



TECHNOLOGICAL, PEDAGOGICAL, AND CONTENT KNOWLEDGE (TPACK) MAHASISWA TAHUN KETIGA CALON GURU MATEMATIKA

Hanifa Faradilla^{1✉}, Aan Putra²

Info Artikel

Article History:

Received February 2024

Revised June 2024

Accepted July 2024

Keywords:

TPACK, Prospective Mathematics Teacher Students, Technological Knowledge, Pedagogical Knowledge, Content Knowledge

How to Cite:

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), halaman (27-41).

Abstrak

Calon guru harus memiliki pengetahuan tentang teknologi, pedagogi, dan konten matematika yang baik agar pembelajaran mencapai hasil yang optimal. Oleh karena itu, mahasiswa calon guru matematika harus dilengkapi dengan pemahaman tentang teknologi, pedagogi, dan konten matematika melalui berbagai mata kuliah. Namun, untuk mengevaluasi efektivitas mata kuliah tersebut dalam meningkatkan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)*, perlu dilakukan pengukuran secara berkala. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan tingkat TPACK mahasiswa tahun ketiga calon guru matematika. Penelitian ini melibatkan 20 mahasiswa tahun ketiga pendidikan matematika dari salah satu perguruan tinggi di Jambi, Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Angket TPACK yang digunakan terdiri dari 7 komponen TPACK dengan 35 pernyataan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung memiliki TPACK pada tingkat sedang. Oleh karena itu, perlu adanya upaya dari perguruan tinggi untuk mengoptimalkan TPACK mahasiswa melalui perkuliahan atau kegiatan di luar kelas selama masa studi yang tersisa.

Abstract

Prospective teachers need to have good knowledge of technology, pedagogy, and mathematics content to achieve optimal learning outcomes. Therefore, mathematics education students should be equipped with an understanding of technology, pedagogy, and mathematics content through various courses. However, to evaluate the effectiveness of these courses in enhancing Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK), periodic measurements are necessary. This research aims to elucidate the TPACK level of third-year mathematics education students. This research involves 20 third-year mathematics education students from one university in Jambi, Indonesia. This research uses a descriptive quantitative approach. The TPACK questionnaire used consists of 7 TPACK components with 35 statements. The results of descriptive analysis indicate that students tend to have a moderate level of TPACK. Therefore, efforts are needed from universities to optimize students' TPACK through lectures or extracurricular activities during the remaining study period.

PENDAHULUAN

Pendidikan calon guru bertujuan untuk mempersiapkan mereka dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan agar dapat efektif dalam mendidik siswa. Ini melibatkan pengembangan pemahaman mendalam tentang mata pelajaran yang diajarkan, kemampuan komunikasi yang baik atau keterampilan menyampaikan ide dengan jelas dan persuasif, baik secara lisan maupun tertulis (Zubaidah, 2016), pemahaman terhadap kebutuhan siswa, dan kemampuan menggunakan berbagai metode pengajaran yang sesuai. Menurut Septianti & Afiani (2020) pentingnya guru memiliki pemahaman mendalam tentang materi ajar mereka untuk mencapai hasil belajar optimal. Selain itu, pendidikan calon guru juga bertujuan untuk membentuk karakter guru yang peduli, adil, dan dapat memberikan pengaruh positif pada perkembangan siswa.

Kurikulum pendidikan calon guru matematika di Indonesia mencakup aspek-aspek penting dalam pengajaran dan pembelajaran matematika. Ini termasuk pemahaman konsep matematika yang menjadi landasan bagi guru maupun siswa untuk menciptakan kondisi pembelajaran yang terarah keterampilan komunikasi matematis (Atmaja, 2021), penggunaan teknologi dalam pengajaran matematika, serta strategi pengajaran yang inovatif. Selain itu, calon guru matematika juga diajarkan untuk mengidentifikasi kesulitan belajar siswa dan merancang metode pengajaran yang sesuai. Kurikulum juga biasanya melibatkan pemahaman mendalam tentang teori pembelajaran matematika, evaluasi dan penilaian kinerja siswa, serta pembelajaran kolaboratif. Fokus pada penerapan pengetahuan matematika dalam konteks kehidupan sehari-hari dan pemberdayaan siswa untuk berpikir kritis dan kreatif juga menjadi bagian integral dari muatan kurikulum untuk calon guru matematika di Indonesia.

Dalam konteks pendidikan, *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) adalah struktur perencanaan pembelajaran yang menggabungkan teknologi, pedagogi, dan konten sebagai elemen utama (Hidayati et al., 2018). TPACK adalah kerangka kerja yang mengintegrasikan 3 komponen utama yaitu pengetahuan konten (*Content Knowledge*), pengetahuan pedagogi (*Pedagogical Knowledge*), dan pengetahuan teknologi (*Technological Knowledge*) serta 4 komponen gabungan yang mencakup pengetahuan teknologi dan konten (*Technological Pedagogical Knowledge*), pengetahuan pedagogi dan konten (*Pedagogical Content Knowledge*), pengetahuan teknologi dan konten (*Technological Content Knowledge*), dan TPACK (*Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*) yang diperlukan oleh guru dalam proses pembelajaran.

Indikator TPACK tidak hanya mencakup kemampuan guru dalam merancang aktivitas pembelajaran matematika yang cerdas dengan menggunakan teknologi, tetapi juga menekankan penciptaan pengalaman pembelajaran yang bermakna untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa dan mengembangkan kemampuan intuisi siswa dalam bermatematika (Putrawangsa & Hasanah, 2018). Ini menuntut guru untuk tidak hanya sekadar mengintegrasikan teknologi, tetapi juga memastikan bahwa penggunaannya secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa terhadap konten matematika. Sholeh & Efendi (2023) menyoroti pentingnya pemahaman mendalam tentang konten dan penggunaan teknologi, menekankan bahwa guru perlu mengidentifikasi dan mengatasi tantangan pembelajaran dengan mengintegrasikan solusi teknologi yang sesuai. Selanjutnya, evaluasi dampak penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika menjadi indikator penting untuk memastikan bahwa pengintegrasian teknologi tidak hanya terjadi, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pembelajaran. Keseluruhan indikator TPACK menciptakan kerangka kerja holistik untuk mengukur keterampilan dan pengetahuan guru dalam menciptakan pendekatan pembelajaran matematika yang inovatif dan efektif.

Mahasiswa calon guru dengan tingkat TPACK (Teknologi, Pedagogi, dan Pengetahuan Konten) yang rendah dapat menghadapi sejumlah dampak yang signifikan dalam konteks pembelajaran. Menurut Perdani & Andayani (2021) semakin baik kemampuan teknologi, kemampuan pedagogik, dan pengetahuan bidang akuntansi mahasiswa calon guru membuat kesiapan mahasiswa untuk menjadi guru semakin baik. Jika tingkat TPACK mahasiswa calon guru rendah maka hak sebaliknya dapat terjadi



seperti kualitas pembelajaran menurun. Guru yang tidak memahami hubungan antara konten matematika, keterampilan pedagogi, dan penggunaan teknologi mungkin kesulitan merancang pengalaman pembelajaran yang sesuai. Kurangnya pemahaman guru terhadap TPACK dapat menghambat kreativitas dan inovasi dalam metode pengajaran matematika, membatasi potensi teknologi sebagai alat pembelajaran yang dinamis. Selain itu, penggunaan teknologi yang tidak terintegrasi dengan baik dapat menyebabkan penurunan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Guru yang tidak mampu menggunakan teknologi untuk evaluasi dan pemantauan kemajuan siswa juga dapat menghadapi kesulitan dalam memberikan umpan balik yang efektif dalam pembelajaran matematika. Peningkatan TPACK melalui pelatihan dan pengembangan profesional menjadi penting untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan kualitas pengajaran calon guru.

Penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya yaitu terletak di jurusan dan topik yang berbeda seperti penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi et al. (2018) pada mahasiswa calon guru fisika dan penelitian yang dilakukan oleh Sukaesih et al. (2017) pada mahasiswa calon guru biologi. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Hadi & Kurniawati (2020) yang menganalisis kemampuan TPACK mahasiswa dalam menyusun perangkat pembelajaran sekolah dasar pada mahasiswa calon guru SD.

Penelitian ini fokus pada deskripsi tingkat TPACK (*Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*) mahasiswa tahun ketiga yang merupakan calon guru matematika. Tujuan utama penelitian adalah menggambarkan sejauh mana pemahaman mereka terhadap integrasi teknologi, pengetahuan pedagogis, dan pengetahuan konten matematika. Dengan mengeksplorasi komponen TPACK ini, penelitian ini berusaha memberikan wawasan mendalam tentang kesiapan mahasiswa dalam mengaplikasikan teknologi dalam proses pembelajaran matematika, yang nantinya dapat berkontribusi pada pengembangan kurikulum dan strategi pengajaran yang lebih efektif di lingkungan pendidikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi evaluasi bagi perguruan tinggi untuk mengoptimalkan TPACK mahasiswa calon guru matematika.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif. Penelitian ini dilakukan di Program Studi Tadris Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Institut Agama Islam Negeri Kerinci. Teknik pengambilan sampel menggunakan *total sampling*. Subjek penelitian yakni mahasiswa semester enam sebanyak 20 orang dengan objek penelitian berfokus pada kemampuan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) mahasiswa calon guru matematika.

Metode pengumpulan data melibatkan instrumen angket tertutup dengan 35 pernyataan yang relevan dengan indikator. Instrumen penelitian ini menggunakan skala likert 5 dengan pilihan (sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju). Skala Likert ini digunakan sebagai alat penilaian untuk mengukur tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan mahasiswa terhadap pernyataan-pernyataan terkait kemampuan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) mahasiswa tahun ketiga calon guru matematika. Proses analisis data dimulai dengan mengumpulkan dan merapikan data tanggapan dari mahasiswa yang menjadi subjek penelitian. Kemudian, dilakukan penghitungan nilai rata-rata atau mean untuk setiap indikator dengan memperhitungkan nilai jawaban yang diberikan oleh responden pada setiap pernyataan.

Komponen-komponen TPACK mahasiswa yang meliputi *Content Knowledge* (CK), *Pedagogical Knowledge* (PK), *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), *Technological Content Knowledge* (TCK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) dan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) dikelompokkan menjadi 5 kategori dengan interpretasi seperti tersaji pada Tabel 1.



Tabel 1. Kategori Skor Komponen TPACK (Nuangchalerm, 2020)

No.	Skor Angket	Interpretasi
1.	4,51 – 5,00	Sangat Tinggi
2.	3,51 – 4,50	Tinggi
3.	2,51 – 3,50	Sedang
4.	1,51 – 2,50	Rendah
5.	1,00 – 1,50	Sangat Rendah

HASIL

TK (*Technological Knowledge*)

Technological Knowledge adalah pemahaman tentang berbagai aspek teknologi digital seperti komputer, internet, video digital, perangkat lunak, serta kemampuan untuk menguasai dan menyesuaikan diri dengan perkembangan teknologi baru (Malichatin, 2019).

Tabel 2. *Technological Knowledge* Mahasiswa

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya merasa percaya diri menggunakan teknologi matematika dalam pengajaran	3,75	Tinggi
2	Saya tahu cara mengintegrasikan aplikasi dan alat teknologi dalam pembelajaran matematika.	3,5	Sedang
3	Saya dapat menciptakan materi pembelajaran matematika yang menarik dengan memanfaatkan media digital.	3,6	Tinggi
4	Saya memiliki keterampilan dalam menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung pembelajaran matematika.	3,3	Sedang
5	Saya dapat mengatasi tantangan teknis yang mungkin muncul saat menggunakan teknologi dalam pembelajaran matematika.	2,95	Sedang
Rata-rata		3,42	Sedang

Dari hasil penelitian dalam Tabel 2 terlihat bahwa responden menunjukkan tingkat kepercayaan diri yang baik dalam menggunakan teknologi matematika dalam pengajaran. Mereka juga memiliki kemampuan untuk menciptakan materi pembelajaran matematika yang menarik dengan memanfaatkan media digital. Namun, terdapat penilaian sedang terkait kemampuan mengatasi tantangan teknis yang mungkin muncul dalam penggunaan teknologi, serta integrasi aplikasi dan alat teknologi dalam pembelajaran matematika. Secara keseluruhan, tingkat kompetensi mereka dapat dianggap berada pada kategori sedang. Evaluasi ini dapat menjadi panduan untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan keterampilan dan kepercayaan diri dalam pemanfaatan teknologi pada pembelajaran matematika.

PK (*Pedagogical Knowledge*)

Pedagogical Knowledge (PK) adalah pemahaman mengenai proses, praktik, dan metode dalam konteks pembelajaran. Dengan kata lain, PK adalah pengetahuan yang harus dimiliki oleh pendidik mengenai strategi, teknik, manajemen kelas, dan pendekatan yang efektif dalam menyampaikan materi pembelajaran (Malichatin, 2019).

Table 3. *Pedagogical Knowledge* Mahasiswa

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya dapat merancang rencana pembelajaran matematika yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa.	3,35	Sedang
2	Saya memiliki pemahaman yang baik tentang strategi pengajaran yang efektif untuk menyampaikan konsep matematika kepada siswa.	3,3	Sedang
3	Saya tahu bagaimana mengelola waktu pembelajaran matematika agar sesuai dengan kebutuhan siswa.	3,4	Sedang
4	Saya dapat menyesuaikan metode pengajaran saya untuk memenuhi gaya belajar berbeda diantara siswa.	3,45	Sedang



5	Saya memiliki keterampilan dalam memberikan umpan balik konstruktif kepada siswa untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep matematika.	3,5	Sedang
Rata-rata		3,4	Sedang

Dari data yang tertera di Tabel 3 terlihat bahwa secara keseluruhan, tingkat kompetensi dalam aspek pengajaran matematika dinilai sedang. Responden menyatakan kemampuan merancang rencana pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa, memahami strategi pengajaran efektif, mengelola waktu pembelajaran, menyesuaikan metode pengajaran dengan gaya belajar beragam, dan memberikan umpan balik konstruktif kepada siswa berada pada tingkat sedang. Evaluasi ini menyoroti potensi pengembangan untuk meningkatkan kompetensi pengajaran matematika, khususnya dalam hal adaptasi terhadap gaya belajar siswa yang beragam.

CK (Content Knowledge)

Content Knowledge (CK) adalah keterampilan dalam mengelola proses pembelajaran bagi para siswa (Turmuzi & Kurniawan, 2021). Pengetahuan ini mencakup strategi dan metode pembelajaran, serta melibatkan pemahaman tentang penilaian, perencanaan pembelajaran, dan proses belajar siswa.

Table 4. *Content Knowledge* Mahasiswa

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep-konsep matematika dasar yang akan diajarkan kepada siswa.	3,6	Tinggi
2	Saya dapat menjelaskan konsep-konsep matematika dengan cara yang mudah dipahami oleh siswa.	3,55	Tinggi
3	Saya memiliki keterampilan dalam memecahkan masalah matematika yang kompleks.	3	Sedang
4	Saya dapat mengidentifikasi hubungan antar konsep matematika dan mengaitkannya dengan situasi dunia nyata.	3,5	Sedang
5	Saya memiliki pengetahuan mendalam tentang kurikulum matematika yang berlaku dan standar pendidikan.	3,05	Sedang
Rata-rata		3,34	Sedang

Berdasarkan tabel 4 diatas menunjukkan bahwa secara keseluruhan, tingkat kompetensi dalam mengajar matematika berada pada kategori sedang. Responden menunjukkan pemahaman yang kuat terhadap konsep-konsep matematika dasar yang akan diajarkan (Tinggi) dan mampu menjelaskan konsep-konsep tersebut dengan cara yang mudah dipahami oleh siswa (Tinggi). Namun, kemampuan memecahkan masalah matematika yang kompleks dinilai sedang. Meskipun responden dapat mengidentifikasi hubungan antar konsep matematika dan mengaitkannya dengan situasi dunia nyata (Sedang), pengetahuan mendalam tentang kurikulum matematika yang berlaku dan standar pendidikan dinilai pada tingkat sedang. Evaluasi ini memberikan gambaran tentang kebutuhan pengembangan lebih lanjut, terutama dalam hal penerapan pengetahuan kurikulum dan peningkatan kemampuan memecahkan masalah matematika yang kompleks.

TPK (Technological Pedagogical Knowledge)

Technological Pedagogical Knowledge (TPK) merujuk pada pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat mendukung pendekatan pembelajaran (Murtiyasa & Atikah, 2021). Secara lebih rinci, *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) didefinisikan sebagai pemahaman dalam memanfaatkan berbagai teknologi dalam konteks pembelajaran, serta menerapkan penggunaan teknologi dalam berbagai aspek yang terkait dengan proses belajar mengajar (Padmavathi, 2017).



Table 5. *Technological Pedagogical Knowledge*

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya dapat merancang rencana pembelajaran matematika yang memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan pemahaman siswa	3,8	Sedang
2	Saya memiliki pemahaman tentang bagaimana mengintegrasikan perangkat lunak dan aplikasi teknologi dalam pengajaran matematika	3,35	Sedang
3	Saya tahu cara menggunakan teknologi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan relevan bagi siswa	3,6	Sedang
4	Saya dapat memilih dan mengelola sumber daya teknologi yang sesuai untuk mendukung pembelajaran matematika di kelas.	3,45	Sedang
5	Saya memiliki kemampuan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak dengan efektif dalam konteks pembelajaran matematika	3,25	Sedang
Rata-rata		3,49	Sedang

Berdasarkan data dari Tabel 5 di atas terlihat bahwa tingkat kompetensi penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika oleh responden berada pada kategori sedang. Mereka memiliki kemampuan merancang rencana pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan pemahaman siswa. Selain itu, mereka memiliki pemahaman tentang integrasi perangkat lunak dan aplikasi teknologi dalam pengajaran matematika, serta tahu cara menggunakan teknologi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik. Meskipun demikian, evaluasi menunjukkan bahwa pemilihan dan manajemen sumber daya teknologi serta kemampuan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak secara efektif masih berada pada tingkat sedang. Evaluasi ini memberikan gambaran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika.

PCK (*Pedagogical Content Knowledge*)

Pedagogical Content Knowledge (PCK) atau pengetahuan pedagogi yang berperan dalam pengajaran materi yang spesifik (Suyamto et al., 2020). Pada aspek ini dibutuhkan strategi pembelajaran yang sesuai dengan materi yang akan disampaikan.

Table 6. *Pedagogical Content Knowledge*

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya merasa yakin dapat menyampaikan konsep-konsep matematika dengan jelas dan dimengerti oleh siswa	3,25	Sedang
2	Saya memiliki keterampilan dalam merancang strategi pengajaran yang sesuai untuk membuat materi matematika menjadi lebih mudah dipahami	3,25	Sedang
3	Saya mampu menyusun pertanyaan yang merangsang pemahaman siswa terhadap konsep matematika	3,6	Tinggi
4	Saya tahu cara menyesuaikan metode pengajaran untuk memenuhi gaya belajar beragam siswa dalam pelajaran matematika	3,4	Sedang
5	Saya selalu mencari cara baru untuk meningkatkan pendekatan pengajaran saya agar lebih efektif dalam menyampaikan konten matematika	3,35	Sedang
Rata-rata		3,37	Sedang

Dari hasil Tabel 6 menunjukkan bahwa secara keseluruhan, tingkat kompetensi dalam pengajaran matematika oleh responden berada pada kategori sedang. Meskipun mereka merasa cukup yakin dalam menyampaikan konsep-konsep matematika dengan jelas, evaluasi menunjukkan bahwa kemampuan merancang strategi pengajaran yang sesuai untuk memudahkan pemahaman berada pada tingkat sedang. Namun, positifnya, responden memiliki kemampuan tinggi dalam menyusun pertanyaan yang merangsang pemahaman siswa terhadap konsep matematika. Selain itu, mereka juga menunjukkan kemampuan untuk menyesuaikan metode pengajaran dengan gaya belajar beragam siswa dan selalu mencari cara baru untuk meningkatkan pendekatan pengajaran agar lebih efektif dalam menyampaikan



konten matematika. Evaluasi ini memberikan gambaran tentang kekuatan dan area pengembangan dalam praktik pengajaran matematika.

TCK (*Technological Content Knowledge*)

Technological Content Knowledge (TCK) atau pengetahuan tentang penggunaan teknologi dalam penyampaian materi. Adapun menurut Mishra & Koehler (2006) *Technological Content Knowledge* (TCK) adalah pemahaman tentang hubungan antara teknologi dan konten.

Table 7. *Technological Content Knowledge*

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya memiliki pemahaman yang baik tentang cara menggunakan teknologi untuk menyampaikan konsep-konsep sulit dalam materi pelajaran saya	3,7	Tinggi
2	Saya tahu cara mengintegrasikan sumber daya digital yang relevan dengan materi pelajaran saya	3,35	Sedang
3	Saya mampu memilih alat atau aplikasi teknologi yang mendukung pembelajaran dalam bidang pelajaran saya	3,55	Tinggi
4	Saya memiliki pengetahuan tentang cara menggunakan teknologi untuk menyajikan informasi kompleks secara visual dan interaktif	3,25	Sedang
5	Saya tahu cara memanfaatkan simulasi atau model digital untuk menjelaskan konsep-konsep dalam bidang pelajaran saya	3,65	Tinggi
Rata-rata		3,5	Sedang

Dari hasil penelitian kepada responden menunjukkan tingkat kompetensi yang beragam dalam memanfaatkan teknologi untuk mendukung pembelajaran dalam bidang pelajaran mereka. Beberapa aspek yang mencuat adalah pemahaman yang baik tentang penggunaan teknologi untuk menyampaikan konsep-konsep sulit, pemilihan alat atau aplikasi yang mendukung pembelajaran, serta kemampuan memanfaatkan simulasi atau model digital untuk menjelaskan konsep-konsep. Meskipun demikian, tingkat integrasi sumber daya digital yang relevan dan penyajian informasi kompleks secara visual dan interaktif dinilai pada tingkat sedang. Secara keseluruhan, tingkat kompetensi penggunaan teknologi dalam pembelajaran oleh responden berada pada kategori sedang. Evaluasi ini memberikan gambaran tentang kekuatan dan potensi pengembangan lebih lanjut dalam implementasi teknologi dalam konteks pembelajaran.

TPACK (*Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*)

Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) atau perpaduan antara pengetahuan teknologi, pedagogi dan konten materi. TPACK tidak hanya memahami teknologi, pedagogi, dan konten secara terpisah tetapi lebih sebagai suatu bentuk yang muncul dan memahami bagaimana pengetahuan-pengetahuan ini saling berinteraksi (Nasar & Daud, 2020).

Table 8. *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*

No	Pernyataan	Rata-Rata (n = 20)	Kategori
1	Saya dapat menggunakan perangkat lunak matematika (TK) secara efektif dalam rencana pembelajaran (PK) untuk menjelaskan konsep matematika dengan pemahaman mendalam (CK).	3,25	Sedang
2	Saya memiliki pengetahuan tentang cara mengintegrasikan aplikasi dan alat teknologi (TK) dalam strategi pengajaran (PK) yang sesuai dengan konten matematika (CK) yang sedang diajarkan.	3,05	Sedang
3	Saya mampu menyusun materi pembelajaran matematika yang menarik dengan memanfaatkan media digital (TK), sambil mempertimbangkan kebutuhan dan karakteristik siswa (PK) serta keseluruhan struktur konsep matematika (CK).	3,4	Sedang
4	Dalam merancang strategi pengajaran (PK), saya memahami konsep-konsep matematika (CK) dan menggunakan teknologi (TK) untuk memfasilitasi pemahaman siswa.	3,35	Sedang



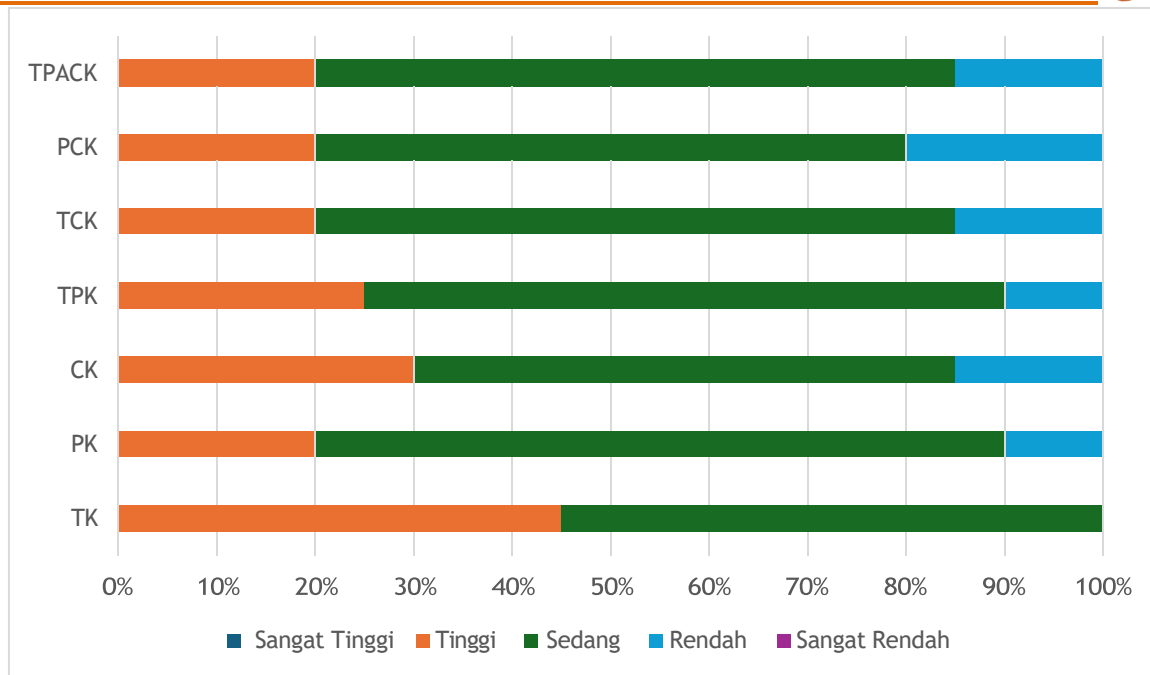
5	Saya memiliki keterampilan dalam memberikan umpan balik (PK) menggunakan teknologi (TK) untuk mendukung pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika (CK).	3,15	Sedang
Rata-rata		3,24	Sedang

Evaluasi menunjukkan bahwa responden memiliki tingkat kompetensi sedang dalam pemanfaatan teknologi dalam konteks pengajaran matematika. Mereka menyatakan kemampuan yang seimbang dalam menggunakan perangkat lunak matematika secara efektif dalam merencanakan pembelajaran, mengintegrasikan aplikasi dan alat teknologi dalam strategi pengajaran, serta menyusun materi pembelajaran matematika yang menarik dengan memanfaatkan media digital. Meskipun demikian, evaluasi menunjukkan bahwa dalam merancang strategi pengajaran, memberikan umpan balik, dan memahami konsep-konsep matematika, responden masih berada pada tingkat kompetensi yang sedang. Secara keseluruhan, evaluasi menempatkan tingkat kompetensi penggunaan teknologi dalam pengajaran matematika oleh responden pada kategori sedang, menyoroti area potensial pengembangan untuk mencapai tingkat keahlian yang lebih tinggi.

Tabel 9. Skor Komponen TPACK

No	Komponen	Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah
1	<i>Technological Knowledge (TK)</i>	0	9	11	0	0
2	<i>Pedagogical Knowledge (PK)</i>	0	4	14	2	0
3	<i>Content Knowledge (CK)</i>	0	6	11	3	0
4	<i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i>	0	5	13	2	0
5	<i>Technological Content Knowledge (TCK)</i>	0	4	13	3	0
6	<i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i>	0	4	12	4	0
7	<i>Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)</i>	0	4	13	3	0

Penelitian terhadap 7 komponen TPACK menunjukkan pola distribusi yang umumnya berada pada tingkat sedang. Responden menunjukkan kehadiran tingkat pengetahuan yang sedang pada komponen-komponen tersebut, dengan mayoritas berada di kategori sedang untuk TK, PK, CK, TPK, TCK, PCK, dan TPACK. Meskipun tidak ada responden yang menunjukkan tingkat pengetahuan yang sangat tinggi, demikian juga yang sangat rendah, evaluasi ini memberikan gambaran tentang distribusi yang relatif seimbang dalam tingkat pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten dalam konteks pengajaran. Evaluasi ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan tingkat pengetahuan dalam masing-masing komponen.



Gambar 1. Sebaran Skor Komponen TPACK

PEMBAHASAN

Technological Knowledge (TK)

Mahasiswa tahun ketiga memiliki tingkat *Technological Knowledge* (TK) yang sedang. Hal ini disebabkan oleh kurangnya keterampilan dalam menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak untuk mendukung pembelajaran matematika. Selain itu, fakta bahwa mereka baru mempelajari satu mata kuliah terkait dengan TK juga mempengaruhi hasil tersebut. Temuan serupa juga diungkapkan oleh penelitian lain yang menyatakan TK mahasiswa calon guru umumnya sedang (Mustika et al., 2022), meskipun mahasiswa mendapatkan lebih sedikit mata kuliah terkait TK namun mahasiswa sudah terpapar dengan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Suryawati et al. (2014) perlu ada peningkatan dalam kemampuan guru terkait dengan penggunaan teknologi. Solusi untuk meningkatkan TK mahasiswa melibatkan pengoptimalan mata kuliah yang terkait. Sebagai contoh, pengembangan mata kuliah yang fokus pada penerapan teknologi dalam konteks matematika dapat diperkuat. Selain itu, kegiatan diluar kelas seperti workshop, seminar, atau proyek kolaboratif yang mendorong penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak dapat mendukung pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam bidang tersebut (Widyanto et al., 2023).

Pedagogical Knowledge (PK)

Pedagogical Knowledge (PK) mahasiswa tahun ketiga saat ini menunjukkan tingkat kategori sedang. Hasil ini juga sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Turmudzi & Kurniawan (2021) yang menyatakan bahwa rata-rata nilai PK mahasiswa berada pada tingkat sedang, menandakan bahwa sebagian dari mereka masih memiliki keterbatasan dalam PK dan belum sepenuhnya mampu mengaplikasikannya secara optimal dalam pengajaran matematika. Meskipun telah mengambil tiga mata kuliah terkait, yaitu psikologi pendidikan, strategi pembelajaran matematika, dan perencanaan pembelajaran matematika, namun masih terdapat permasalahan dalam pemahaman mereka terhadap strategi pengajaran yang efektif untuk menyampaikan konsep matematika kepada siswa. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara pengetahuan teoritis yang diperoleh dari mata kuliah dengan kemampuan praktis mahasiswa dalam mengaplikasikan strategi pembelajaran secara efektif di dalam kelas. Temuan ini juga dikemukakan dalam penelitian Susanti & Retnawati (2021), yang

menyatakan bahwa tingkatan PK mahasiswa tergambar dari pengelolaan kelas yang mereka lakukan dalam praktek mengajar.

Untuk mengatasi permasalahan ini, perlu dilakukan pengoptimalan pada ketiga mata kuliah tersebut dengan memfokuskan pada penerapan praktis strategi pengajaran matematika. Integrasi metode pembelajaran aktif, simulasi pengajaran, dan studi kasus dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan praktis mahasiswa dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang efektif dan memahami kebutuhan siswa dalam memahami konsep matematika (Affandi et al. 2020). Selain itu, pengembangan kegiatan praktikum atau pengalaman langsung di lapangan dapat memperkuat keterampilan pedagogis mahasiswa dalam menyampaikan materi matematika dengan cara yang lebih interaktif dan efektif (Nopriyeni et al., 2019).

Content Knowledge (CK)

Content Knowledge (CK) mahasiswa tahun ketiga saat ini berada pada tingkat kategori sedang. Hal ini disebabkan oleh kurangnya keterampilan dalam memecahkan masalah matematika yang kompleks. Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa CK mahasiswa cenderung beragam meskipun mahasiswa mendapatkan mata kuliah terkait konten yang sama selama studinya (Fitriyah et al., 2020). Kurangnya pemahaman terhadap CK dapat mengakibatkan pemahaman siswa terhadap materi matematika tidak optimal, bahkan dapat menyebabkan miskonsepsi atau pembentukan konsep yang salah (Herizal et al., 2022). Sebagian besar mata kuliah yang telah dipelajari didominasi oleh CK, yang mengindikasikan perlunya fokus pada penguasaan keterampilan praktis dalam menyelesaikan tantangan matematika yang lebih rumit.

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan perubahan dalam pendekatan pembelajaran. Mata kuliah yang terkait dengan CK dapat diperkaya dengan strategi pembelajaran yang menekankan pada penerapan konsep dalam situasi nyata dan pemecahan masalah matematika yang kompleks (Dosinaeng, 2019). Selain itu, pengintegrasian proyek-proyek praktis dan studi kasus dapat memberikan konteks nyata bagi mahasiswa untuk mengasah keterampilan mereka dalam menghadapi tantangan matematika yang lebih tinggi. Penerapan teknologi dalam pembelajaran juga dapat membantu mahasiswa memperluas wawasan dan keterampilan mereka dalam memecahkan masalah matematika secara kreatif. Melalui pendekatan ini, diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan dalam menghadapi permasalahan matematika yang kompleks dengan lebih percaya diri dan efektif (Hendriana, 2011).

Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

Technological Pedagogical Knowledge (TPK) mahasiswa tahun ketiga saat ini masih tergolong dalam kategori sedang. Berbeda dengan penelitian Kurniasih (2023) yang mengungkapkan tingginya TPK guru, namun penelitian tersebut melibatkan guru pada salah satu sekolah unggulan di Semarang yang sudah memiliki pengalaman mengajar yang memadai. TPK yang rendah mengindikasikan kurangnya kemampuan dalam menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak secara efektif dalam konteks pembelajaran matematika. Hal ini dipengaruhi oleh terbatasnya mata kuliah terkait TPK yang telah dipelajari, yaitu pembelajaran matematika berbasis TIK. Selain itu, tingkat TPK atau kemampuan guru terhadap TIK juga memberikan akses terbuka ke materi interaktif melalui jaringan, mengatasi batasan waktu dan ruang dalam pembelajaran, mendukung manajemen pendidikan, serta mendorong kerjasama antara guru dan siswa (Fitriyadi, 2013).

Untuk meningkatkan tingkat TPK, perlu adanya strategi yang komprehensif. Pentingnya pengembangan mata kuliah terkait TPK dan penerapan teknologi dalam metode pengajaran matematika perlu diperkuat. Mata kuliah tersebut dapat diperkaya dengan aspek praktis yang melibatkan mahasiswa dalam penggunaan perangkat keras dan perangkat lunak secara langsung (Widyanto et al., 2023). Selain itu, pengenalan kegiatan praktik di luar kelas seperti workshop, pelatihan, atau proyek bersama yang fokus pada penggunaan teknologi dalam konteks pembelajaran matematika dapat membantu mahasiswa

mengasah keterampilan TPK mereka. Melalui pendekatan ini, diharapkan mahasiswa dapat lebih percaya diri dan mampu mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran matematika (Hendriana, 2011).

Pedagogical Content Knowledge (PCK)

Pedagogical Content Knowledge (PCK) mahasiswa tahun ketiga saat ini masih berada pada tingkat kategori sedang. Penelitian lain juga mengungkapkan kategori PCK pada kategori sedang khususnya rendahnya pemahaman terhadap kurikulum dan temuan beberapa miskonsepsi (Sutarmin, 2022). Rendahnya keyakinan dalam menyampaikan konsep-konsep matematika secara jelas dan mudah dimengerti oleh siswa, serta kurangnya keterampilan dalam merancang strategi pengajaran yang sesuai untuk memudahkan pemahaman materi matematika, menjadi hambatan utama. Matematika melibatkan konsep-konsep abstrak, tetapi untuk dipahami dengan baik, pembelajarannya perlu disajikan secara konkret, jika tidak dipahami dengan baik maka pemahaman dapat menjadi abstrak (Amir, 2016).

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan pendekatan yang terfokus pada penguatan PCK melalui mata kuliah yang sudah dipelajari. Mata kuliah seperti telaah kurikulum matematika, evaluasi pembelajaran matematika, kapita selekta matematika SMP, dan kapita selekta matematika SMA dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam PCK. Perluasan kegiatan praktikum, pengembangan studi kasus, dan penggunaan teknologi dalam konteks pembelajaran matematika dapat diintegrasikan dalam mata kuliah tersebut (Wulandari & Ariani, 2018). Selain itu, perlu diadakan workshop atau pelatihan tambahan yang fokus pada pengembangan keterampilan berkomunikasi dan rancangan strategi pengajaran yang efektif. Melalui pendekatan ini, diharapkan mahasiswa dapat memperoleh kepercayaan diri yang lebih tinggi dalam menyampaikan materi matematika dengan jelas dan dapat merancang strategi pengajaran yang sesuai, menghasilkan peningkatan pada tingkat PCK mereka (Susilowati, 2015).

Technological Content Knowledge (TCK)

Technological Content Knowledge (TCK) mahasiswa saat ini tergolong dalam kategori sedang. Penelitian Fuada et al. (2020) juga mengungkapkan TCK yang belum optimal terutama pada kemampuan mengelola media untuk memvisualisasikan materi matematika. Kurangnya pengetahuan tentang cara menggunakan teknologi untuk menyajikan informasi kompleks secara visual dan interaktif menjadi penyebab utama. Untuk mengatasi permasalahan ini, perlu dilakukan upaya perbaikan yang terencana. Pengenalan mata kuliah yang spesifik terkait TCK dapat membantu mahasiswa memperoleh pengetahuan dasar dan keterampilan dalam memanfaatkan teknologi untuk presentasi informasi matematika secara visual dan interaktif. Mata kuliah ini dapat mencakup strategi penggunaan perangkat lunak, desain visual yang efektif, dan pengembangan materi pembelajaran interaktif. Keterampilan menyajikan informasi matematika secara visual dan interaktif dalam meningkatkan pemahaman siswa (Wardani et al., 2013). Selain itu, kegiatan praktis di luar kelas seperti workshop, proyek kolaboratif, atau pelatihan teknologi yang berfokus pada aplikasi TCK dapat memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa. Penerapan teknologi dalam pembelajaran juga bisa menjadi bagian integral dari setiap mata kuliah, memungkinkan mahasiswa untuk terbiasa dengan penggunaan teknologi dalam konteks akademis (Nuryanti, 2023). Dengan demikian, diharapkan bahwa mahasiswa dapat mengembangkan TCK mereka dengan lebih baik, meningkatkan kemampuan dalam menyajikan informasi matematika secara visual dan interaktif.

Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)

Tingkat *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)* mahasiswa saat ini berada pada kategori sedang. Penelitian terdahulu mengungkapkan lemahnya aspek teknologi dibandingkan aspek konten dan pedagogi karena penggunaan teknologi masih belum menjadi perhatian



(Hafinda, 2022). Kondisi ini disebabkan oleh kurangnya pengetahuan tentang cara mengintegrasikan aplikasi dan alat teknologi dalam strategi pengajaran yang sesuai dengan konten matematika yang sedang diajarkan. Terdapat dua mata kuliah terkait TPACK yang telah dipelajari, yaitu micro teaching dan program pengalaman lapangan (Mutlu, 2019). Pengembangan mata kuliah tambahan yang fokus pada integrasi teknologi dalam pengajaran matematika dapat memberikan dasar yang lebih kuat dalam penguasaan TPACK. Mata kuliah tersebut dapat mencakup studi kasus, simulasi pengajaran dengan teknologi, dan eksplorasi aplikasi-alat yang relevan dengan materi matematika. Selain itu, peningkatan praktikum di lapangan dengan penggunaan teknologi dan pembelajaran berbasis proyek dapat memberikan pengalaman praktis dalam mengaplikasikan TPACK (Oner, 2020). Workshop atau pelatihan ekstra tentang strategi pengajaran yang memanfaatkan teknologi juga dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam kepada mahasiswa. Melalui upaya-upaya ini, diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan TPACK mereka, memungkinkan mereka untuk mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam pengajaran matematika sesuai dengan kebutuhan siswa dan konten yang diajarkan.

SIMPULAN & SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) Mahasiswa Tahun Ketiga Calon Guru Matematika dari semua komponen TPACK berada pada kategori sedang yaitu pada komponen *Technological Knowledge* (TK) nilai rata-rata (3, 42), *Pedagogical Knowledge* (PK) nilai rata-rata (3, 4) *Content Knowledge* (CK) nilai rata-rata (3, 34), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) nilai rata-rata (3, 49), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) nilai rata-rata (3, 37), *Technological Content Knowledge* (TCK) nilai rata-rata (3, 5), dan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) nilai rata-rata (3, 24). Meskipun semua komponen berada pada kategori sedang, hasil ini memberikan potensi untuk peningkatan lebih lanjut. Mata kuliah selanjutnya dan penyesuaian kurikulum dapat dimaksimalkan untuk memperkuat setiap komponen TPACK.

Saran

Keterbatasan dari penelitian ini adalah pengukuran hanya dilakukan sekali. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan pengukuran secara berkala, misalnya tiap semester atau tahun, dengan responden yang sama guna mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap perkembangan TPACK mahasiswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Affandi, L. H., Saputra, H. H., & Husniati, H. (2020). The Mapping of Elementary School Teachers' Pedagogical Knowledge. *Indonesian Journal of Elementary and Childhood Education*, 1(2), 37–44.
- Amir, A. (2016). Penggunaan Media Gambar dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Eksakta*, 2(1), 34–40.
- Atmaja, I. M. D. (2021). Koneksi Indikator Pemahaman Konsep Matematika dan Keterampilan Metakognisi. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 8(7), 2048–2056.
- Dosinaeng, W. B. N., Leton, S. I., & Lakapu, M. (2019). Kemampuan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematis Berorientasi HOTS. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 3(2), 250–264.
- Fitriyadi, H. (2013). Integrasi Teknologi Informasi Komunikasi Dalam Pendidikan: Potensi Manfaat, Masyarakat Berbasis Pengetahuan, Pendidikan Nilai, Strategi Implementasi Dan Pengembangan Profesional. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 21(3), 269–284.

- Fitriyah, L. A., Hayati, N., & Wijayadi, A. W. (2020). The Content Knowledge Ability Of Science Teacher Candidates: The Analysis Of Learning Media Development. *Jurnal Pena Sains : Jurnal Pendidikan Sains Dan Sains Murni*, 7(2), 83–87.
- Fuada, Z., Soepriyanto, Y., & Susilaningih, S. (2020). Analisis Kemampuan Technological Content Knowledge (TCK) Pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3), 251–261.
- Hadi, F. R., & Kurniawati, R. P. (2022). Analisis Kemampuan Tpack Mahasiswa Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Sekolah Dasar. In *ProSANDIKA UNIKAL (Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Pekalongan)*, 3(1), 85–94.
- Hafinda, T. (2022). Kemampuan Mengajar Calon Guru: TPACK Pada Mata Kuliah Pembelajaran Matematika MI/SD. *Bina Gogik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 9(1), 158–168.
- Hendriana, H. (2011). Pembelajaran Matematika Humanis Dengan Methaphorical Thinking Untuk Meningkatkan Kreatifitas Matematika Dan Kepercayaan Diri Siswa. *Pasundan Journal of Mathematics Education (PJME): Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(1), 18–29. <https://doi.org/10.23969/pjme.v1i1.2362>
- Herizal, H., Nuraina, N., Rohantizani, R., & Marhami, M. (2022). Profil TPACK Mahasiswa Calon Guru Matematika dalam Menyongsong Pembelajaran Abad 21. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 6(1), 1847–1857. <https://doi.org/10.58258/jisip.v6i1.2665>
- Hidayati, N., Setyosari, P., & Soepriyanto, Y. (2018). Kompetensi Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Guru SOSHUM Setingkat SMA. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 1(4), 291–298.
- Kurniasih, N. (2023). Exploring Teachers’ Technological and Pedagogical Knowledge: A Case Study in Semarang Excellence School. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 11(1), 49–59. <https://doi.org/10.15294/ijcets.v11i1.39326>
- Malichatin, H. (2019). Analisis Kemampuan Technological Pedagogical and Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi Melalui Kegiatan Presentasi Di Kelas. *Journal Of Biology Education*, 2(2), 162–171. <https://doi.org/10.21043/jbe.v2i2.6352>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework For Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- 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), 2577–2590. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.4351>
- Mustika, D., Jamaris, J., Miaz, Y., Fitria, Y., & Marsidin, S. (2022). Kemampuan Technological Knowledge Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 9230–9236.
- Mutlu, Y., Polat, S., & Alan, S. (2019). Development of Preservice Mathematics Teachers’ TPACK through Micro Teaching: Teaching the VuStat Program. *International Journal of Technology in Education and Science*, 3(2), 107–118.
- Nasar, A., & Daud, M. H. (2020). Analisis Kemampuan Guru IPA Tentang Technological Pedagogical Content Knowledge pada SMP/MTs di Kota Ende. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 9–20. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.413>
- Nopriyeni, Prasetyo, Z. K., Djukri, & Yanto, B. E. (2019). Development Of Instruments To Improve Student’pedagogical Knowledge Based Mentoring. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1).
- Nuangchalerm, P. (2020). TPACK in ASEAN Perspectives: Case Study on Thai Pre-Service Teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(4), 993–999.
- Nuryanti, S. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Pada Materi Program Linear Kelas XI SMA/MA Berbasis TCK. UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

- Oner, D. (2020). A Virtual Internship For Developing Technological Pedagogical Content Knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(2), 27–42.
- Padmavathi, M. (2017). Preparing Teachers For Technology Based Teaching-Learning Using TPACK. *Journal on School Educational Technology*, 12(3), 1–9.
- Perdani, B. U. M., & Andayani, E. S. (2021). Pengaruh Kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) terhadap Kesiapan Menjadi Guru. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 19(2), 99–115.
- Putrawangsa, S., & Hasanah, U. (2018). Integrasi Teknologi Digital Dalam Pembelajaran Di Era Industri 4.0: Kajian Dari Perspektif Pembelajaran Matematika. *Jurnal Tatsqif*, 6(1), 42–54. <https://doi.org/10.20414/jtq.v16i1.203>
- Sahidin, L., & Pradjono, R. (2022). Eksplorasi TPACK dalam Mendukung Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 212–227. <https://doi.org/10.36709/jpm.v13i2.15>
- Septianti, N., & Afiani, R. (2020). Pentingnya Memahami Karakteristik Siswa Sekolah Dasar di SDN Cikokol 2. *As-Sabiqun : Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 2(1), 7–17. <https://doi.org/10.36088/assabiqun.v2i1.611>
- Sholeh, M. I., & Efendi, N. (2023). Integrasi Teknologi dalam Manajemen Pendidikan Islam: Meningkatkan Kinerja Guru di Era Digital. *Jurnal Tinta: Jurnal Ilmu Keguruan Dan Pendidikan*, 5(2), 104–126.
- Sukaesih, S., Ridlo, S., & Saptono, S. (2017). Analisis Kemampuan Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK) Calon Guru Pada Mata Kuliah PP Bio. *SNPS*, 58–64.
- Supriyadi, S., Bahri, S., & Waremra, R. S. (2018). Kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa Pada Matakuliah Strategi Belajar Mengajar Fisika. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 8(2), 1–9.
- Suryawati, E., Firdaus, L. N., & Yosua, H. (2014). Analisis Keterampilan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) Guru Biologi SMA Negeri Kota Pekanbaru. *Jurnal Biogenesis*, 11(1), 67–72. <http://dx.doi.org/10.31258/biogenesis.11.1.67-72>
- Susanti, P. D., & Retnasari, L. (2021). The Effect of Teacher's Pedagogical Knowledge on Class Management in Elementary Schools In Sanden Distric. *Jurnal Sekolah Dasar*, 6(1), 7–14. <https://doi.org/10.36805/jurnalsekolahdasar.v6i1.1261>
- Susilowati, S. (2015). Analisis Pedagogical Content Knowledge Guru IPA SMP Kelas VIII dalam Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 3(1), 72–78. <https://doi.org/10.21831/jpms.v5i1.7238>
- Sutamrin, S., Rosidah, R., & Zaki, A. (2022). The Pedagogical Content Knowledge (PCK) of Prospective Teachers. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 2(4), 399–405. <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline1291>
- Suyamto, J., Masykuri, M., & Sarwanto, S. (2020). Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, And Content, Knowledge) Guru Biologi SMA Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 44–53. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>
- Turmuzi, M., & Kurniawan, E. (2021). Kemampuan Mengajar Mahasiswa Calon Guru Matematika Ditinjau dari Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Pada Mata Kuliah Micro Teaching. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 2484–2498. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.881>
- Wardani, S., Mudzalipah, I., & Hidayat, E. (2013). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif untuk Memfasilitasi Belajar Mandiri Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kapita Selekta Matematika. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 18(2), 167–177. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v18i2.36132>



- Widyanto, Z., Maniagasi, M. P., Muhaemin, I. A., & Syaiful, A. (2023). Pelatihan Penggunaan Aplikasi Canva Sebagai Strategi Untuk Meningkatkan Technological Knowledge Guru Penjas Di Kota Jayapura. *ADM: Jurnal Abdi Dosen Dan Mahasiswa*, 1(2), 229–234.
- Wulandari, M. R., & Iriani, A. (2018). Pengembangan Modul Pelatihan Pedagogical Content Knowledge (PCK) dalam Meningkatkan Kompetensi Profesional dan Kompetensi Pedagogik Guru Matematika SMP. *Kelola: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 5(2), 177–189. <https://doi.org/10.24246/j.jk.2018.v5.i2.p177-189>
- Zubaidah, S. (2016). *Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan Yang Diajarkan Melalui Pembelajaran*. 2, 1–17.