

KESIAPAN CALON GURU MATEMATIKA DALAM MENGHADAPI TANTANGAN ABAD 21: PERSPEKTIF PEDAGOGIS DAN INOVASI PEMBELAJARAN

Rizka Safitri¹, Suparni², Sintha Sih Dewanti³

¹PGMI FITK STAI, Jamiatut Tarbiyah, ^{2,3}PMAT FITK, Universitas Islam Negeri
Sunan Kalijaga

¹rizkasafitri1200@gmail.com, ²suparni@uin-suka.ac.id, ³sintha.dewanti@uin-suka.ac.id

ABSTRACT

This study explores the pedagogical readiness and learning innovations of prospective mathematics teachers in addressing the challenges of 21st-century education. The rapid advancement of technology and digitalization requires education to incorporate 21st-century skills, including critical thinking, creativity, collaboration, and digital literacy, into the learning process. This study employs a descriptive qualitative approach, with the research participants consisting of 29 students from the Mathematics Education Program enrolled in the course "Mathematics Learning Strategies and Innovations." Data collection is conducted through the distribution of questionnaires and structured interviews to gain a comprehensive understanding of the readiness of prospective teachers. The study's findings indicate that prospective teachers possess a solid foundational understanding of pedagogical concepts but require further development in implementing innovative and adaptive teaching methods. Identified innovations in teaching include the use of Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) approaches, which are seen as effective in fostering inclusive learning environments. Additionally, technologies like GeoGebra and Kahoot are utilized to enhance student interaction and engagement. Moreover, the incorporation of gamification and real-world context-based learning is viewed as crucial for boosting student motivation. These findings are expected to significantly contribute to preparing future mathematics teachers to serve as agents of change in the rapidly evolving educational landscape.

Keywords: *Readiness of prospective mathematics teachers, Pedagogy, Learning Innovation*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi kesiapan pedagogis dan inovasi pembelajaran calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad 21. Perkembangan teknologi dan digitalisasi yang pesat menuntut pendidikan untuk mengintegrasikan keterampilan abad 21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi teknologi, ke dalam proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan subjek penelitian terdiri dari 29 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang mengikuti mata kuliah "Strategi dan Inovasi Pembelajaran Matematika". Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran angket dan wawancara terstruktur untuk memperoleh

pemahaman mendalam tentang kesiapan calon guru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa calon guru memiliki pemahaman dasar yang baik mengenai konsep-konsep pedagogis, namun masih perlu pengembangan dalam penerapan metode pembelajaran yang inovatif dan adaptif. Inovasi yang diidentifikasi dalam pembelajaran meliputi penerapan pendekatan berbasis masalah (*Problem-Based Learning/PBL*) dan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning/PjBL*) yang dinilai efektif dalam menciptakan pengalaman belajar yang inklusif, serta penggunaan teknologi seperti *GeoGebra* dan *Kahoot* untuk meningkatkan interaksi dan keterlibatan siswa. Selain itu, penerapan gamifikasi dan pembelajaran berbasis konteks dunia nyata dianggap penting untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Temuan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mempersiapkan calon guru matematika untuk menjadi agen perubahan dalam dunia pendidikan yang semakin dinamis.

Kata Kunci: Kesiapan calon guru matematika, Pedagogi, Inovasi Pembelajaran

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan digitalisasi di abad ke 21 telah membawa perubahan yang signifikan dalam dunia pendidikan (Iskandar dkk., 2023). Teknologi informasi dan komunikasi berkembang pesat, memberikan dampak besar pada cara guru mengajar dan siswa belajar (Iskandar dk k., 2023; Sawitri dkk., 2019). Dalam konteks ini, pendidikan dihadapkan pada tantangan baru yang menuntut para guru dan calon guru matematika, untuk mampu beradaptasi dengan tuntutan era digital. Keterampilan abad ke 21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi teknologi semakin diperlukan dalam proses pembelajaran (Mantau & Talango, 2023; Mardhiyah dkk., 2021). Oleh karena itu, pembaruan dalam praktik

pengajaran dan penerapan teknologi dalam dunia pendidikan menjadi semakin penting.

Guru abad ke 21 tidak hanya dituntut menguasai materi pelajaran, tetapi juga harus mampu mengintegrasikan teknologi dan strategi pembelajaran yang inovatif (Fitriani dkk., 2022; Tarihoran, 2019; Yaumi, 2011). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi di kalangan siswa, calon guru matematika perlu dipersiapkan agar mampu mengelola lingkungan belajar yang adaptif dan relevan (Johar & Hanum, 2021; Silvester dkk., 2024). Annisa, (2022) menekankan pentingnya keterampilan pedagogis yang fleksibel dan kreatif untuk mendukung pembelajaran abad ke 21,

yang mencakup kemampuan untuk memanfaatkan teknologi secara efektif dalam mengajar.

Pengetahuan pedagogis yang mendalam sangat penting dalam menentukan efektivitas pembelajaran (Solihin dkk., 2021). Tarihoran, (2019) menekankan pentingnya guru memahami konsep-konsep dasar pengajaran dan bagaimana mereka dapat diadaptasi sesuai dengan kebutuhan siswa. Dalam pengajaran matematika, guru dan calon guru perlu memahami cara mengajarkan konsep matematika secara efektif, sambil memanfaatkan teknologi untuk mendukung proses pembelajaran (Aminah & Wahyuni, 2019; Faradilla & Putra, 2024). Di mana menurut Nainggolan, (2023) ,pedagogi yang kuat membantu siswa mengembangkan kemampuan problem-solving dan berpikir kritis, yang menjadi fondasi penting dalam pendidikan matematika di era modern. Pengembangan keterampilan abad ke 21, seperti berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas juga semakin penting dan guru juga harus mampu mengintegrasikan keterampilan ini dalam pembelajaran sehari-hari (Widodo & Wardani, 2020). Oleh karena itu, calon guru

matematika perlu dipersiapkan untuk memfasilitasi pengembangan keterampilan 4C di dalam kelas melalui pendekatan-pendekatan pembelajaran (Fitriani dkk., 2022; Ledoh dkk., 2024).

Selain kesiapan pedagogis, inovasi dalam pembelajaran menjadi kunci utama dalam menghadapi tantangan pendidikan di era digital (Nurhidayati, 2017). Penggunaan teknologi seperti perangkat lunak pembelajaran, video interaktif, dan platform e-learning dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Melati dkk., 2023; Sakti, 2023). Namun, keberhasilan penggunaan teknologi ini sangat bergantung pada kesiapan guru untuk mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran (Aminah & Rochmad, 2020). Hal ini sesuai dengan konsep *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), yang menekankan bahwa guru tidak hanya harus menguasai konten, tetapi juga memiliki pemahaman mendalam tentang cara terbaik untuk mengajarkan konten tersebut kepada siswa (Hutabarat dkk., 2024; Maryono, 2015). Oleh karena itu, calon guru matematika perlu menguasai *Technological Pedagogical and Content Knowledge*

(TPACK) untuk memanfaatkan teknologi secara efektif dan inovatif dalam pengajaran, sehingga mereka dapat merancang dan menerapkan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa abad ke 21 (Sanjaya & Syefrinando, 2024).

Mengulas tentang TPACK yang tidak luput dari pembelajaran diferensiasi, di mana keduanya memiliki relevansi yang mendalam (Hayati dkk., 2024). Dengan menguasai TPACK, calon guru dapat merancang proses pembelajaran yang lebih adaptif dan responsif terhadap kebutuhan masing-masing siswa (Silvester dkk., 2024). TPACK menawarkan kerangka kerja yang memudahkan guru dalam memahami cara mengintegrasikan pengetahuan tentang konten, pedagogi, dan teknologi secara harmonis, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang unik bagi setiap siswa (Johar & Hanum, 2021; Sarah dkk., 2021). Melalui pendekatan diferensiasi, guru dapat memanfaatkan teknologi untuk menyesuaikan materi pembelajaran, memberikan variasi dalam metode pengajaran, serta menciptakan jalur pembelajaran yang sesuai dengan gaya dan kemampuan belajar individu (Tamrin & Masykuri, 2024; Trisnani

dkk., 2024). Sebagai contoh, guru dapat menggunakan perangkat lunak pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan ritme mereka sendiri, atau menyediakan video interaktif yang menyajikan konsep-konsep matematika dengan cara yang bervariasi.

Meskipun banyak bukti yang menunjukkan pentingnya inovasi pembelajaran dan penggunaan teknologi dalam pendidikan matematika, masih terdapat kesenjangan antara teori dan praktik. Penelitian Doyle menunjukkan bahwa calon guru sering kali merasa kurang siap untuk menerapkan pendekatan berbasis teknologi, baik karena kurangnya pelatihan yang tepat maupun keterbatasan akses terhadap sumber daya teknologi (Paramansyah & SE, 2020). Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk memperkuat program pelatihan bagi calon guru matematika agar lebih siap dalam menghadapi tantangan era digital.

Di Indonesia, studi terkait kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad ke 21 masih terbatas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa calon guru masih mengalami kesulitan

dalam menerapkan metode pembelajaran berbasis teknologi, terutama karena minimnya pelatihan teknologi (Mukaromah, 2020; Zulaiha dkk., 2023). Hal ini memperlihatkan adanya kebutuhan akan kurikulum pendidikan guru yang lebih terfokus pada peningkatan kompetensi teknologi dan pedagogi di era digital. Kesulitan tersebut juga memperkuat pentingnya kesiapan pedagogis yang mendalam dalam memanfaatkan teknologi sebagai alat bantu pembelajaran.

Sementara teknologi memiliki potensi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran, tantangan dalam integrasi teknologi dalam pendidikan tetap ada (Fitri & Dilia, 2024; Isti'ana, 2024). Transformasi digital di sekolah sering kali terhambat oleh kurangnya dukungan dari kebijakan pendidikan yang jelas serta kurangnya pelatihan yang memadai bagi guru (Isma dkk., 2023). Hal ini dapat mengakibatkan penggunaan teknologi yang tidak optimal, di mana guru hanya menggunakan alat-alat digital tanpa memahami cara mengintegrasikannya ke dalam strategi pengajaran yang mendidik (Gusteti, 2024). Untuk mengatasi hal ini, penting bagi institusi pendidikan

untuk menyediakan pelatihan berkelanjutan yang tidak hanya mengajarkan penggunaan alat teknologi, tetapi juga bagaimana alat tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan pembelajaran yang mendalam dan bermakna (Sundari, 2024).

Selain itu, dalam konteks pendidikan matematika, tantangan lain yang dihadapi adalah pemahaman yang terbatas tentang bagaimana mengajarkan konsep-konsep matematika yang kompleks dengan cara yang menarik dan interaktif (Saifudin dkk., 2024). Menurut Febriani, (2019) banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika karena pendekatan pengajaran yang monoton dan kurang kontekstual. Oleh karena itu, calon guru matematika harus dilengkapi dengan pengetahuan tentang berbagai pendekatan pengajaran yang inovatif, yang dapat memanfaatkan teknologi untuk membantu siswa membangun pemahaman yang lebih baik tentang matematika (Saifudin dkk., 2024). Pendekatan seperti visualisasi data dan simulasi interaktif dapat membantu siswa memahami konsep abstrak dan menerapkannya dalam

konteks kehidupan sehari-hari (Nurwahid, 2023).

Lebih jauh, penting bagi calon guru matematika untuk bekerja sama dengan berbagai pihak, termasuk pengembang materi ajar, agar pendidikan tetap sesuai dengan perkembangan zaman. Kolaborasi ini dapat membantu calon guru menghubungkan teori dengan praktik, sehingga mereka tidak hanya siap secara pedagogis, tetapi juga mampu menerapkan apa yang telah mereka pelajari. Subroto, (2023) menunjukkan bahwa kerja sama yang baik antara pendidik dan pembuat kebijakan dapat mendorong inovasi dalam pembelajaran dan menghadapi tantangan pendidikan di era digital. Karena itu, calon guru matematika perlu terlibat dalam pengembangan materi ajar dan mendapatkan pengalaman praktis yang membantu mereka menerapkan pendekatan inovatif di kelas sebagai calon guru matematika.

Program Studi Pendidikan Matematika bertujuan untuk mencetak lulusan yang kompeten dalam menguasai konten matematika dan mampu menerapkan strategi pembelajaran yang efektif dan inovatif. Mahasiswa dalam program

studi ini tidak hanya mendapatkan pemahaman mendalam tentang konsep matematika, tetapi juga dibekali dengan keterampilan pedagogis dan pengetahuan teknologi yang mendukung proses pembelajaran. Dalam penelitian ini juga mempertimbangkan mata kuliah Strategi dan Inovasi Pembelajaran Matematika sebagai dasar dalam mengevaluasi kesiapan calon guru. Dengan mengacu pada konsep-konsep yang diperoleh dari mata kuliah ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengeksplorasi kesiapan pedagogis dan inovasi pembelajaran calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad ke 21. Sementara sebagian besar literatur menyoroti pentingnya teknologi dan pedagogi inovatif, penelitian ini akan mengeksplorasi kesiapan calon guru matematika secara menyeluruh, khususnya dalam konteks pendidikan Indonesia. Kajian ini diharapkan dapat mengidentifikasi tantangan dan peluang yang dihadapi calon guru dalam menerapkan inovasi pembelajaran di era digital.

Keterbaharuan penelitian ini terletak pada pendekatan holistik yang

menggabungkan dua perspektif yaitu kesiapan pedagogis dan inovasi pembelajaran calon guru matematika. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih terfokus pada salah satu aspek tersebut, sedangkan penelitian ini mengkaji keduanya secara bersamaan, dengan mempertimbangkan bagaimana teknologi dan strategi pembelajaran inovatif dapat diintegrasikan ke dalam pendidikan matematika. Selain itu, penelitian ini juga memberikan wawasan tentang bagaimana program studi keguruan dapat menyusun kurikulum yang lebih mendukung calon guru dalam menghadapi tantangan pendidikan di abad ke 21. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara signifikan dalam mempersiapkan calon guru matematika agar mampu menjadi agen perubahan dalam dunia pendidikan. Hasil penelitian ini akan menjadi dasar bagi pengembangan program pelatihan guru yang lebih efektif, dengan penekanan pada inovasi pedagogis dan pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif yang bertujuan untuk memahami fenomena tentang kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad ke 21 dari perspektif pedagogis dan inovasi pembelajaran. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam terkait pengalaman dan pandangan subjek dalam konteks alaminya (Fitrah, 2018; Mulyana dkk., 2024). Penelitian kualitatif adalah penelitian yang dilakukan untuk memahami fenomena yang dialami oleh subjek penelitian dalam konteks yang alami dan spesifik serta menggunakan berbagai metode naturalistik yang memungkinkan pengungkapan informasi secara mendalam (Rukin, 2019). Penelitian kualitatif deskriptif ini digunakan untuk memberikan gambaran tentang kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad 21: perspektif pedagogis dan inovasi pembelajaran.

Penelitian ini berlokasi di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, tepatnya di Jl. Laksda Adisucipto, Papringan, Caturtunggal, Kecamatan Depok,

Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada relevansi program studi Pendidikan Matematika di universitas tersebut, yang secara khusus menyelenggarakan mata kuliah terkait strategi dan inovasi pembelajaran matematika. Dengan demikian, lokasi penelitian dianggap sesuai untuk memahami kesiapan calon guru matematika di dalam mempersiapkan diri menghadapi tuntutan pendidikan abad ke-21 yang menekankan aspek pedagogi inovatif. Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi Pendidikan Matematika yang saat ini berada di semester ketiga dan mengikuti mata kuliah "Strategi dan Inovasi Pembelajaran Matematika". Subjek yang terlibat dalam penelitian ini berjumlah 29 mahasiswa, yang akan memberikan pandangan terkait kesiapan mereka untuk memenuhi tantangan di dunia pendidikan yang semakin dinamis. Data dari mahasiswa ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai kesiapan pedagogis serta inovasi yang mereka anggap penting untuk diterapkan dalam mengajar matematika pada abad ke-21. Penelitian ini dilakukan

pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa instrumen wawancara terstruktur yang disusun oleh peneliti. Instrumen ini dirancang untuk menggali informasi secara mendalam dari subjek penelitian, dengan memberikan ruang bagi mahasiswa untuk memberikan jawaban secara terbuka. Aspek yang diukur melalui instrumen ini meliputi pengetahuan pedagogis calon guru matematika, pengetahuan teknologi calon guru matematika, inovasi pembelajaran calon guru matematika, serta kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh data yang lebih kaya dan bervariasi, karena mahasiswa dapat mengungkapkan pandangan dan pengalaman mereka secara langsung

Pengumpulan data dilakukan melalui angket wawancara yang disebarakan melalui platform *Google Form*. Metode ini dipilih karena lebih praktis dan memungkinkan mahasiswa untuk memberikan jawaban secara fleksibel sesuai waktu luang mereka. Dengan cara ini, proses pengumpulan data dapat

menjangkau seluruh subjek penelitian tanpa terkendala waktu dan lokasi. Teknik analisis data dilakukan dengan menerapkan teknik triangulasi untuk meningkatkan validitas temuan. Langkah-langkahnya dimulai dengan pengumpulan data dari berbagai sumber, kemudian dilanjutkan dengan seleksi data untuk memilih informasi yang relevan. Setelah itu, data disajikan secara sistematis sehingga pola dan tema dapat diidentifikasi, dan akhirnya ditarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis tersebut. (Sugiyono, 2020). Dengan pendekatan ini, peneliti dapat menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh terhadap fenomena yang diteliti.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan Pengetahuan Pedagogis Calon Guru Matematika

Pengetahuan pedagogis merupakan salah satu aspek fundamental yang mempengaruhi kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad 21. Berdasarkan hasil wawancara, mayoritas calon guru memiliki pemahaman dasar yang baik tentang konsep-konsep pedagogis, seperti teori belajar, pengelolaan kelas, serta

penerapan berbagai metode pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Sebagaimana ungkapan Responden:

Dalam merancang pembelajaran matematika, penerapan pendekatan, metode, dan model pembelajaran yang tepat, serta teknik kolaboratif yang efektif sangat penting. Selain itu, pemahaman yang mendalam terhadap latar belakang, gaya belajar, dan kebutuhan individual siswa menjadi kunci dalam menyesuaikan strategi pengajaran agar lebih efektif dan relevan. (wawancara dengan R1, R2)

Hal tersebut sejalan dengan berbagai teori pendidikan yang relevan dalam konteks kesiapan calon guru matematika, khususnya terkait dengan pengajaran yang fleksibel dan adaptif. Tomlinson, dalam konteks *differentiated instruction*, menekankan pentingnya penyesuaian strategi pengajaran berdasarkan perbedaan karakteristik siswa, baik dalam hal kemampuan, minat, maupun gaya belajar (Sarnoto, 2024). Hal ini sangat relevan bagi calon guru matematika yang perlu merancang dan melaksanakan pembelajaran yang dapat mengakomodasi keberagaman tersebut, seperti melalui pendekatan

konstruktivisme, *Problem-Based Learning* (PBL), *Project-Based Learning* (PjBL), dan teknik kolaboratif seperti Jigsaw. Pendekatan-pendekatan ini memungkinkan siswa untuk belajar sesuai dengan kebutuhan mereka, baik secara individu maupun dalam kelompok, sehingga pembelajaran menjadi lebih inklusif dan efektif (Yuliati dkk., 2024).

Menurut pendapat Zebua, (2024) penerapan *Zone of Proximal Development* (ZPD) yang dikemukakan oleh Vygotsky juga menjadi penting dalam konteks ini, di mana siswa akan belajar paling efektif ketika diberikan tantangan yang sedikit lebih tinggi dari tingkat kemampuan mereka, namun masih dalam jangkauan dukungan dari guru atau teman sejawat. Dalam konteks pengajaran matematika, hal ini berarti bahwa calon guru matematika harus mampu memberikan dukungan yang tepat melalui *scaffolding*, serta menciptakan kesempatan untuk kolaborasi antar siswa (Aprilia, 2024). Dengan demikian, mereka dapat bekerja bersama untuk memecahkan masalah yang lebih kompleks, seperti yang diterapkan dalam model-model pembelajaran berbasis proyek atau kelompok.

Kemudian, hal ini juga selaras dengan pendapat Trisnani, (2024) yang mengemukakan bahwa teori *Multiple Intelligences* yang dikemukakan oleh Gardner juga memperkuat pentingnya variasi dalam strategi pengajaran, mengingat siswa memiliki kecerdasan yang berbeda-beda. Dalam pengajaran matematika, calon guru perlu merancang pembelajaran yang melibatkan berbagai jenis kecerdasan, seperti visual-spasial, kinestetik, dan logika-matematika, untuk memastikan setiap siswa dapat belajar sesuai dengan kekuatan mereka masing-masing. Saputra, (2023) juga mengatakan bahwa penggunaan teknologi, seperti GeoGebra, serta model pembelajaran berbasis proyek dapat memungkinkan siswa untuk mengembangkan potensi mereka secara maksimal.

Mengacu dalam konteks kompetensi pedagogik, calon guru matematika harus siap untuk merancang pembelajaran yang fleksibel dan adaptif sesuai dengan prinsip-prinsip tersebut. Berdasarkan teori Shulman, kompetensi pedagogik ini mencakup pemahaman mendalam tentang konten matematika, kemampuan memilih metode yang tepat, serta kemampuan untuk

menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan siswa (Ilyas, 2013). Oleh karena itu, calon guru matematika perlu mempersiapkan diri untuk tidak hanya menguasai materi matematika, tetapi juga mampu merancang dan melaksanakan pembelajaran yang dapat mendukung keberagaman siswa di dalam kelas. Dengan pendekatan yang tepat, calon guru dapat menciptakan pengalaman belajar yang menarik, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik siswa yang berbeda-beda.

Pengetahuan Teknologi Calon Guru Matematika

Pengetahuan teknologi, khususnya dalam konteks penggunaan alat dan aplikasi digital dalam pembelajaran, menjadi faktor penting dalam kesiapan calon guru menghadapi tantangan abad 21. Mayoritas calon guru memahami pentingnya pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa. Namun, penerapan teknologi dalam konteks pendidikan matematika sering sekali terkendala oleh keterbatasan keterampilan teknis. Sebagaimana ungkapan Responden:

Literasi digital sangat penting bagi seorang guru di era pendidikan saat ini, karena kemampuan untuk menggunakan teknologi dan alat digital tidak hanya meningkatkan efektivitas pengajaran, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif bagi siswa. Untuk mendukung pembelajaran matematika, di mana saya akan menggunakan beberapa alat digital seperti GeoGebra, yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsep geometri dan aljabar secara visual, serta Kahoot untuk membuat kuis interaktif yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memberikan umpan balik instan tentang pemahaman mereka. Namun, dalam pengaplikasian teknologi pasti terdapat kendala-kendala atau keterbatasan. (wawancara dengan R4, R5: 15/11/24)

Aspek pengetahuan teknologi calon guru matematika merupakan elemen penting dalam mempersiapkan mereka menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21. Menurut Putri, (2023) seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, penguasaan terhadap berbagai alat digital menjadi kebutuhan untuk

menciptakan pembelajaran yang efektif, menarik, dan relevan bagi siswa. Gusteti, (2024) mengatakan bahwa teknologi seperti *GeoGebra*, *Desmos*, *Quizizz*, *Kahoot*, dan *Google Classroom* tidak hanya menjadi pelengkap, tetapi juga bagian integral dalam mendukung pemahaman konsep matematika, terutama yang bersifat abstrak seperti grafik fungsi, geometri, dan aljabar. *GeoGebra* dan *Desmos*, misalnya, membantu siswa memvisualisasikan konsep secara interaktif, sementara *Quizizz* dan *Kahoot* memberikan pengalaman belajar berbasis permainan yang menyenangkan sekaligus memberikan umpan balik instan. Selain itu, *Google Classroom* mempermudah pengelolaan materi, tugas, dan komunikasi antara guru dan siswa secara efisien. Dengan alat-alat ini, calon guru matematika dapat meningkatkan pemahaman konsep, menciptakan pembelajaran yang interaktif, dan memfasilitasi pembelajaran mandiri siswa melalui platform seperti Khan Academy.

Menurut Azizah, (2022) untuk mendukung penguasaan teknologi dalam pembelajaran matematika, calon guru harus memiliki keterampilan penting, seperti

keterampilan teknis dalam mengoperasikan perangkat lunak pendidikan seperti *GeoGebra* atau *Desmos*. Kemudian Sitompul, (2022) mengatakan bahwa calon guru juga harus memiliki keterampilan pedagogis untuk merancang pembelajaran berbasis teknologi yang sesuai dengan kebutuhan siswa, serta keterampilan komunikasi untuk memanfaatkan platform digital dalam menyampaikan materi secara efektif. Selain itu, calon guru perlu memiliki kemampuan adaptasi agar dapat menyesuaikan penggunaan teknologi dengan kondisi kelas yang beragam, dan keterampilan berpikir kritis untuk mengevaluasi alat digital yang paling relevan dan efektif.

Namun, dalam penerapannya, calon guru sering menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan keterampilan teknologi, akses terhadap fasilitas teknologi, dan adaptasi dari pembelajaran konvensional ke digital. Irawan, (2023) mengemukakan bahwa solusi untuk mengatasi hal ini meliputi pelatihan literasi digital yang berfokus pada aplikasi sederhana dan relevan, pemanfaatan teknologi yang mudah diakses seperti *smartphone*, serta pendekatan bertahap dalam integrasi

teknologi ke pembelajaran. Pengetahuan teknologi calon guru mencerminkan kesiapan mereka untuk mendesain pembelajaran yang adaptif, relevan, dan menarik bagi siswa, sekaligus membangun keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan kreativitas. Oleh karena itu, peningkatan literasi digital menjadi fokus utama dalam mempersiapkan calon guru matematika yang kompeten dan relevan dengan kebutuhan zaman.

Inovasi Pembelajaran dalam Menghadapi Tantangan Abad 21

Inovasi pembelajaran didefinisikan sebagai penerapan ide-ide baru, metode, atau teknologi dalam proses pendidikan untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan relevansi pembelajaran (Hertina dkk., 2024). Dalam konteks pendidikan abad ke-21, inovasi pembelajaran menjadi esensial untuk memenuhi tuntutan perkembangan zaman, terutama dalam mempersiapkan siswa agar memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan adaptif. Dalam pembelajaran matematika, inovasi tidak hanya mencakup pendekatan yang

mempermudah pemahaman konsep, tetapi juga strategi yang mengintegrasikan teknologi dan konteks dunia nyata agar siswa lebih termotivasi dan terlibat secara aktif dalam proses belajar. Berdasarkan wawancara, calon guru matematika menunjukkan minat yang tinggi terhadap berbagai inovasi pembelajaran yang dapat memperkaya pengalaman belajar siswa, seperti pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*), pembelajaran daring, dan gamifikasi. Sebagaimana ungkapan Responden:

Metode inovatif yang ingin saya coba terapkan untuk membuat siswa lebih tertarik pada pelajaran matematika adalah pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning). Kemudian, Saya ingin mencoba metode gamifikasi, seperti membuat kuis atau permainan matematika, menggunakan simulasi AR, dan pendekatan pembelajaran berbasis proyek untuk membangun ketertarikan serta keterampilan berpikir kritis siswa dan menerapkan blended learning dengan menggunakan platform seperti google clasroom, educaplay. (wawancara dengan R6, R7, R8: 15/11/24)

Pendapat ini didukung oleh Djatmika & Praherdhiono, (2024) yang menyoroti bahwa pendekatan berbasis proyek dan gamifikasi dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu mereka menghubungkan konsep abstrak dengan aplikasi dunia nyata (Ristiana & Dahlan, 2021). Sementara itu, Muhali, (2019) menekankan pentingnya inovasi pembelajaran yang mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi. Untuk mampu menerapkan inovasi tersebut, calon guru perlu menguasai berbagai keterampilan. Kerangka kerja *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) oleh Akbar, (2023) menegaskan pentingnya integrasi pengetahuan tentang konten, pedagogi, dan teknologi untuk merancang pembelajaran yang responsif terhadap kebutuhan siswa, khususnya dalam pembelajaran diferensiasi.

Selain itu, menurut Baro'ah dkk, (2023) pendidik perlu mengembangkan kemampuan berpikir kritis untuk mengevaluasi metode pembelajaran dan menemukan solusi kreatif atas tantangan yang ada. Kreativitas

menjadi penting dalam menghasilkan ide-ide baru yang menarik, termasuk mendesain aktivitas yang relevan. Kemudian, Iswahyudi dkk, (2023) menegaskan bahwa kemampuan komunikasi dan kolaborasi mendukung kerja sama dengan siswa, kolega, dan orang tua, sementara literasi digital menjadi keharusan dalam memanfaatkan aplikasi pembelajaran, platform kolaborasi, dan alat visualisasi. Pemahaman konteks dunia nyata membantu guru membuat materi yang relevan dan aplikatif, sedangkan manajemen proyek mendukung pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek secara efektif. Nugraha dan Frinaldi, (2023) juga menekankan bahwa keterampilan reflektif juga diperlukan untuk mengevaluasi dan menyesuaikan strategi pembelajaran. Dengan menguasai keterampilan-keterampilan tersebut, calon guru dapat menciptakan inovasi pembelajaran yang inklusif, interaktif, dan relevan, serta membekali siswa dengan kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan mereka untuk menghadapi tantangan masa depan.

Kesiapan Menghadapi Tantangan Abad 21: Perspektif Pedagogis dan Inovasi Pembelajaran

Dalam menghadapi abad 21, calon guru matematika dihadapkan pada berbagai tantangan yang memerlukan kesiapan pedagogis dan penerapan inovasi pembelajaran yang dapat memenuhi kebutuhan siswa di era digital. Menurut Rukmana, (2023) tantangan tersebut mencakup berbagai aspek, seperti integrasi teknologi dalam pembelajaran, pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, serta penciptaan lingkungan belajar yang inklusif dan kolaboratif. Selain itu, calon guru juga perlu memahami perubahan peran guru dari sekadar penyampai materi menjadi fasilitator pembelajaran yang mampu membimbing siswa untuk belajar secara mandiri dan kreatif.

Tidak hanya itu, Tarihoran, (2019) menegaskan bahwa guru matematika di abad 21 juga dituntut untuk menyesuaikan pendekatan pengajaran dengan kebutuhan dan karakteristik generasi digital yang terbiasa dengan akses cepat terhadap informasi. Hal ini memerlukan kemampuan untuk mendesain pembelajaran yang interaktif, berbasis

teknologi, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Dalam konteks ini, pendekatan seperti *flipped classroom*, *blended learning*, atau penggunaan simulasi berbasis perangkat lunak menjadi semakin penting. Hal ini selaras dengan pendapat R6 tentang tantangan yang mungkin akan dihadapi oleh calon guru matematika pada saat mengajar nantinya, adapun pendapatnya:

Dengan perkembangan teknologi yang pesat, tantangan mengajar menjadi semakin kompleks. Calon guru matematika perlu menguasai perangkat dan aplikasi digital, seperti *GeoGebra* atau platform daring, agar dapat mendukung pembelajaran secara efektif. Teknologi harus dimanfaatkan untuk memperkuat pemahaman siswa, bukan sekadar menjadi pelengkap. Kemudian, calon guru juga harus dibekali dengan kemampuan dalam merancang pembelajaran dan penyesuaian pendekatan pengajaran dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. (wawancara dengan R6: 15/11/24)

Hal di atas sejalan dengan pendapat para ahli yang mengemukakan bahwa tantangan bagi calon guru dalam menghadapi

abad 21 dapat dilihat dari dua perspektif utama: pedagogis dan inovasi pembelajaran. Dari perspektif pedagogis, calon guru dihadapkan pada kebutuhan untuk memahami perbedaan gaya belajar siswa dan menciptakan pembelajaran yang inklusif, interaktif, serta berbasis keterampilan abad 21 seperti (4C: *Critical Thinking, Communication, Collaboration, Creativity*). Menurut Tarihoran, (2019) guru abad 21 harus mampu mengembangkan pembelajaran yang mendukung keterampilan abad 21 ini agar siswa dapat siap menghadapi tantangan global. Sementara itu, Aridanthy, (2024) dalam perspektif inovasi pembelajaran menegaskan bahwa, calon guru perlu menguasai teknologi dan metode pembelajaran yang inovatif untuk meningkatkan pemahaman matematika siswa. Perkembangan teknologi yang pesat mengharuskan guru untuk mengintegrasikan alat seperti *GeoGebra* atau *Khan Academy* ke dalam pengajaran mereka. Seperti yang dikemukakan oleh Gunawan, (2020) dalam kerangka TPACK, penguasaan teknologi, pedagogi, dan konten secara simultan dapat menciptakan pengalaman belajar

yang lebih efektif dan menarik. Kedua perspektif ini sangat penting dalam mempersiapkan calon guru untuk menghadapi tantangan pendidikan abad 21. Berikut adalah tabel yang mengintegrasikan kesiapan calon guru matematika dengan perspektif pedagogis dan inovasi pembelajaran dalam menghadapi tantangan abad 21:

Tabel 1 Analisis Kesiapan Calon Guru Matematika dalam Menghadapi Tantangan Pendidikan di Abad 21

| Perspektif | Tantangan | Kesiapan yang Diharapkan dari Calon Guru Matematika | Solusi |
|------------|---|--|---|
| Pedagogis | Perbedaan Gaya Belajar: Mengakomodasi siswa dengan gaya belajar yang berbeda (<i>visual, auditori, kinestetik</i>). | Mampu menganalisis kebutuhan siswa berdasarkan gaya belajar dan kemampuan individu. | Pelatihan strategi diferensiasi pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan siswa. |
| | Keterampilan Abad 21: Mengembangkan keterampilan 4C dalam pembelajaran matematika | Mampu merancang pembelajaran berbasis aktivitas yang mengintegrasikan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi | Desain pembelajaran berbasis aktivitas nyata yang mendorong kolaborasi, komunikasi, dan |

| Perspektif | Tantangan | Kesiapan yang Diharapkan dari Calon Guru Matematika | Solusi | Perspektif | Tantangan | Kesiapan yang Diharapkan dari Calon Guru Matematika | Solusi |
|------------|---|--|---|------------|---|---|---|
| | | , dan kreativitas | keaktivitas siswa. | | | meningkatkan minat belajar siswa. | |
| | <i>Differentiated Instruction:</i> Menyesuaikan strategi pengajaran sesuai kebutuhan siswa yang beragam. | Memiliki pemahaman untuk mengimplementasikan pendekatan diferensiasi pembelajaran. | Rancangan tugas individual dan kelompok yang relevan dengan kemampuan siswa. | | Pembelajaran Kontekstual: Mengaitkan konsep matematika dengan kehidupan nyata | Mampu menciptakan suasana pembelajaran yang melibatkan siswa dalam menelusuri konsep matematika dan mengaitkannya dengan kehidupan nyata. | Implementasi pendekatan pembelajaran yang <i>contextual</i> dan aktif melibatkan siswa dalam prosesnya. |
| | Motivasi Belajar: Membuat pembelajaran menarik dan meningkatkan keterlibatan siswa. | Mampu menciptakan suasana belajar yang interaktif dan mendukung keterlibatan siswa | Implementasi <i>cooperative learning</i> untuk meningkatkan interaksi dan motivasi siswa. | | Penguasaan TPACK: Menggabungkan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten matematika secara efektif. | Mampu mengintegrasikan teknologi dengan pendekatan pedagogis dan konten (TPACK) | Penggunaan teknologi pendidikan untuk membuat pembelajaran lebih interaktif, seperti simulasi visual dengan <i>GeoGebra</i> . |
| Inovasi | Integrasi Teknologi: Kesiapan menggunakan perangkat lunak seperti <i>GeoGebra</i> , <i>Khan Academy</i> , atau aplikasi lainnya. | Mampu menggunakan teknologi pendidikan seperti <i>GeoGebra</i> untuk mendukung pembelajaran matematika. Mampu menciptakan aktivitas interaktif seperti gamifikasi untuk | Pelatihan literasi digital untuk calon guru agar mampu memanfaatkan teknologi secara kreatif. | | Pembelajaran Berbasis Proyek: Merancang kegiatan berbasis proyek atau masalah dunia nyata. | Mampu merancang pembelajaran berbasis masalah dan proyek yang relevan dengan dunia nyata | Implementasi <i>Problem-Based Learning (PBL)</i> dan <i>Project-Based Learning (PjBL)</i> untuk menghu |

| Perspektif | Tantangan | Kesiapan yang Diharapkan dari Calon Guru Matematika | Solusi |
|------------|--|---|---|
| | | | bungkan konsep matematika dengan konteks nyata. |
| | Kolaborasi Antar Disiplin: Mengintegrasikan matematika dengan mata pelajaran lain. | Mampu mendesain pembelajaran lintas disiplin yang relevan dengan konteks kehidupan siswa. | Implementasi pembelajaran tematik integratif yang melibatkan kolaborasi antar mata pelajaran. |

Tabel 1 di atas menekankan bahwa kesiapan calon guru matematika melibatkan penguasaan kompetensi pedagogis dan inovasi pembelajaran sebagai dua pilar utama untuk menghadapi tantangan abad 21. Setiap tantangan memiliki kesiapan yang diharapkan dari calon guru dan solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan tersebut.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad 21 sangat

dipengaruhi oleh dua aspek utama: perspektif pedagogis dan inovasi pembelajaran. Calon guru perlu memiliki pemahaman yang mendalam tentang teori-teori pedagogis serta kemampuan untuk menerapkan berbagai metode pembelajaran yang inovatif dan adaptif. Hal ini mencakup penggunaan pendekatan seperti *Problem-Based Learning* (PBL) dan *Project-Based Learning* (PjBL), yang dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu mereka memahami konsep-konsep matematika yang kompleks.

Selain itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran menjadi krusial untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan relevan. Calon guru matematika harus mampu memanfaatkan alat dan sumber daya digital untuk mendukung proses pembelajaran, sehingga siswa dapat mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan kreativitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas calon guru memiliki pemahaman yang baik terkait pengetahuan pedagogis dasar, seperti teori belajar dan pengelolaan kelas, serta pentingnya pendekatan yang inklusif dan adaptif. Namun,

masih terdapat tantangan signifikan, terutama dalam integrasi teknologi ke dalam pembelajaran, yang membutuhkan peningkatan literasi digital dan pelatihan lebih lanjut.

Inovasi pembelajaran, seperti penggunaan *GeoGebra*, gamifikasi, dan pembelajaran berbasis proyek, diidentifikasi sebagai pendekatan yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan relevansi pembelajaran matematika di era digital. Penelitian ini juga menegaskan pentingnya pendekatan TPACK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) dan pembelajaran diferensiasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang responsif terhadap kebutuhan individu siswa.

Kolaborasi antara calon guru, pengembang materi ajar, dan pemangku kebijakan pendidikan sangat penting untuk memastikan bahwa pendidikan matematika tetap relevan dengan perkembangan zaman. Dengan demikian, kesiapan calon guru matematika dalam perspektif pedagogis dan inovasi pembelajaran akan menjadi kunci untuk menciptakan lingkungan belajar yang adaptif dan efektif, serta mempersiapkan siswa untuk

menghadapi tantangan global di masa depan

Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya yaitu disarankan untuk menggunakan pendekatan campuran (*mixed-methods*) untuk menghasilkan data yang lebih komprehensif. Selain itu, fokus pada implementasi praktis sangat penting untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, misalnya dengan mengeksplorasi bagaimana calon guru matematika mengaplikasikan inovasi pembelajaran dalam situasi kelas nyata. Pengembangan model pelatihan yang dirancang untuk meningkatkan literasi digital, kemampuan pedagogis, dan keterampilan integrasi teknologi calon guru juga menjadi area yang layak untuk diteliti.

Penelitian ini memiliki beberapa kelebihan yang signifikan di antaranya yaitu: 1) Pendekatannya yang holistik berhasil menggabungkan dua perspektif utama, yaitu kesiapan pedagogis dan inovasi pembelajaran, 2) Fokus pada konteks pendidikan Indonesia juga menjadi nilai tambah, karena memberikan kontribusi penting terhadap literatur lokal dan menyoroti kebutuhan spesifik calon guru di lingkungan tersebut, 3) Penekanan

pada pentingnya penguasaan TPACK relevan dengan tantangan abad 21, dan 4) Metodologi kualitatif deskriptif yang digunakan memberikan data yang kaya dan mendalam tentang pandangan calon guru.

Namun, penelitian ini juga memiliki beberapa kelemahan di antaranya yaitu: 1) Cakupan sampel yang terbatas, yaitu hanya 29 mahasiswa di satu prodi, 2) Penelitian ini juga tidak mengevaluasi implementasi langsung inovasi pembelajaran di kelas, 3) Pengukuran keterampilan literasi digital dan teknologi calon guru tidak dilakukan secara kuantitatif, sehingga sulit untuk menilai sejauh mana kemampuan mereka dalam aspek tersebut.

Dapat disimpulkan, penelitian ini berkontribusi pada upaya berkelanjutan untuk meningkatkan kesiapan calon guru matematika dalam menghadapi tantangan abad 21 dan menawarkan langkah-langkah praktis untuk memperkuat perspektif pedagogis serta inovasi pembelajaran. Dengan mengatasi tantangan yang diidentifikasi, calon guru matematika dapat lebih siap untuk memenuhi kebutuhan pendidikan yang terus berkembang

dan berkontribusi pada reformasi pendidikan yang lebih luas..

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, J. S., Dharmayanti, P. A., Nurhidayah, V. A., Lubis, S. I. S., Saputra, R., Sandy, W., Maulidiana, S., Setyaningrum, V., Lestari, L. P. S., & Ningrum, W. W. (2023). *Model & Metode Pembelajaran Inovatif: Teori Dan Panduan Praktis*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Aminah, N., & Rochmad, R. (2020). Integrasi teknologi dalam pengajaran matematika. *Mathline: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 87–100.
<https://doi.org/10.31943/mathline.v5i1.122>
- Aminah, N., & Wahyuni, M. P. I. (2019). *Keterampilan Dasar Mengajar*. LovRinz Publishing.
- Annisa, N. (2022). *Kompetensi Seorang Guru Dan Tantangan Pembelajaran Abad 21*.
- Aprilia, P. (2024). Cara Penanganan Siswa Berkemampuan di Atas Rata-Rata Sedang dan Rendah. *Journal of Knowledge and Collaboration*, 1(7), 311–323.
<https://doi.org/10.59613/6q3akf79>
- Aridanthy, V. (2024). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Guru pada Pembelajaran Matematika Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 7(1), 389–398.
<https://doi.org/10.30605/jsgp.7.1.2024.3878>
- Azizah, A. N. (2022). *Matematika di era disrupsi peluang dan*

- tantangan.* Alinea Media Dipantara.
- Baro'ah, S., Trisnawati, S. N. I., Ernawati, A., Supatminingsih, T., Aziz, F., Aziz, M., Astuti, R., Isma, A., & Hasyim, S. H. (2023). Kurikulum Merdeka: Inovasi Kurikulum di Indonesia. *Penerbit Tahta Media*.
- Djatmika, E. T., & Praherdhiono, H. (2024). Belajar Matematika Lebih Menyenangkan: Pengembangan Multimedia Interaktif berbasis Gamifikasi untuk Operasi Bilangan Bulat. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4), 5045–5060. <https://doi.org/10.58230/27454312.1185>
- Faradilla, H., & Putra, A. (2024). Technological, Pedagogical, And Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa Tahun Ketiga Calon Guru Matematika. *JURNAL SILOGISME: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya*, 9(1), 27–41. <http://dx.doi.org/10.24269/silogisme.v9i1.8951>
- Febriani, P., Widada, W., & Herawaty, D. (2019). Pengaruh pembelajaran matematika realistik berbasis etnomatematika terhadap kemampuan pemahaman konsep matematika siswa SMA Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 4(2), 120–135. <https://doi.org/10.33369/jpmr.v4i2.9761>
- Fitrah, M. (2018). *Metodologi penelitian: penelitian kualitatif, tindakan kelas & studi kasus*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Fitri, W. A., & Dilia, M. H. H. (2024). Optimalisasi Teknologi AI dalam Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran. *Sindoro: Cendikia Pendidikan*, 5(11), 11–20. <https://doi.org/10.9644/sindoro.v5i11.4829>
- Fitriani, A., Kartini, A., Maulani, M., & Prihantini, P. (2022). Peran Guru dan Strategi Pembelajaran dalam Memenuhi Kompetensi Siswa Abad 21. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 16491–16498. <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i2.5056>
- Gunawan, D., Sutrisno, S., & Muslim, M. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan TPACK untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 249–261. <https://dx.doi.org/10.36709/jpm.v11i2.11518>
- Gusteti, M. U. (2024). *Era Digital dalam Kelas Matematika: Menggabungkan Teknologi dengan Alat Peraga Tradisional*. Mega Press Nusantara.
- Hayati, R., Abdillah, T. R., Meilinar, F., & Zuraini, Z. (2024). Pendampingan Guru Melalui Difusi Inovasi Pendidikan Dalam Pembelajaran Berdiferensiasi Terintegrasi TPACK. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(5), 4802–4813. <https://doi.org/10.31764/jmm.v8i5.26408>
- Hertina, D., Nurhidaya, M., Gaspersz, V., Nainggolan, E. T. A., Rosmiati, R., Sanulita, H., Suhirman, L., Pangestu, L., Priskusanti, R. D., & Ahmad, A.

- (2024). *Metode Pembelajaran Inovatif Era Digital: Teori dan Penerapan*. PT. Green Pustaka Indonesia.
- Hutabarat, R., Asri, J., & Nababan, D. (2024). Peran Guru Dalam Pembelajaran. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Ilmu*, 1(1), 58–64. <https://doi.org/10.69714/hffp5w07>
- Ilyas, M. (2013). Kompetensi Pedagogik Guru Matematika SMK Negeri Se-Kota Palopo Berdasarkan Pengalaman Mengajar. *Jurnal Dinamika*, 4(2), 47–58.
- Irawan, C. M. (2023). Kurikulum Merdeka dan pengembangan perangkat pembelajaran sebagai solusi menjawab tantangan sosial dan keterampilan abad-21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan NonFormal*, 1.
- Iskandar, A., Winata, W., Kurdi, M. S., Sitompul, P. H. S., Kurdi, M. S., Nurhayati, S., Hasanah, M., & Haluti, F. (2023). *Peran Teknologi Dalam Dunia Pendidikan*. Yayasan Cendekiawan Inovasi Digital Indonesia.
- Isma, A., Isma, A., Isma, A., & Isma, A. (2023). Peta Permasalahan Pendidikan Abad 21 di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Terapan*, 11–28. <https://doi.org/10.61255/jupiter.v1i3.153>
- Isti'ana, A. (2024). Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran Pendidikan Islam. *Indonesian Research Journal on Education*, 4(1), 302–310. <https://doi.org/10.31004/irje.v4i1.493>
- Iswahyudi, M. S., Irianto, I., Salong, A., Nurhasanah, N., Leuwol, F. S., Januaripin, M., & Harefa, E. (2023). *Kebijakan Dan Inovasi Pendidikan: Arah Pendidikan di Masa Depan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Johar, R., & Hanum, L. (2021). *Strategi Belajar Mengajar: Untuk Menjadi Guru yang Profesional*. Syiah Kuala University Press.
- Ledoh, C. C., Judijanto, L., Jumiono, A., Apriyanto, A., & Hakpantria, H. (2024). *Revolusi Industri 5.0: Kesiapan Generasi-Z dalam Menghadapi Persaingan Global*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Mantau, B. A. K., & Talango, S. R. (2023). Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 dalam Proses Pembelajaran (Literature Review). *Irfani (e-Journal)*, 19(1), 86–107. <https://doi.org/10.30603/ir.v19i1.3897>
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Maryono, M. (2015). Analisis Pedagogical Content Knowledge (PCK) guru matematika dan praktik pembelajarannya. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 1(2), 58–71. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v1i2.200>
- Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami,

- Z., & Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan animasi sebagai media pembelajaran berbasis teknologi untuk meningkatkan motivasi belajar. *Journal on Education*, 6(1), 732–741. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2988>
- Muhali, M. (2019). Pembelajaran inovatif abad ke-21. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 3(2), 25–50. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v3i2.126>
- Mukaromah, E. (2020). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Meningkatkan Gairah Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Education Management & Administration Review*, 4(1), 175–182. <http://dx.doi.org/10.4321/ijemar.v4i1.4381>
- Mulyana, A., Susilawati, E., Fransisca, Y., Arismawati, M., Madrapriya, F., Phety, D. T. O., Putranto, A. H., Fajriyah, E., Kurniawan, R., & Asri, Y. N. (2024). *Metode penelitian kuantitatif*. Tohar Media.
- Nainggolan, E. (2023). Penggunaan Sumber Belajar Dalam Pengajaran Matematika. *Konstanta: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(4), 46–56.
- Nugraha, O. B., & Frinaldi, A. (2023). Inovasi Yang Ditawarkan Kurikulum Merdeka Belajar Dan Bagaimana Implementasinya. *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 17(1). <https://doi.org/10.31869/mi.v17i1.4528>
- Nurhidayati, E. (2017). Pedagogi konstruktivisme dalam praksis pendidikan Indonesia. *Indonesian Journal of Educational Counseling*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.30653/001.201711.2>
- Nurwahid, M. (2023). Setrategi Internalisasi Kurikulum Merdeka dalam Pembelajaran Matematika: Sebuah Pendekatan Inovatif. *MATH-EDU: Jurnal Ilmu Pendidikan Matematika*, 8(3), 225–236.
- Paramansyah, H. A., & SE, M. M. (2020). *Manajemen pendidikan dalam menghadapi era digital*. Arman Paramansyah.
- Putri, R. A. (2023). Pengaruh Teknologi dalam Perubahan Pembelajaran di Era Digital. *Journal of Computers and Digital Business*, 2(3), 105–111. <https://doi.org/10.56427/jcbd.v2i3.233>
- Ristiana, M. G., & Dahlan, J. A. (2021). Pandangan Mahasiswa Calon Guru dalam Penggunaan Model Gamifikasi dalam Pembelajaran Matematika. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 4(1), 127–136. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v4i1.p%25p>
- Rukin, S. P. (2019). *Metodologi penelitian kualitatif*. Yayasan Ahmar Cendekia Indonesia.
- Rukmana, A. Y., Supriandi, S., & Wirawan, R. (2023). Penggunaan teknologi dalam pendidikan: Analisis literatur mengenai efektivitas dan implementasi. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(07), 460–472.

- <https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i07.541>
- Saifudin, M. N., Cahyaningrum, Z. F., Habiba, D. H. I., Ulayya, S. D., & Susilo, B. E. (2024). Studi Literatur: Tantangan dan Peluang: Inovasi Pembelajaran Matematika di Era Revolusi Industri 4.0. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 906–913.
- Sakti, A. (2023). Meningkatkan Pembelajaran Melalui Teknologi Digital. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 2(2), 212–219.
<https://doi.org/10.55606/juprit.v2i2.2025>
- Sanjaya, B., & Syefrinando, B. (2024). *Implementasi TPACK bagi Guru*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Saputra, H., Utami, L. F., & Purwanti, R. D. (2023). Era Baru Pembelajaran Matematika: Menyongsong Society 5.0. *Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 5(2), 146–157.
<https://doi.org/10.31851/indiktika.v5i2.11155>
- Sarah, S., Si, S. P., Fuadi, T. M., Hadiati, S., Aswita, D., & Saputra, S. (2021). *Menjadi Pendidik Profesional Di Era Revolusi Industri 4.0*. Penerbit K-Media.
- Sarnoto, A. Z. (2024). Model pembelajaran berdiferensiasi dalam kurikulum merdeka. *Journal on Education*, 6(3), 15928–15939.
<https://doi.org/10.31004/joe.v6i3.5470>
- Sawitri, E., Astiti, M. S., & Fitriani, Y. (2019). Hambatan dan tantangan pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi. *Prosiding Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas Pgri Palembang*.
- Silvester, M. P., Purnasari, P. D., Saputro, T. V. D., & Usman, S. E. (2024). *Melangkah Ke Era Digital: Kompetensi Guru Sekolah Dasar dalam Pembelajaran Berbasis Teknologi*. MEGA PRESS NUSANTARA.
- Sitompul, B. (2022). Kompetensi guru dalam pembelajaran di era digital. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(3), 13953–13960.
<https://doi.org/10.31004/jptam.v6i3.4823>
- Solihin, R., Iqbal, M., & Muin, M. T. (2021). Konstruksi Kompetensi Pedagogik Guru dalam Pembelajaran. *Scaffolding: Jurnal Pendidikan Islam Dan Multikulturalisme*, 3(2), 85–94.
<https://doi.org/10.37680/scaffolding.v3i2.1085>
- Subroto, D. E., Supriandi, S., Wirawan, R., & Rukmana, A. Y. (2023). Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran di Era Digital: Tantangan dan Peluang bagi Dunia Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(07), 473–480.
<https://doi.org/10.58812/jpdws.v1i07.542>
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D / Sugiyono* (Cetakan Ke-3). Alfabeta.
- Sundari, E. (2024). Transformasi Pembelajaran Di Era Digital: Mengintegrasikan Teknologi Dalam Pendidikan Modern. *Sindoro: Cendikia Pendidikan*,

- 4(5), 25–35.
<https://doi.org/10.9644/sindoro.v4i5.3325>
- Tarihoran, E. (2019). Guru dalam pengajaran abad 21. *Sapa: Jurnal Kateketik Dan Pastoral*, 4(1), 46–58.
- Tamrin, H., & Masykuri, A. (2024). Inovasi metode pembelajaran berbasis teknologi dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *Journal of Islamic Educational Development*, 1(1), 63–72.
- Trisnani, N., Zuriah, N., Kobi, W., Kaharuddin, A., Subakti, H., Utami, A., Anggraini, V., Farhana, H., Pitriyana, S., & Watunglawar, B. (2024). *Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Kurikulum Merdeka*. PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Widodo, S., & Wardani, R. K. (2020). Mengajarkan keterampilan abad 21 4C (*communication, collaboration, critical thinking and problem solving, creativity and innovation*) di sekolah dasar. *MODELING: Jurnal Program Studi PGMI*, 7(2), 185–197.
<https://doi.org/10.69896/modeling.v7i2.665>
- Yaumi, M. (2011). Integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pembelajaran. *Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 14(1), 88–102.
<https://doi.org/10.24252/lp.2011.v14n1a6>
- Yuliati, C., Wulan, S., & Hapidin, H. (2024). Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Meningkatkan Motivasi dan Kemandirian Anak. *Murhum: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 969–980.
- Zebua, B. Z., Sihite, E. B., Gultom, L., Hia, L., & Manik, E. (2024). Implementasi Teori Vygotsky Dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal MathEducation Nusantara*, 7(2), 83–89.
<https://doi.org/10.32696/jmn.v7i2.387>
- Zulaiha, S., Meisin, M., & Meldina, T. (2023). Problematika guru dalam menerapkan kurikulum merdeka belajar. *Terampil: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Dasar*, 9(2), 163–177.
<https://dx.doi.org/10.24042/terampil.v9i2.13974>