleksibel, diatur secara praktis, dan mengharuskan siswa untuk menciptakan suatu produk sebagai solusi (Green & du Plessis, 2023). Ada kemungkinan masa depan yang cerah untuk integrasi tugas dan proyek terintegrasi TPACK dengan pembelajaran.

Meningkatkan intensitas pembelajaran berbasis proyek serta penggunaan teknologi dalam pembelajaran adalah tantangan pendidikan dalam abad 21(Sadijah et al., 2021). Mahasiswa PPG harus mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif dalam merancang desain tugas yang berbasis proyek. Sehingga Mahasiswa PPG siap untuk menghadapi perkembangan teknologi dan budaya dalam dunia pendidikan. Kompetensi TPACK dapat meningkatkan kepercayaan diri guru, sehingga memungkinkan mereka untuk lebih responsif terhadap ide-ide baru dan lebih percaya diri dalam menggunakan teknologi di kelas

## Metode

Metode penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada salah satu kelompok mahasiswa PPG matematika 2024 peserta matakuliah Prinsip Pengajaran dan Asesmen yang pembelajarannya berbasis proyek dan mengintegrasikan TPACK. Pada awalnya subjek mengikuti perkuliahan di kampus. Mereka merancang pembelajaran yaitu menyusun modul ajar, mempraktekkan dan membuat video pembelajaran di luar kelas. Modul ajar direview dan direvisi sebelum praktek di luar kelas. Video pembelajaran diobservasi dan direview di kelas. Hasil revisi modul ajar dan video pembelajaran sebagai bahan untuk menyusun modul ajar yang akan dipraktekkan di kelas real masing masing kelompok. Dalam artikel ini dibahas studi kasus salah satu kelompok tentang berpikir kreatif dan berpikir kritisnya. Analisis data dilakukan dari hasil dokumen modul ajar dan video pembelajaran serta observasi dan catatan lapangan selama pelaksanaan pembelajaran di kelas. Indikator berpikir kreatif yang digunakan adalah *fluence*, fleksibilitas, orisinalitas (Manurung et al., 2020). Sedangkan indikator berpikir kritis adalah focus, reasons, interface, situation, clarity, overview (Dwi Susandi et al., 2019)

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengkaji materi bilangan bulat yang terintegrasi TPACK. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji produk hasil kerja proyek kelompok SMPN 15 Malang yang digunakan pada saat pembelajaran seperti Gambar 1. Guru memberikan pertanyaan pemantik kepada siswa berdasarkan hasil pengamatan video pembelajaran menggunakan media mentimeter.



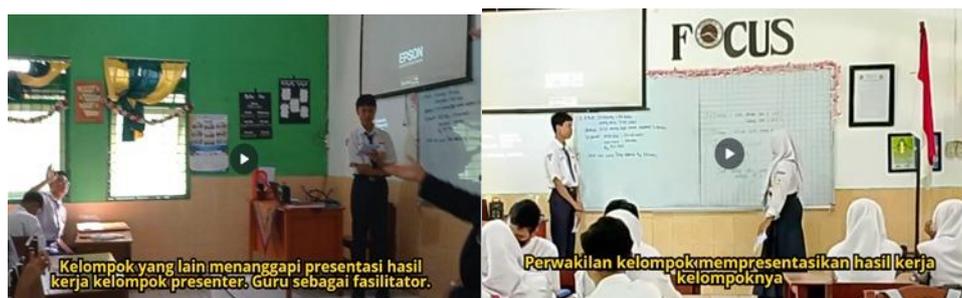
**Gambar 1. Guru memberikan pertanyaan pemantik**

Selanjutnya, dengan menggunakan media Geogebra, guru menjelaskan konsep bilangan bulat seperti gambar 3. Siswa sangat antusias dalam mengikuti pembelajaran, menjadi aktif dan dapat berpikir kritis. Media pembelajaran geogebra dapat diakses siswa dengan mudah, sehingga dapat diulang dari awal jika siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi dengan bimbingan guru.



**Gambar 2. Proses pembelajaran menggunakan media Geogebra**

Guru membentuk kelompok kecil dan memberikan lembar kerja siswa untuk lebih memahami materi pembelajaran. Selama proses pembelajaran, siswa aktif mengajukan pertanyaan, memberikan ide-ide, menyelesaikan masalah dan dapat mempresentasikan penyelesaian masalah yang sudah dikerjakan (seperti gambar 3). Guru juga memberikan kesempatan kepada siswa lain untuk merespon dan memberikan pendapat terhadap hasil permasalahan yang dikerjakan temannya didepan kelas.



Gambar 3. Presentasi Siswa

Berdasarkan hasil pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika yang terintegrasi TPACK dapat menarik antusias siswa dan motivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran. Pembelajaran matematika lebih aktif dan komunikatif karena siswa mudah memahami materi melalui media geogebra yang mudah diakses dimanapun dan kapanpun. Selain itu pembelajaran menjadi lebih bermakna karena peserta didik membangun dan pengetahuannya.

Analisis berpikir kritis calon guru dalam menerapkan Pembelajaran Matematika yang terintegrasi TPACK, adalah sebagai berikut:

*Focus.* Kemampuan calon guru untuk menjelaskan secara tepat dan jelas isu, pertanyaan, masalah, dan arahan yang mendasari pemilihan materi dan media yang digunakan. Calon guru mengidentifikasi apa yang menjadi inti dan fokus dari pembelajaran mereka. Siswa kemudian dapat fokus pada elemen-elemen yang paling penting dan relevan untuk proses pengerjaan proyek yang sedang dikerjakan.

*Reasons.* Calon guru menentukan ide dan alasan yang mendasari permasalahan yang terkait materi pembelajaran. Guru memegang peranan penting dalam memandu siswa agar tidak hanya terfokus pada hasil akhir, melainkan memahami logika dan justifikasi dari setiap keputusan yang diambil dalam proses perancangan media tersebut. Calon guru menetapkan alasan-alasan yang relevan masuk akal dan mengarahkan mereka untuk dapat mempertimbangkan aspek tujuan, kebutuhan, dan dampak yang diharapkan dari pembelajaran tersebut.

*Interface.* Evaluasi proses untuk memutuskan apakah ide dan alasan yang dikembangkan cukup kuat dan logis untuk pembelajaran yang terintegrasi TPACK tersebut. Hal ini sangat diperlukan dalam mendukung siswa dalam mengevaluasi kesesuaian hubungan antara ide yang dibuat dan tujuan pembelajaran, memastikan setiap alasan yang diberikan relevan, didukung, dan memiliki dasar yang kuat. Calon guru membantu siswa untuk menciptakan landasan yang sangat kuat dalam pemikiran mereka, atau membangun argumen untuk mendukung setiap keputusan yang diambil yang lebih matang dan bermakna.

*Situation.* Kemampuan calon guru menganalisis situasi dan memahami aturan yang berlaku selama proses pembelajaran. guru memainkan peran penting dalam membantu siswa untuk memahami konteks materi secara keseluruhan, termasuk faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi keputusan, serta batasan-batasan atau aturan yang harus diikuti selama pengerjaan proyek.

*Clarity.* Menjelaskan isu, masalah, dan perintah proyek secara jelas. Calon Guru memastikan bahwa siswa memahami apa yang harus dilakukan, apa yang perlu diatasi, dan apa fokus utama pembelajaran tersebut. Serta memastikan bahwa tidak ada kebingungan atau kesalahpahaman tentang pembelajaran tersebut.

*Overview.* Proses pengecekan ulang hasil proyek yang telah dibuat untuk memastikan semua elemen berpikir kritis sudah sesuai. Calon guru dapat bertindak sebagai pemandu untuk mengevaluasi proyek secara menyeluruh untuk mengetahui apakah setiap tahap berpikir kritis diterapkan dengan benar dan menyeluruh dari ide hingga alasan, fokus,

situasi, dan kejelasan. Memastikan siswa telah menerapkan pemikiran kritis sepenuhnya dalam proyek dan bahwa produk akhir dari proyek tersebut mencerminkan pemikiran yang terstruktur, logis, dan berkualitas tinggi.

### *Proses Berpikir Kreatif*

Upaya berpikir kreatif adalah untuk membangun hubungan antara objek atau ide yang sebelumnya tidak berhubungan. Proses berpikir kreatif yang sebenarnya didasarkan pada pemanfaatan konsep yang sudah nyata dalam pikiran individu (Murtiyasa & Atikah, 2021). Meskipun hasil dari prosedur ini mungkin tampak seperti sesuatu yang baru, tidak selalu perlu untuk mengembangkan konsep baru. Dimungkinkan untuk menggabungkan dua atau lebih konsep yang sudah ada untuk menciptakan sesuatu yang baru.

Proses berpikir kreatif menghasilkan perspektif baru, metode baru, ide baru, atau cara baru dalam melihat sesuatu (Handayani et al., 2018). Kemunculan konsep atau metode produksi baru merupakan tanda kemampuan berpikir kreatif. Produktivitas, daya cipta, dan fleksibilitas merupakan tiga aspek kemampuan berpikir kreatif. Kuantitas pekerjaan yang dihasilkan berkorelasi dengan produktivitas. Orisinalitas dikaitkan dengan produk kerja yang berbeda dari produk kerja yang baru dibuat atau produk kerja sebelumnya. Beradaptasi berarti memiliki fleksibilitas.

Tahapan berpikir yang meliputi sintesis konsep, konstruksi atau pemantik ide, dan implementasi ide meliputi tahapan berpikir kreatif dalam studi ini. Menggabungkan konsep atau ide yang telah dipelajari di kelas atau melalui pertemuan sehari-hari dikenal sebagai sintesis ide. Mengembangkan atau menghasilkan ide melibatkan pengajuan solusi untuk masalah yang diberikan. Menerapkan ide adalah proses memilih konsep tertentu dan menggunakannya untuk mengatasi masalah. Subjek mencoba menghasilkan hasil (produk) baru dalam proses ini dengan lancar dan lancar.

Ciri-ciri berikut ini dikaitkan dengan berpikir kreatif (Manurung et al., 2020), adalah 1) Kemampuan untuk mengidentifikasi, memahami, dan bereaksi terhadap suatu situasi, masalah, atau pernyataan dikenal sebagai kepekaan (atau kepekaan terhadap masalah); 2) Kemampuan untuk menghasilkan beberapa pemikiran dikenal sebagai kefasihan (fluency); 3) Fleksibilitas adalah kemampuan untuk mengusulkan berbagai metode atau solusi untuk berbagai masalah; 4) Orisinalitas adalah kemampuan untuk menghasilkan pemikiran dengan cara-cara baru, bebas dari klise, dan sesuatu yang jarang dimiliki oleh kebanyakan orang; 5) Kemampuan untuk menambahkan detail seperti tabel, grafik, gambar, model, dan kata-kata ke dalam suatu masalah atau skenario untuk membuatnya lebih komprehensif dikenal sebagai elaborasi.

Berdasarkan uraian di atas, ada beberapa hal yang terlihat bahwa guru memiliki berpikir kreatif yaitu: (1) guru mendorong siswa untuk dapat memecahkan masalah secara kreatif; (2) guru merancang berbagai metode untuk membantu siswa dalam memecahkan masalah; dan (3) Guru menerima ide-ide kreatif yang muncul dari siswa. Oleh karena itu, peran guru terbatas pada memotivasi, mendorong, dan mendukung siswa saat mereka berupaya meningkatkan kapasitas mereka untuk berpikir kreatif siswa, khususnya saat belajar matematika. Selain itu, siswa dapat mengembangkan kreativitas, kemandirian di kelas, kepercayaan diri, berani mengambil risiko saat menghadapi rintangan, dan upaya keras untuk memecahkan berbagai masalah.

### *Proses Berpikir Kritis*

Berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi. (Ismail et al., 2022) menggambarkan berpikir kritis sebagai pengetahuan yang akurat dan relevan yang diperoleh dari penalaran yang sehat (Olawale et al., 2021). Sementara (Cahyaningsih &

Nahdi, 2021) mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses mengenali dan belajar dari berbagai asumsi, merasa skeptis terhadap keyakinan atau pernyataan orang lain, mencari ide dan alternatif baru, dan memberikan argumen yang meyakinkan saat berdebat. Berpikir kritis meliputi pemecahan masalah, membentuk kesimpulan, mengevaluasi pilihan, dan membuat penilaian (Monteleone et al., 2023).

Definisi berpikir kritis yang diberikan di atas dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis adalah proses mengenali berbagai praduga yang mengintegrasikan pengetahuan sebelumnya untuk mengumpulkan informasi yang relevan guna menggeneralisasi situasi matematika secara reflektif (Aldila Afriansyah et al., 2021). Proses ini melibatkan pemecahan masalah, merumuskan kesimpulan, menghitung kemungkinan, dan membuat keputusan.

Kemampuan berpikir kritis harus ditumbuhkan dalam pembelajaran matematika. Menurut (Liunokas et al., 2024), kemampuan berpikir kritis harus ditumbuhkan dalam pembelajaran matematika agar dapat memenuhi tujuan pendidikan matematika, yaitu menekankan pada bagaimana anak bernalar. Berpikir kritis mendorong siswa untuk dapat menggunakan penalaran matematikanya, berpikir secara tepat dan cermat ketika menganalisis masalah, memberikan semangat untuk banyak belajar, dan memberikan kebebasan berpikir dalam mengambil kesimpulan dengan penuh tanggung jawab (Syafuruddin & Pujiastuti, 2020).

## Kesimpulan

Hasil penelitian berpikir kreatif adalah (1) *Fluency*, kelancaran dalam menghasilkan berbagai ide dan solusi saat mengatasi masalah matematika, terutama dengan pemanfaatan teknologi; (2) *Fleksibilitas*, Calon guru menjadi lebih fleksibel dalam mengubah metode atau alat teknologi yang mereka gunakan untuk menjelaskan konsep matematika dengan cara yang lebih kreatif; (3) *Orisinalitas*, Integrasi teknologi memberi peluang bagi calon guru untuk menemukan pendekatan unik dan berbeda dalam penyampaian materi. Sedangkan untuk berpikir kritis adalah (1) *Focus*, calon guru dilatih untuk fokus pada pembelajaran dan penggunaan teknologi yang relevan untuk membantu siswa memahami materi, (2) *Reason*, calon guru menentukan ide dan alasan yang mendasari permasalahan yang terkait materi pembelajaran, (3) *Interface*, proses untuk memutuskan apakah ide dan alasan yang dikembangkan cukup kuat dan logis, (4) *Situation*, calon guru menganalisis situasi dan memahami aturan yang berlaku selama proses pembelajaran, (4) *Clarity*, Menjelaskan isu, masalah, dan perintah proyek secara jelas. (5) *Overview*, Proses pengecekan ulang hasil proyek yang telah dibuat untuk memastikan semua elemen berpikir kritis sudah sesuai.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Negeri Malang yang telah mendanai hibah penelitian PPG ini dengan nomor kontrak 28.5.125/UN32.14.1/LT/2024 dan semua yang terlibat dalam penelitian ini.

## Daftar Rujukan

- Adharini, D., & Herman, T. (2020). Critical thinking skills and self-confidence of high school students in learning mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032043>
- Aldila Afriansyah, E., Herman, T., Turmudi, & Afgani Dahlan, J. (2021). Critical thinking skills in mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1778(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1778/1/012013>
- Baser, D., Kopcha, T. J., & Ozden, M. Y. (2016). Developing a technological pedagogical

- content knowledge (TPACK) assessment for preservice teachers learning to teach English as a foreign language. *Computer Assisted Language Learning*, 29(4), 749–764. <https://doi.org/10.1080/09588221.2015.1047456>
- Cahyaningsih, U., & Nahdi, D. S. (2021). The Effect of Realistic Mathematics Education on Elementary Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012127>
- Caseley, J. (2021). Technological pedagogical content knowledge (tpack) and the teaching of science: Determiners for professional development. *Estudios de Economia Aplicada*, 39(1), 1–12. <https://doi.org/10.25115/eea.v39i1.4272>
- Chikiwa, C., & Schäfer, M. (2018). Promoting critical thinking in multilingual mathematics classes through questioning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(8). <https://doi.org/10.29333/ejmste/91832>
- Dwi Susandi, A., Sa'Dijah, C., Rahman As'Ari, A., & Susiswo. (2019). Students' critical ability of mathematics based on cognitive styles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1315(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012018>
- Filho, R. A., & Gitirana, V. (2022). Pre-service Teachers' Knowledge: Analysis of teachers' education situation based on TPACK. *Mathematics Enthusiast*, 19(2), 594–631. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1565>
- Firdaus, M., & Mukhtar. (2020). Critical Thinking Skills of Mathematics Prospective Teachers: An Exploration Study at Medan State University. *Journal of Physics: Conference Series*, 1462(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1462/1/012005>
- Green, S. L., & du Plessis, E. C. (2023). Project-based Learning to Promote Learner Autonomy in Training Hospitality Education at a Technical and Vocational Education and Training College. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(7), 136–155. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.7.8>
- Gustafsson, E. (2022). How Can Contextual Variables Influence Creative Thinking? Contributions from the Optimal-Level of Arousal Model. *Journal of Creative Behavior*, 0, 1–13. <https://doi.org/10.1002/jocb.565>
- Handayani, U. F., Sa'dijah, C., & Susanto, H. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa SMP Dalam Menyelesaikan Soal Adopsi 'PISA.' *Jurnal Math Educator Nusantara: Wahana Publikasi Karya Tulis Ilmiah Di Bidang Pendidikan Matematika*, 4(2), 143. <https://doi.org/10.29407/jmen.v4i2.12109>
- Ismail, S. N., Muhammad, S., Omar, M. N., & Shanmugam, K. S. (2022). the Practice of Critical Thinking Skills in Teaching Mathematics: Teachers' Perception and Readiness. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 19(1), 1–30. <https://doi.org/10.32890/mjli2022.19.1.1>
- Kaplon-Schilis, A., & Lyublinskaya, I. (2015). Exploring Changes in Technological Knowledge (TK), Pedagogical Knowledge (PK), Content Knowledge (CK) and TPACK of Pre-service, Special Education Teachers Taking Technology-based Pedagogical Course. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 2015(1), 3296–3303. <https://www.learntechlib.org/p/150456/>
- Liunokas, D. S., Gella, N. J. M., & Daniel, F. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa ditinjau dari Gender. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 6(1), 76–85. <https://doi.org/10.24176/anargya.v6i1.9829>
- Mailizar, M., Hidayat, M., & Al-manthari, A. (2021). Examining the impact of mathematics teachers' TPACK on their acceptance of online professional development. In *Journal of Digital Learning in Teacher Education* (Vol. 37, Issue 3, pp. 196–212). <https://doi.org/10.1080/21532974.2021.1934613>

- <https://doi.org/10.1080/21532974.2021.1934613>
- Manurung, A. S., Halim, A., & Rosyid, A. (2020). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kreatif untuk meningkatkan Hasil Belajar Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 1274–1290. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.544>
- Marsitin, R., Sa'dijah, C., Susiswo, S., & Chandra, T. D. (2022). Creative Mathematical Reasoning Process of Climber Students in Solving Higher Order Thinking Skills Geometry Problems. *TEM Journal*, 11(4), 1877–1886. <https://doi.org/10.18421/TEM114-56>
- Monteleone, C., Miller, J., & Warren, E. (2023). Conceptualising critical mathematical thinking in young students. In *Mathematics Education Research Journal*. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00445-1> LK - <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00445-1>
- Muchlis, E. E., Priatna, N., & Maizora, S. (2023). Developing mathematical thinking skills through technology-based learning: a review of “technology-enabled mathematics education: optimising student engagement.” In *Journal of Mathematics Teacher Education* (Vol. 26, Issue 3, pp. 425–432). <https://doi.org/10.1007/s10857-022-09561-4> LK - <https://doi.org/10.1007/s10857-022-09561-4>
- Murtiyasa, B., & Atikah, M. D. (2021). Kemampuan Tpack Mahasiswa Calon Guru Matematika Pada Mata Kuliah Praktikum Pembuatan Alat Peraga Matematika. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2577. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.4351>
- Olawale, B. E., Mncube, V., & Harber, C. (2021). Critical Social Pedagogy in Mathematics Teacher Education. In *International Journal of Higher Education* (Vol. 10, Issue 6, p. 93). <https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n6p93> LK - <https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n6p93>
- Sa'Dijah, C., Handayani, U. F., Sisworo, Sudirman, Susiswo, Cahyowati, E. T. D., & Sa'Diyah, M. (2019). The Profile of Junior High School Students' Mathematical Creative Thinking Skills in Solving Problem through Contextual Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012081>
- Sa'dijah, C., Purnomo, H., Hidayanto, E., Sisworo, Adinda, A., & Abdullah, A. H. (2023). Characteristics of Differentiated Mathematical Creative Models in Problem-Solving Activities: Case of Middle School Students. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 15(5), 157–176.
- Sa'dijah, C., Sulistiani, I. R., Setyosari, P., & Praherdhiono, H. (2023). Technology integration through acceptance of e-learning among preservice teachers. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 31(3), 1821–1828. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i3.pp1821-1828>
- Sachdeva, S., & Eggen, P. (2021). Learners' Critical Thinking About Learning Mathematics. In *International Electronic Journal of Mathematics Education* (Vol. 16, Issue 3, pp. em0644–em0644). <https://doi.org/10.29333/iejme/11003> LK - <https://doi.org/10.29333/iejme/11003>
- Sadijah, C., Murtafiah, W., Anwar, L., Nurhakiki, R., & Cahyowati, E. T. D. (2021). Teaching higher-order thinking skills in mathematics classrooms: Gender differences. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 159–179. <https://doi.org/10.22342/jme.12.1.13087.159-180>
- Schindler, M., & Lilienthal, A. J. (2020). Students' Creative Process in Mathematics: Insights from Eye-Tracking-Stimulated Recall Interview on Students' Work on Multiple Solution Tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(8), 1565–1586. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10033-0>
-

- Stinken-Rösner, L., Hofer, E., Rodenhauser, A., & Abels, S. (2023). Technology Implementation in Pre-Service Science Teacher Education Based on the Transformative View of TPACK: Effects on Pre-Service Teachers' TPACK, Behavioral Orientations and Actions in Practice. *Education Sciences*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/educsci13070732>
- Syafruddin, I. S., & Pujiastuti, D. H. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis: Studi Kasus pada Siswa MTs Negeri 4 Tangerang. *Suska Journal of Mathematics Education*, 6(2), 089–100. <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/SJME/article/view/9436>
- Titikusumawati, E., Sa'dijah, C., As'ari, A. R., & Susanto, H. (2019). An Analysis of Students' Creative Thinking Skill in Creating Open-Ended Mathematics Problems through Semi-Structured Problem Posing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012024>
- Tsybulsky, D., & Muchnik-Rozanov, Y. (2021). Project-based learning in science-teacher pedagogical practicum: the role of emotional experiences in building preservice teachers' competencies. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00037-8>
- Tunjera, N., & Chigona, A. (2020). Teacher Educators' Appropriation of TPACK-SAMR Models for 21st Century Pre-Service Teacher Preparation. In *International Journal of Information and Communication Technology Education* (Vol. 16, Issue 3, pp. 126–140). <https://doi.org/10.4018/ijicte.2020070110> LK - <https://doi.org/10.4018/ijicte.2020070110>
- Wardani, C. A., & Jatmiko, B. (2021). The Effectiveness of Tpack-Based Learning Physics with The PBL Model to Improve Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Active Learning*, 6(1), 17–26. <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijal>