

PROFIL CAPAIAN *TECHNOLOGICAL, PEDAGOGICAL, AND CONTENT KNOWLEDGE (TPACK)* MAHASISWA TAHUN KEDUA CALON GURU MATEMATIKA

Popy Fahira¹, Aan Putra²

^{1,2} Institut Agama Islam Negeri Kerinci, Jl. Muradi, Sumur Gedang, Pesisir Bukit, Sungai Penuh, Jambi, 37152, Indonesia

¹popyfahira800@gmail.com, ²aanputra283@gmail.com,

ARTICLE INFO

Article History

Received Jul 07, 2024
Revised Des 22, 2024
Accepted Des 30, 2024

Keywords:

TPACK
Mahasiswa calon guru matematika
Pengetahuan teknologi
Pengetahuan pedagogi
Pengetahuan konten

ABSTRACT

Prospective teachers must possess strong knowledge of technology, pedagogy, and mathematical content to ensure optimal learning outcomes. Therefore, mathematics teacher candidates are equipped with knowledge of technology, pedagogy, and content through various courses. However, the effectiveness of these courses in enhancing Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) must be regularly assessed as part of the evaluation process for teacher education programs. This study aims to describe the TPACK achievement of second-year mathematics teacher candidates. The research is a survey study involving 18 second-year mathematics education students at a university in Jambi, Indonesia. A TPACK questionnaire comprising 7 components with a total of 35 items was used. Interviews with program coordinators were conducted to enrich the data on curriculum content designed to support students' TPACK development. The results indicate that the students' mastery of TPACK is not yet optimal. The university needs to further optimize TPACK mastery through courses or extracurricular activities during the remaining period of study.

Corresponding Author:

Popy Fahira
Institut Agama Islam Negeri
Kerinci
Affiliation
Jl. Muradi, Sumur Gedang,
Pesisir Bukit, Sungai Penuh,
Jambi, 37152, Indonesia
popyfahira800@gmail.com

Calon guru harus memiliki pengetahuan yang kuat tentang teknologi, pedagogi, dan konten matematika untuk memastikan hasil pembelajaran yang optimal. Oleh karena itu, calon guru matematika dibekali dengan pengetahuan tentang teknologi, pedagogi, dan konten melalui berbagai mata kuliah. Namun, efektivitas mata kuliah ini dalam meningkatkan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten atau *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)* harus dinilai secara berkala sebagai bagian dari proses evaluasi program pendidikan guru matematika. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan pencapaian TPACK dari calon guru matematika tahun kedua. Penelitian ini merupakan penelitian survei yang melibatkan 18 mahasiswa pendidikan matematika tahun kedua di sebuah perguruan tinggi di Jambi, Indonesia. Kuesioner TPACK yang digunakan terdiri dari 7 komponen dengan total 35 butir pernyataan. Wawancara dengan pengelola program studi dilakukan untuk memperkaya data tentang muatan kurikulum yang dirancang untuk mendukung pengembangan TPACK mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penguasaan TPACK mahasiswa belum optimal. Perguruan tinggi perlu mengoptimalkan penguasaan TPACK melalui perkuliahan atau kegiatan ekstrakurikuler selama sisa periode studi.

How to cite:

Fahira, P., & Putra, A. (2024). Profil capaian Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) mahasiswa tahun kedua calon guru matematika. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 7 (5), 913-932.

PENDAHULUAN

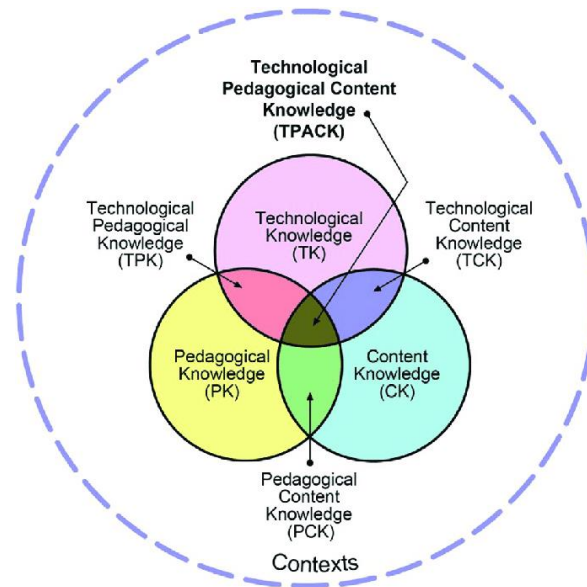
Sesuai dengan Peraturan Menteri No. 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru, hal ini. Pendidik dan tenaga kependidikan lainnya dituntut untuk memenuhi banyak kriteria kompetensi, termasuk yang mencakup kepribadian guru, latar belakang profesi, dan interaksi sosial ke dalam pekerjaannya. Pengajaran dan kemampuan profesional mencakup kemampuan untuk memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi secara efektif (Mustaqimah et al., 2023).

Revolusi industri 4.0 menuntut pendidikan untuk memanfaatkan perkembangan teknologi yang pesat sebagai suatu fasilitas canggih yang dapat memudahkan proses pembelajaran (Putriani & Hudaidah, 2021). Dunia pendidikan dituntut untuk selalu beradaptasi dengan perkembangan zaman, khususnya dalam hal teknologi (Zulhazlinda et al., 2023). Rahmadi (2019) mengatakan bahwa pembelajaran pada abad 21 mengintegrasikan berbagai perangkat teknologi dalam melakukan seluruh rangkaian proses interaksi antara siswa dan guru dengan sumber belajar dalam suatu lingkungan belajar. Oleh karena itu, calon guru harus dapat mengintegrasikan teknologi ke dalam pengajaran mereka. Dibutuhkan pendekatan yang memberlakukan mengajar sebagai interaksi antara apa yang diketahui dan bagaimana menerapkan apa yang mereka ketahui dalam keadaan yang menarik atau konteks dalam ruang kelas mereka (Nurfidah, 2021).

Sofiarini & Rosalina (2021) menjelaskan bahwa seorang guru perlu adaptif, sehingga mampu mengikuti era. Kemudian, guru perlu memahami betul mengenai teknologi. Bagian dari integrasi pembelajaran masa kini menuntut guru menguasai teknologi digital. Aktivitas pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru perlu mengkombinasikan penggunaan teknologi dengan pengetahuan dasar keilmuan/konten serta kecakapan saat mengajar (kemampuan pedagogik). Kombinasi antara pengetahuan itu terangkai dalam komponen TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*).

TPACK merupakan kerangka kerja yang dapat digunakan untuk menganalisis pengetahuan pendidik tentang pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Pengetahuan pengetahuan yang dimaksud adalah *technological knowledge* (TK) atau pengetahuan dalam memanfaatkan teknologi; *pedagogical knowledge* (PK) atau pengetahuan dalam mengelola peserta didik dan pembelajaran di kelas; *content knowledge* (CK) atau pengetahuan terhadap materi yang dipelajari atau diajarkan kepada peserta didik, serta pengetahuan terhadap keterkaitan antara tiga pengetahuan yang pertama dalam memfasilitas peserta didik untuk belajar. TPACK adalah salah satu *framework* yang mengintegrasikan antara pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan konten dalam sebuah konteks pembelajaran (Hanik et al., 2022) sehingga kemampuan guru dalam merancang perangkat pembelajaran akan meningkat (Zulfitri et al., 2019).

TPACK tidak hanya terdiri atas perpaduan tiga jenis pengetahuan dasar, yaitu *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Knowledge* (PK), *Content Knowledge* (CK), tetapi juga memuat irisan yang terbentuk dari ketiga pengetahuan dasar tersebut, yang menghasilkan empat pengetahuan baru, meliputi *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), *Technological Content Knowledge* (TCK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), dan ditengahnya adalah *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) (Kim, 2018). Sehingga secara keseluruhan TPACK terdiri dari 7 komponen sebagaimana tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Komponen TPACK yang Memuat Irisan Tiga Pengetahuan Dasar

Adapun indikator dari masing-masing komponen TPACK menurut Herizal et al. (2022) yaitu *technological knowledge* (TK) mencakup memahami berbagai unsur teknologi yang meliputi penggunaan teknologi, perkembangan teknologi, dan hal-hal yang berkaitan dengan internet; *pedagogical knowledge* (PK) mencakup memahami teori belajar-pembelajaran, perkembangan kognitif siswa, serta bagaimana penerapannya dalam kelas yang mendukung keterampilan 4C; *content knowledge* (CK) mencakup menguasai fakta, konsep, prinsip, dan prosedur suatu topik matematika; *technological pedagogical knowledge* (TPK) mencakup kemampuan mengintegrasikan teknologi dalam perencanaan pembelajaran, pelaksanaan pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran matematika yang sesuai dengan peserta didik; *technological content knowledge* (TCK) mencakup kemampuan mengintegrasikan teknologi dengan berbagai materi matematika; dan *pedagogical content knowledge* (PCK) mencakup kemampuan mengaitkan teori belajar-pembelajaran dengan materi matematika yang mendukung keterampilan 4C.

Kemampuan TPACK yang dimiliki seorang guru kiranya berdampak besar dalam proses pembelajaran di kelas karena cara mengajar seorang guru tercermin dalam perangkat pembelajaranyang disusunnya (Mardati et al., 2022). Tingkat pemahaman TPACK mahasiswa calon guru dapat berdampak signifikan pada kualitas pengajaran mereka di masa depan. Ketika mahasiswa kurang mampu mengintegrasikan teknologi, pengetahuan konten, dan strategi pengajaran dengan baik, hal ini dapat menghambat kemampuan mereka untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang efektif dan relevan bagi siswa. Calon pendidik yang lebih paham dalam penguasaan teknologi informasi akan mampu membimbing peserta didik nantinya dalam proses pembelajaran yang menggunakan fasilitas internet pada era 4.0 (Syamsuar & Reflianto, 2019). Putri (2023) menyatakan, bahwa dengan kemampuan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran dalam sebuah materi merupakan hal menarik dan bentuk pembaharuan yang harus dikembangkan oleh seorang guru. Oleh karena itu, Rafi & Sabrina (2019) mengemukakan bahwa guru diharapkan dapat memanfaatkan teknologi sebagai media pembantu dalam memfasilitas siswa untuk memahami suatu konten pembelajaran—terutama untuk konten matematika yang bersifat abstrak—dan tentunya tetap mempertimbangkan aspek pedagogis.

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya seperti penelitian yang dilakukan pada siswa calon guru kimia (Ulfah & Erlina, 2022) dan penelitian yang dilakukan pada mahasiswa calon

guru SD pada materi IPA (Yanti, 2023). Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mendeskripsikan capaian *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) pada mahasiswa tahun kedua yang tengah menjalani program pendidikan sebagai calon guru matematika. Melalui pendekatan ini, peneliti berupaya mengidentifikasi sejauh mana mahasiswa mampu mengintegrasikan teknologi dalam pengajaran matematika, memahami aspek pedagogis, serta memiliki pemahaman konten yang mendalam. Analisis capaian TPACK ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga terkait dengan pengembangan kompetensi mahasiswa dalam menghadapi tuntutan kompleks dunia pendidikan modern terutama dalam pembelajaran matematika.

Diharapkan bahwa hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi berharga sebagai bahan evaluasi bagi perguruan tinggi. Evaluasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengembangan *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK) pada mahasiswa calon guru matematika. Pemahaman mendalam terhadap capaian TPACK ini diharapkan mampu membuka pintu untuk penyempurnaan kurikulum dan strategi pengajaran, sehingga mahasiswa dapat lebih efektif mengintegrasikan teknologi dalam konteks pembelajaran matematika. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan bagi institusi pendidikan tinggi dalam merancang program yang responsif terhadap kebutuhan mahasiswa calon guru matematika di era perkembangan teknologi yang pesat.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan melibatkan 18 mahasiswa tahun kedua program studi Pendidikan Matematika pada salah satu perguruan tinggi negeri di Jambi, Indonesia. Responden penelitian yang dipilih menggunakan teknik *total sampling*. Data capaian TPACK mahasiswa dikumpulkan melalui angket yang memuat 7 aspek TPACK yaitu *technological knowledge* (TK), *pedagogical knowledge* (PK), *content knowledge* (CK), *technological pedagogical knowledge* (TPK), *technological content knowledge* (TCK), *pedagogical content knowledge* (PCK), dan *technological pedagogical content knowledge* (TPACK). Tiap aspek diwakili oleh 5 pernyataan tertutup sehingga secara keseluruhan angket terdiri dari 35 pernyataan tertutup. Tiap pernyataan memuat 5 pilihan jawaban pada skala Likert untuk mengukur tingkat persetujuan atau ketidaksetujuan responden yaitu sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju.

Selain itu, untuk mengungkap keterkaitan struktur kurikulum program studi terhadap upaya penyiapan TPACK mahasiswa, peneliti melakukan wawancara semi-terstruktur dengan pengelola program studi sebagai informan kunci. Wawancara diarahkan untuk mengungkap kumpulan mata kuliah yang relevan dengan tiap komponen TPACK, baik yang sudah diselesaikan oleh mahasiswa tahun kedua maupun mata kuliah yang belum diselesaikan, kendala pencapaian TPACK yang dihadapi pada mata kuliah yang telah diselesaikan oleh mahasiswa, serta upaya yang akan disiapkan untuk mengoptimalkan penguasaan TPACK mahasiswa pada masa studi yang tersisa.

Semua data yang dikumpulkan pada penelitian ini dianalisis secara deskriptif. Untuk memperkuat kesimpulan penelitian ini, peneliti melakukan triangulasi teknik. Peneliti membandingkan data TPACK yang diperoleh dari angket dengan keterangan pengelola program studi terkait capaian TPACK mahasiswa secara umum yang diungkap melalui wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Technological Knowledge (TK)

Technological knowledge (TK) adalah pengetahuan tentang berbagai teknologi digital seperti komputer, internet, digital video, aplikasi *software* atau kemampuan untuk mengadaptasi dan mempelajari teknologi baru (Malichatin, 2019).

Tabel 1. Technological Knowledge (TK) Mahasiswa (n = 18)

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya merasa percaya diri menggunakan teknologi digital seperti komputer dan internet.	1	11	5	1	0
2.	Saya tahu cara menggunakan aplikasi atau software yang umum digunakan.	0	7	10	1	0
3.	Saya dapat memanfaatkan media digital untuk keperluan positif.	2	8	5	2	1
4.	Saya memiliki keterampilan dalam mengatasi kendala umum penggunaan perangkat keras.	2	5	9	1	1
5.	Saya dapat mengatasi tantangan teknis yang mungkin muncul saat menggunakan dan perangkat lunak.	0	9	5	3	1
	Jumlah	5	40	34	8	3
	Persentase	6%	44%	38%	9%	3%

Berdasarkan Tabel 1, TK mahasiswa menunjukkan kekuatan pada aspek kepercayaan diri dalam menggunakan teknologi digital, dengan mayoritas responden memberikan tanggapan positif. Namun, terdapat beberapa aspek yang berada pada kategori sedang, seperti kemampuan menggunakan aplikasi umum, memanfaatkan media digital secara positif, dan keterampilan mengatasi kendala perangkat keras, yang masih memerlukan peningkatan. Di sisi lain, kemampuan dalam mengatasi tantangan teknis perangkat lunak tergolong lemah. Secara keseluruhan, meskipun sebagian besar tanggapan positif, masih ada ruang untuk meningkatkan keterampilan teknis secara keseluruhan.

Pedagogical Knowledge (PK)

Pedagogical knowledge (PK) merupakan pengetahuan guru tentang proses dan praktek pembelajaran atau metode mengajar. PK mencakup juga pemahaman guru tentang tujuan pendidikan secara umum, pengetahuan tentang karakteristik pembelajaran, pengelolaan kelas, dan penilaian proses dan hasil belajar (Rahayu, 2017).

Tabel 2. Pedagogical Knowledge (PK) Mahasiswa (n = 18)

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya mampu memahami kebutuhan dan karakteristik siswa.	2	6	9	1	0

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
2.	Saya memiliki pemahaman yang baik tentang strategi pengajaran yang efektif.	2	5	10	1	0
3.	Saya tahu bagaimana mengelola waktu pembelajaran.	3	6	7	2	0
4.	Saya dapat menyesuaikan metode pengajaran saya dengan gaya belajar siswa yang berbeda.	2	6	9	1	0
5.	Saya memiliki keterampilan dalam memberikan umpan balik konstruktif kepada siswa.	1	7	8	2	0
Jumlah		10	30	43	7	0
Persentase		11%	33%	48%	8%	0%

Berdasarkan Tabel 2, PK mahasiswa menunjukkan kekuatan pada aspek kemampuan mengelola waktu pembelajaran, dengan persentase tanggapan positif yang cukup tinggi dibandingkan aspek lainnya. Namun, mayoritas aspek berada pada kategori sedang, seperti pemahaman terhadap kebutuhan siswa, strategi pengajaran, penyesuaian metode dengan gaya belajar siswa, dan pemberian umpan balik konstruktif, yang masih didominasi oleh tanggapan netral. Tidak ditemukan aspek yang tergolong lemah, tetapi penting untuk mengurangi dominasi tanggapan netral. Secara keseluruhan, meskipun tidak ada tanggapan negatif ekstrem, masih dibutuhkan upaya peningkatan secara menyeluruh untuk memperkuat kemampuan pedagogis mahasiswa.

Content Knowledge (CK)

Content knowledge (CK) adalah pengetahuan dan pemahaman guru tentang mata pelajaran dan materi yang akan dipelajari atau diajarkan secara luas dan mendalam. Pengetahuan tentang konten sangat penting bagi guru (Samsudin & Haniefa, 2023). *Content knowledge* (CK) atau pengetahuan konten adalah pengetahuan tentang konten atau materi pelajaran yang harus dipelajari oleh guru dan diajarkan kepada siswa (Rahmadi, 2019).

Tabel 3. *Content Knowledge* (CK) Mahasiswa (n = 18)

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya memiliki pemahaman yang kuat tentang konsep-konsep matematika dasar yang diajarkan di sekolah.	2	8	8	0	0
2.	Saya dapat menjelaskan kembali konsep-konsep matematika yang saya pahami.	1	6	10	1	0
3.	Saya memiliki keterampilan dalam memecahkan masalah matematika yang kompleks.	0	5	11	2	0
4.	Saya dapat mengidentifikasi hubungan antar konsep matematika dan	0	8	9	1	0

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
	mengaitkannya dengan situasi dunia nyata.					
5.	Saya memiliki pengetahuan mendalam tentang kurikulum matematika yang berlaku.	0	3	10	5	0
	Jumlah	3	30	48	9	0
	Persentase	3%	33%	53%	10%	0%

Berdasarkan Tabel 3, CK mahasiswa menunjukkan kekuatan pada pemahaman konsep matematika dasar, dengan mayoritas tanggapan positif. Namun, sebagian besar aspek berada pada kategori sedang, seperti kemampuan menjelaskan konsep, memecahkan masalah kompleks, dan mengidentifikasi hubungan antar konsep dengan situasi dunia nyata. Sementara itu, pemahaman terhadap kurikulum matematika menunjukkan kelemahan dengan banyak tanggapan netral dan negatif. Secara keseluruhan, meskipun pemahaman konsep dasar cukup baik, mahasiswa memerlukan upaya lebih untuk meningkatkan keterampilan aplikatif dan pengetahuan kurikulum.

Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

Technological Pedagogical Knowledge (TPK), yakni suatu rangkaian pemahaman tentang bagaimana untuk melakukan perubahan pembelajaran an itu terjadi dengan adanya pemanfaatan suatu teknologi yang sedang digunakan untuk mendukung suatu pembelajaran yang aktif, membantu dan dapat mempermudah suatu konsep materi pelajaran. TPK ini terjadi dikarenakan terdapat suatu interaksi timbal balik antara pedagogi dan juga teknologi (Hanik et al., 2022).

Tabel 4. *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)* Mahasiswa (n = 18)

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya dapat merancang rencana pembelajaran (PK) yang memanfaatkan teknologi (TK).	0	8	7	3	0
2.	Saya memiliki pemahaman tentang bagaimana mengintegrasikan perangkat lunak dan aplikasi teknologi (TK) untuk membantu proses pembelajaran (PK).	0	7	9	2	0
3.	Saya tahu cara menggunakan teknologi (TK) untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan relevan bagi siswa (PK).	3	5	7	2	1
4.	Saya dapat memilih dan mengelola sumber daya teknologi (TK) yang sesuai dengan karakteristik siswa untuk mendukung pembelajaran di kelas (PK).	0	6	10	2	0

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
5.	Saya memiliki kemampuan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak (TK) dengan efektif dalam pembelajaran (PK).	1	6	10	0	1
	Jumlah	4	32	43	9	2
	Persentase	4%	36%	48%	10%	2%

Berdasarkan Tabel 4, TPK mahasiswa menunjukkan kekuatan pada aspek kemampuan menggunakan teknologi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan relevan, dengan persentase tanggapan positif yang cukup tinggi. Sebagian besar aspek lainnya berada pada kategori sedang, seperti kemampuan merancang rencana pembelajaran yang memanfaatkan teknologi, integrasi perangkat lunak dalam pembelajaran, dan pemilihan sumber daya teknologi yang sesuai dengan karakteristik siswa. Di sisi lain, aspek kemampuan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak dengan efektif memiliki persentase tanggapan netral yang cukup dominan dan beberapa tanggapan negatif. Secara keseluruhan, meskipun ada indikasi kekuatan pada satu aspek, mahasiswa masih memerlukan dukungan lebih besar untuk meningkatkan kemampuan integratif antara teknologi dan pedagogi.

Technological Content Knowledge (TCK)

Schmidt mengemukakan bahwa TCK mendeskripsikan pengetahuan dari hubungan timbal balik antara teknologi dan konten (materi) (Suyamto et al., 2020). Teknologi akan berdampak pada apa yang diketahui dan pengenalan terhadap hal baru sehingga akan mempengaruhi bagaimana seseorang dapat memberikan gambaran pada konten (materi) dengan cara berbeda dari sebelumnya.

Technological Content Knowledge (TCK) merupakan salah satu komponen integrasi dari pendekatan TPACK. TCK merupakan komponen yang mengintegrasikan antara pemahaman mengenai konsep, prinsip dan teori pada bidang ilmu tertentu, dengan pemahaman tentang teknologi sehingga dapat menghasilkan model atau media pembelajaran berbasis teknologi yang menyenangkan (Selly, 2023).

Tabel 5. *Technological Content Knowledge (TCK) Mahasiswa (n = 18)*

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya memiliki pemahaman yang baik tentang cara menggunakan teknologi (TK) untuk menyampaikan konsep-konsep matematika yang kompleks (CK).	3	4	5	5	1
2.	Saya tahu cara mengintegrasikan sumber daya digital yang relevan (TK) dengan materi matematika yang saya ajarkan (CK).	1	4	8	4	1
3.	Saya mampu memilih alat atau aplikasi teknologi (TK) yang mendukung penjelasan konsep matematika (CK).	3	7	5	2	1

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
4.	Saya memiliki pengetahuan tentang cara menggunakan teknologi (TK) untuk menyajikan konsep yang kompleks secara visual dan interaktif (CK).	2	6	6	2	2
5.	Saya tahu cara memanfaatkan simulasi atau model digital (TK) untuk menjelaskan konsep matematika (CK).	0	9	3	4	2
Jumlah		9	30	27	17	7
Persentase		10%	33%	30%	19%	8%

Berdasarkan Tabel 5, TCK mahasiswa menunjukkan kekuatan pada kemampuan memilih alat atau aplikasi teknologi yang mendukung penjelasan konsep matematika, dengan persentase tanggapan positif yang lebih tinggi dibandingkan aspek lainnya. Namun, sebagian besar aspek berada pada kategori sedang, seperti integrasi sumber daya digital dengan materi matematika, penggunaan teknologi untuk menyajikan konsep secara visual dan interaktif, serta pemanfaatan simulasi digital. Di sisi lain, pemahaman tentang penggunaan teknologi untuk menyampaikan konsep matematika yang kompleks menunjukkan kelemahan, dengan persentase tanggapan negatif yang cukup signifikan. Secara keseluruhan, meskipun terdapat kekuatan pada satu aspek, mahasiswa membutuhkan dukungan lebih besar untuk meningkatkan kemampuan integrasi teknologi dengan materi matematika secara menyeluruh.

Pedagogical Content Knowledge (PCK)

Shulman mengemukakan bahwa PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) merupakan dimensi pengetahuan profesional yang penting bagi guru (Setiawan et al., 2018). PCK terdiri dari pengetahuan pedagogi dan pengetahuan materi atau dapat dipahami sebagai pengetahuan tentang materi dan cara mengajarkannya. PCK meliputi aspek-aspek yang menunjang tugas guru untuk melaksanakan pembelajaran.

Tabel 6. Pedagogical Content Knowledge (PCK) Mahasiswa (n = 18)

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya merasa yakin dapat menyampaikan konsep-konsep matematika (CK) dengan jelas dan dimengerti oleh siswa (PK).	3	6	9	0	0
2.	Saya memiliki keterampilan dalam merancang strategi pengajaran yang sesuai (PK) untuk membuat materi matematika menjadi lebih mudah dipahami (CK).	2	6	7	3	0
3.	Saya mampu menyusun pertanyaan (PK) yang merangsang pemahaman siswa terhadap konsep matematika (CK).	1	6	8	2	1

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
4.	Saya tahu cara menyesuaikan metode pengajaran (PK) untuk memenuhi kemampuan matematika siswa yang beragam siswa (CK).	3	5	8	2	0
5.	Saya selalu mencari cara baru untuk meningkatkan pendekatan pengajaran saya agar lebih efektif (PK) dalam menyampaikan konten matematika (CK).	3	8	5	2	0
	Jumlah	12	31	37	9	1
	Persentase	13%	34%	41%	10%	1%

Berdasarkan Tabel 6, PCK mahasiswa menunjukkan kekuatan pada keyakinan dalam menyampaikan konsep matematika dengan jelas, didukung oleh persentase tanggapan positif yang cukup tinggi. Sebagian besar aspek lainnya, seperti keterampilan merancang strategi pengajaran, menyusun pertanyaan yang merangsang pemahaman, dan menyesuaikan metode pengajaran dengan kemampuan siswa, berada pada kategori sedang dengan dominasi tanggapan netral. Di sisi lain, aspek mencari cara baru untuk meningkatkan pendekatan pengajaran sudah cukup baik, tetapi masih ada beberapa tanggapan negatif yang perlu diatasi. Secara keseluruhan, mahasiswa menunjukkan potensi yang kuat dalam aspek komunikasi konsep, tetapi masih membutuhkan dukungan lebih besar untuk meningkatkan penerapan strategi pengajaran yang adaptif dan inovatif.

Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)

TPACK ini merupakan suatu kerangka kerja yang mengintegrasikan antara pengetahuan materi, pedagogik dan teknologi dalam konteks pembelajaran dan pengajaran tertentu. TPACK ini juga suatu pengetahuan baru bagi pendidik dalam rangka untuk mewujudkan proses pembelajaran yang efektif, dapat mengembangkan lingkungan belajar yang baik dan tentunya pendidik dapat mengintegrasikan teknologi dengan tepat, guna untuk mengimplementasikan pengetahuan pedagogis dalam mengajar (Oktaviana & Yudha, 2022). TPACK dapat diartikan sebagai bentuk pengetahuan yang merupakan sintesis dari tiga pengetahuan yaitu pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan konten (Khoiri & Huda, 2017).

Tabel 7. *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa (n = 18)*

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	Saya dapat menggunakan perangkat lunak matematika (TK) secara efektif dalam rencana pembelajaran (PK) untuk menjelaskan konsep matematika dengan pemahaman mendalam (CK).	0	7	9	2	0
2.	Saya memiliki pengetahuan tentang cara mengintegrasikan aplikasi dan alat teknologi (TK) dalam strategi pengajaran (PK) yang sesuai dengan	0	6	9	3	0

No.	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
	konten matematika (CK) yang sedang diajarkan.					
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).	0	5	10	3	0
4.	Dalam merancang strategi pengajaran (PK), saya memahami konsep-konsep matematika (CK) dan menggunakan teknologi (TK) untuk memfasilitasi pemahaman siswa.	0	6	8	4	0
5.	Saya memiliki keterampilan dalam memberikan umpan balik (PK) menggunakan teknologi (TK) untuk mendukung pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika (CK).	0	5	8	5	0
	Jumlah	0	29	44	17	0
	Persentase	0%	32%	49%	19%	0%

Berdasarkan Tabel 7, TPACK mahasiswa menunjukkan bahwa sebagian besar aspek berada pada kategori sedang, dengan mayoritas tanggapan netral. Hal ini terlihat pada kemampuan menggunakan perangkat lunak matematika secara efektif, mengintegrasikan teknologi dalam strategi pengajaran, menyusun materi pembelajaran digital yang menarik, serta memberikan umpan balik berbasis teknologi. Di sisi lain, terdapat kelemahan pada pemahaman penggunaan teknologi dalam strategi pengajaran dan pemberian umpan balik, yang tercermin dari tingginya tanggapan negatif. Secara keseluruhan, kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten masih memerlukan peningkatan substansial untuk memastikan kompetensi yang lebih terintegrasi dan aplikatif.

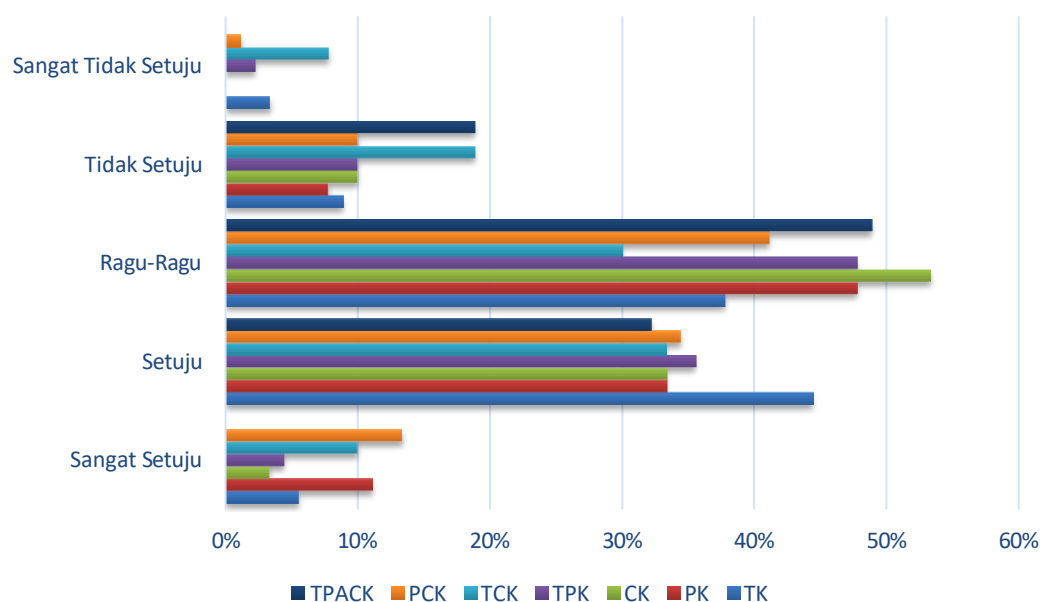
Sebaran pengetahuan mahasiswa pada semua komponen TPACK sangat bervariasi meskipun lebih dominan pada kategori sedang seperti tersaji pada Tabel 9.

Tabel 9. Persentase Capaian Tiap Komponen TPACK (n = 18)

No.	Komponen	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	TK	6%	44%	38%	9%	3%
2.	PK	11%	33%	48%	8%	0%
3.	CK	3%	33%	53%	10%	0%
4.	TPK	4%	36%	48%	10%	2%
5.	TCK	10%	33%	30%	19%	8%
6.	PCK	13%	34%	41%	10%	1%

No.	Komponen	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
7.	TPACK	0%	32%	49%	19%	0%
	Rata-rata	7%	35%	44%	12%	2%

Berdasarkan Tabel 9, penguasaan komponen TPACK oleh responden menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Secara umum, pemahaman pada aspek pedagogik dan konten tampak lebih kuat dibandingkan integrasi teknologi dalam pembelajaran. Namun, masih terdapat keraguan pada penguasaan beberapa komponen, terutama yang melibatkan teknologi secara langsung. Hal ini terlihat pada integrasi teknologi dengan konten dan pedagogi yang masih memerlukan perhatian lebih. Untuk meningkatkan pemahaman secara menyeluruh, diperlukan pelatihan yang fokus pada penerapan teknologi dalam pembelajaran berbasis konten dan strategi pengajaran yang efektif. Selain itu, dorongan untuk lebih percaya diri dalam menerapkan konsep TPACK secara utuh perlu menjadi prioritas agar dapat mendukung pembelajaran yang lebih inovatif. Secara visual, perbandingan capaian tiap komponen TPACK disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Capaian Tiap Komponen TPACK (n = 18)

Pembahasan

Technological Knowledge (TK)

Technological knowledge (TK) mahasiswa calon guru matematika tahun kedua tergolong sedang karena sebagian besar mahasiswa memberikan tanggapan positif. Namun masih ada ruang untuk meningkatkan keterampilan teknis secara keseluruhan karena kemampuan mahasiswa dalam mengatasi tantangan teknis perangkat lunak tergolong lemah. Temuan ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tingkatan TK mahasiswa calon guru matematika berada pada kategori sedang (Herizal et al., 2022). Temuan ini tergolong wajar karena berdasarkan informasi dari pengelola program studi, mahasiswa calon guru matematika tahun kedua baru mempelajari satu mata kuliah yang berkaitan dengan *technological knowledge* yang juga dapat mempengaruhi hasil tersebut. Mutianingsih et al. (2013) menyatakan bahwa hal ini memerlukan pelatihan yang melibatkan penggunaan

teknologi, sehingga para calon guru dapat mengadopsi perkembangan teknologi yang ada. Diperlukan pelatihan atau praktek langsung dan workshop praktis untuk mendorong mahasiswa calon guru matematika tahun kedua untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap *technological knowledge* (TK).

Pedagogical Knowledge (PK)

Pedagogical knowledge (PK) mahasiswa calon guru matematika tahun kedua tergolong sedang bahkan tidak ada tanggapan negatif ekstrem. Namun masih dibutuhkan upaya peningkatan secara menyeluruh untuk memperkuat kemampuan pedagogis mahasiswa karena mahasiswa calon guru matematika memiliki pemahaman yang kurang baik terhadap strategi pengajaran yang efektif untuk menyampaikan konsep matematika kepada siswa. Penelitian Hafinda (2022) juga menyatakan bahwa kemampuan calon mahasiswa guru matematika berada pada kriteria sedang. Selain itu, temuan serupa juga diungkapkan oleh Turmuzi & Kurniawan (2021) yang menyatakan rata-rata TK mahasiswa berada pada tingkat sedang. Berdasarkan informasi dari pengelola program studi, mahasiswa tahun kedua telah mengambil dua mata kuliah terkait, yaitu psikologi pendidikan dan strategi pembelajaran matematika. Namun, pada kenyataannya mereka masih menghadapi kesulitan dalam memahami strategi pengajaran yang efektif sehingga perlu diperkuat melalui simulasi pengelolaan kelas secara praktis. Sebagai calon guru, perlu diberikan kesempatan praktik langsung secara intensif agar pemahaman mahasiswa lebih mendalam (Perdani & Andayani, 2021).

Content Knowledge (CK)

Content knowledge (CK) mahasiswa calon guru matematika tahun kedua berada pada kriteria sedang serta memiliki pemahaman konsep dasar cukup baik. Berdasarkan keterangan dari pengelola program studi, pemahaman yang belum optimal karena mahasiswa calon guru matematika tahun kedua belum sepenuhnya menyelesaikan mata kuliah terkait konten matematika. Temuan serupa juga diungkapkan oleh Hafinda (2022) yang menyatakan bahwa CK mahasiswa berada pada kriteria sedang. Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa CK mahasiswa cenderung beragam meskipun mahasiswa mendapatkan mata kuliah terkait konten yang sama selama studinya (Fitriyah et al., 2020). Pada penelitian yang dilakukan oleh Amalia (2023) mengemukakan bahwa hal ini mengindikasikan adanya tantangan dalam pemahaman dan penerapan CK di kalangan mahasiswa. Meskipun sebagian besar mata kuliah yang sudah dipelajari didominasi oleh CK, mahasiswa calon guru sebaiknya memanfaatkan berbagai macam sumber dalam proses pembuatan materi ajar. Jika hanya menggunakan buku pegangan sebagai sumber satu-satunya dalam pembuatan materi, mahasiswa akan kurang mampu dalam menjabarkan materi dan memberikan informasi terbaru terkait materi (Malichatin, 2019). Aspek ini perlu diperkuat dengan memberikan tugas aplikatif yang menghubungkan konsep-konsep tersebut ke berbagai konteks pembelajaran.

Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

Technological pedagogical knowledge (TPK) mahasiswa calon guru berada pada kriteria sedang, namun mahasiswa masih memerlukan dukungan lebih besar untuk meningkatkan kemampuan integratif antara teknologi dan pedagogi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi et al. (2018) juga menyatakan bahwa TPK sebagian besar siswa berada pada kriteria sedang. Kemampuan TPK mahasiswa calon guru ini dipengaruhi oleh kemampuan TK yang belum terlalu baik. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Ramdani et al. (2023) yang menyatakan TPK berada pada kategori sedang. Salah satu faktor penghambat guru pada komponen TPK adalah kurangnya pengalaman dalam mengajar sehingga menyebabkan kurangnya percaya diri dalam mengintegrasikan teknologi (Uningal & Widiatningrum, 2020). Hal ini disebabkan bahwa mahasiswa calon guru masih kurang baik memilih dan mengelola

sumber daya teknologi yang sesuai untuk mendukung pembelajaran matematika di kelas. Selain itu, yang dapat mengakibatkan kurang mampunya mahasiswa pada persoalan ini dapat juga disebabkan oleh mahasiswa belum mempelajari mata kuliah yang berhubungan dengan TPK ini. Oleh karena itu, untuk dapat mengembangkan pengetahuan teknologi pedagogis di sekolah mahasiswa perlu dilatih untuk memanfaatkan teknologi informasi seperti e-mail dan messenger (WhatsApp, BBM, facebook, twitter) sebagai sarana aktivitas (forum) diskusi (Nofiani & Julianto, 2018). Mahasiswa perlu diperkuat dengan memberikan tugas praktis yang melibatkan desain pembelajaran berbasis teknologi. Berdasarkan keterangan pengelola program studi, mahasiswa akan diberikan mata kuliah yang berhubungan dengan TPK pada semester yang lebih tinggi misalnya pembelajaran matematika berbasis TIK. Penggunaan TIK menawarkan peluang yang begitu banyak jumlahnya, sehingga dapat mengarah pada pengalaman belajar yang lebih baik dan lebih menarik (Fitriyadi, 2013).

Pedagogical Content Knowledge (PCK)

Pedagogical content knowledge (PCK) mahasiswa calon guru matematika tahun kedua berada pada kriteria sedang namun pemahaman tentang penggunaan teknologi untuk menyampaikan konsep matematika yang kompleks menunjukkan kelemahan, dengan persentase tanggapan negatif yang cukup signifikan. Temuan serupa juga dikemukakan oleh Herizal et al. (2022) yang menyatakan bahwa tingkatan PCK berada pada kategori sedang. Hal ini karena mahasiswa calon guru matematika tahun kedua belum mempelajari mata kuliah terkait aspek *pedagogical content knowledge*. Berdasarkan keterangan pengelola program studi, mahasiswa calon guru matematika akan mendapatkan beberapa mata kuliah terkait PCK di semester yang lebih tinggi seperti telaah kurikulum matematika, evaluasi pembelajaran matematika, kapita selekta matematika SMP, dan kapita selekta matematika SMA. Selain itu mahasiswa akan diberikan pelatihan dan workshop yang berfokus pada pengembangan PCK misalnya pelatihan berbasis proyek yang mendorong mahasiswa untuk mengembangkan materi pembelajaran digital yang inovatif.

Technological Content Knowledge (TCK)

Technological Content Knowledge (TCK) mahasiswa calon guru matematika dalam kriteria sedang. Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa TCK mahasiswa calon guru berada pada kategori sedang, seperti penelitian Ahmad et al. (2021). TCK merupakan pengetahuan tentang bagaimana teknologi dan konten saling mempengaruhi. Mengintegrasikan teknologi kedalam pengajaran dan pembelajaran di kelas terus menjadi tugas yang menantang bagi banyak guru maupun calon guru (Sintawati et al., 2019). Guru dan calon guru perlu menciptakan multimedia dan memahami konsep di dalam konten dengan bantuan teknologi yang spesifik (Fuada et al., 2020). Koehler & Mishra (2009) mengatakan bahwa guru perlu memahami secara mendalam mengenai teknologi mana yang paling cocok untuk digunakan dalam menyampaikan konten (materi) dan bagaimana konten menentukan atau bahkan mungkin mengubah teknologi yang harus digunakan atau sebaliknya. Maka dari itu untuk menambah pengetahuan mahasiswa calon guru matematika tahun kedua, mahasiswa harus mengintegrasikan pelatihan teknologi dalam kurikulum pendidikan guru. Sertifikasi kursus online, workshop, dan sumber daya digital dapat membantu mereka memahami teknologi terkini dan mengaplikasikannya dalam pembelajaran. Selain itu, kolaborasi antar guru dan partisipasi dalam komunitas pembelajaran dapat memfasilitasi pertukaran pengetahuan teknologi. Evens et al. (2015) mengemukakan bahwa intervensi berupa refleksi, pelatihan TCK, hubungan dengan guru lainnya, dan pengalaman memberikan sumbangan yang positif terhadap perkembangan TCK. Calon guru dapat mengembangkan TCK yang dimilikinya melalui diskusi, wawancara dan kolaborasi dengan guru berpengalaman, menulis jurnal reflektif setelah melakukan pembelajaran, dan membuat *CoRe framework* sendiri (Hadinugrahaningsih et al., 2016).

Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)

Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) mahasiswa calon guru matematika tahun kedua berkriteria sedang. Penelitian Turmuzi & Kurniawan (2021) juga menunjukkan hasil yang sama yaitu kemampuan TPACK mahasiswa calon guru matematika berkriteria sedang. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti yang dikemukakan oleh Fakhriyah et al. (2022) bahwa salah satu kemungkinan adalah kurangnya kesempatan bagi mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman praktis dalam penerapan konsep-konsep tersebut dalam konteks pembelajaran sebenarnya. Pengalaman praktis yang terbatas dapat menghambat pengembangan kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan pengetahuan teoritis dengan praktik nyata. Selain itu, kurangnya sumber daya dan fasilitas yang memadai di lingkungan akademik juga bisa menjadi faktor penyebab (Gess-Newsome et al., 2019). Terbatasnya akses terhadap teknologi dan pelatihan yang relevan dalam penggunaan teknologi pembelajaran mungkin telah membatasi kemampuan mahasiswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dalam hal tersebut (Akhwani & Rahayu 2021). Selain itu, perubahan cepat dalam teknologi dan pendekatan pembelajaran dapat menimbulkan kesenjangan dalam pemahaman dan penerapan konsep-konsep tersebut di kalangan mahasiswa (Wahyuni, 2019). Faktor-faktor individu seperti motivasi, minat, dan latar belakang pendidikan juga dapat memengaruhi perolehan rendah dalam berbagai dimensi pengetahuan tersebut. Beberapa mahasiswa mungkin memiliki minat yang lebih rendah dalam bidang-bidang tertentu atau mungkin menghadapi kesulitan dalam mengatasi tantangan pembelajaran yang kompleks (Mustika & Temarwut, 2022).

Seorang guru maupun calon guru harus memiliki kemampuan *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)* (Sintawati & Indriani, 2019). Hal yang sama dijelaskan oleh Rahmadi (2019) bahwa TPACK adalah jenis pengetahuan baru yang harus dikuasai guru untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran. Kemampuan TPACK merupakan modal yang harus dimiliki oleh calon guru. Oleh karena itu sebagai calon guru perlu mengembangkan kemampuan TPACK dan tidak hanya sebatas mempunyai salah satu kemampuan saja melainkan harus mempunyai ketiga komponen yang saling berkaitan (Hadi & Kurniawati, 2022). Maka dari itu untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa calon guru matematika tahun kedua, mahasiswa disarankan untuk memperluas pengetahuan mereka tentang TPACK dengan mempelajari mata kuliah yang disediakan oleh kampus seperti micro teaching, program pengalaman lapangan dan mengikuti pelatihan tentang integrasi teknologi dalam pembelajaran, membaca literatur terkait TPACK dan aktif berpartisipasi dalam diskusi atau komunitas yang membahas penggunaan teknologi dalam konteks pendidikan. Selain itu perlu dilakukan langkah-langkah seperti peningkatan akses terhadap pelatihan dan sumber daya yang relevan, peningkatan integrasi antara teori dan praktik dalam kurikulum, serta memberikan dukungan yang lebih besar kepada mahasiswa dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan dalam menghadapi tuntutan pembelajaran di era modern ini (Evens et al., 2018).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa semua komponen *technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK)* mahasiswa calon guru matematika tahun kedua berada pada kategori sedang, menunjukkan bahwa pemahaman dan keterampilan mereka dalam mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten dalam pengajaran matematika sudah ada, tetapi belum optimal. Meskipun semua komponen berada pada kategori sedang, hasil ini menunjukkan potensi untuk peningkatan lebih lanjut, baik melalui pengalaman praktis, pelatihan tambahan, atau pembelajaran lebih mendalam untuk mencapai tingkat penguasaan yang lebih tinggi.

Pemanfaatan mata kuliah berikutnya dan penyesuaian kurikulum dapat dioptimalkan untuk memperkuat setiap komponen TPACK. Penelitian ini memiliki keterbatasan karena pengukuran hanya dilakukan hanya sekali. Maka dari itu, disarankan agar pengukuran dilakukan secara berkala, seperti setiap semester atau tahun, dengan melibatkan responden yang sama untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap perkembangan TPACK mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada pengelola Program Unggulan Kelas Riset Institut Agama Islam Negeri Kerinci yang didanai oleh program beasiswa Kartu Indonesia Pintar Kuliah (KIP-K) tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhwani, A., & Rahayu, D. W. (2021). Analisis komponen TPACK guru SD sebagai kerangka kompetensi guru profesional di abad 21. *Jurnal BASICEDU: Journal of Elementary Education*, 5(4), 1918-1925. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1119>
- Amalia, L. (2023). Penguasaan technological pedagogical and content knowledge (TPACK) mahasiswa. *Sasangga: Journal of Education and Learning*, 1(1), 26-35. <https://sasangga.tfk.or.id/index.php/sasangga/article/view/7>
- Evens, M., Elen, J. & Depaepe, F. (2015). Developing pedagogical content knowledge: Lesson learned from intervention studies. *Education Research International* Vol 2015, Article ID 790417, <http://doi.org/10.1155/2015/790417>
- Fakhriyah, F., Masfuah, S., Hilyana, F. S., & Mamat, N. (2022). Analysis of technological pedagogical content knowledge (TPACK) ability based on science literacy for pre-service primary school teachers in learning science concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 399-411. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i3.37305>
- 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. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jptk/article/view/3255>
- 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. <https://doi.org/10.21107/jps.v7i2.7995>
- Fuada, Z., Soepriyanto, Y., & Susilaningsih, S. (2020). Analisis kemampuan *technological content knowledge* (TCK) pada mahasiswa program studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3), 251-261. <https://journal2.um.ac.id/index.php/jktp/article/view/12806>
- Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., & Stuhlsatz, M. A. (2019). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education*, 41(7), 944-963. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1265158>
- Hadi, F. R., & Kurniawati, R. P. (2022). Analisis kemampuan TPACK mahasiswa calon guru pada mata kuliah pembelajaran matematika SD. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1), 734-742. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4320>

- Hadinugrahaningsih, T., Putri E. W. G., Hayatunnufus, R., & Paristiowati, M. (2016, September). Pengembangan pedagogical content knowledge (PCK) calon guru kimia menggunakan content representation (CoRe) framework dan pedagogical and professional experience repertoires (PaP-eRs) pada pembelajaran larutan penyangga dan reaksi reduksi-oksidasi (redoks). In *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya* (pp.55-64), FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Hafinda, T. (2022). Kemampuan mengajar calon guru: TPACK pada mata kuliah pembelajaran matematika MI/SD. *Jurnal Binagogik*, 9(1). <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/pgsd/article/view/52>
- Hanik, E. U., Puspitasari, D., Safitri, E., Firdaus, H. R., Pratiwi, M., & Inayah, R. N. (2022). Integrasi pendekatan TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*) guru sekolah dasar SIKL dalam melaksanakan pembelajaran era digital. *JEID: Journal of Educational Integration and Development*, 2(1), 15–27. <https://doi.org/10.55868/jeid.v2i1.97>
- 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). <http://dx.doi.org/10.58258/jisip.v6i1.2665>
- Kim, S. (2018). Technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK) and beliefs of preservice secondary mathematics teachers: Examining the relationships. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 1–24. <https://doi.org/10.29333/ejmste/93179>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technological and Teacher Education*, 9(1), 60-70. <https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/>
- Khoiri, N., & Huda, C. (2017). Deskripsi technological pedagogical content knowledge (TPACK) pada mahasiswa calon guru fisika. *Laporan Penelitian Reguler Publikasi*. Universitas PGRI Semarang. <https://eprints.upgris.ac.id/132/>
- Malichatin, H. (2019). Analisis kemampuan technological and content pedagogical 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>
- Mardati, A., Sukma, H. H., & Saifudin, M. F. (2022). Integrasi kemampuan TPACK untuk penguatan kompetensi pedagogi guru SD Muhammadiyah se-Kecamatan Moyudan Sleman. *Warta LPM*, 25(1), 33-43. <https://doi.org/10.23917/warta.v25i1.595>
- Mustaqimah, A., Suhartono, S., & Cholifah, P. S. (2023). Hubungan ketersediaan media pembelajaran berbasis TIK dengan kemampuan TPACK guru sekolah dasar. *Sekolah Dasar: Kajian Teori dan Praktik Pendidikan*, 32(2), 186-200. <https://journal-fip.um.ac.id/index.php/sd/article/view/807>
- Mustika, M., & Temarwut, R. (2022). Membangun TPACK guru IPS melalui moodle berbasis blended learning dalam pembelajaran tatap muka terbatas. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(2), 313-323. <https://doi.org/10.57008/jjp.v2i02.215>
- Mutianingsih, N., Prayitno, L. L., Chamidah, A., & Lestari, D. A. (2023). Investigasi persepsi calon guru matematika tentang TPACK. *Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 7(2), 171-181. <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/transformasi/article/view/3056>
- 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. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i4.20700>
- Nofiani, M., & Julianto, T. (2018, Oktober). Efektivitas pelaksanaan program magang pembelajaran terhadap kemampuan TPACK (technological pedagogical content knowledge) mahasiswa calon guru biologi FKIP Universitas Muhammadiyah

- Purwokerto. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 15, No. 1, pp. 577-582). <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/32620>
- Nurfidah, N. (2021). Kemampuan teknologi pedagogical and content knowledge (TPACK) mahasiswa calon guru PGSD melalui presentasi di kelas. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 5(4). <http://doi.org/10.58258/jisip.v5i4.2572>
- Oktaviana, E., & Yudha, C. B. (2022). Tecnological pedagogical content knowledge (TPACK) dalam pembelajaran abad ke-21. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 5(2), 57. <https://doi.org/10.20961/shes.v5i2.58305>
- 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. <http://dx.doi.org/10.21831/jpai.v19i2.46021>
- Putriani, J. D., & Hudaidah, H. (2021). Penerapan pendidikan Indonesia di era revolusi industri 4.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 830–838. <https://edukatif.org/index.php/edukatif/article/view/407>
- Putri, I. A. (2023). Modernisasi pembelajaran ips berbasis TPACK di era 4.0 kelas tinggi sekolah dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(2), 233-241. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i2.5333>
- Rafi, I., & Sabrina, N. (2019). Pengintegrasian TPACK dalam pembelajaran transformasi geometri SMA untuk mengembangkan profesionalitas guru matematika. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 3(1), 47-56. <https://doi.org/10.35706/sjme.v3i1.1430>
- Rahayu, S. (2017, Oktober). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): Integrasi ICT dalam pembelajaran IPA abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA IX* (Vol. 9, pp. 1-14).
- Rahmadi, I. F. (2019). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): Kerangka pengetahuan guru abad 21. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, 6(1), 65-74. <https://doi.org/10.32493/jpkn.v6i1.y2019.p65-74>
- Ramdani, R., Surani, D., & Fricitarani, A. (2023). Analisis kemampuan technological pedagogical content knowledge (TPACK) guru normatif SMK Negeri 11 Pandeglang. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Teknologi Informasi (JIPTI)*, 4(2), 175-188. <https://doi.org/10.52060/pti.v4i2.1401>
- Syamsuar, S., & Reflianto, R. (2019). Pendidikan dan tantangan pembelajaran berbasis teknologi informasi di era revolusi industri 4.0. *E-Tech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 6(2), 1–13. <https://doi.org/10.24036/et.v2i2.101343>
- Samsudin, M., & Haniefah, R. (2023). Konsep pendidikan anak prasekolah perspektif psikologi perkembangan dan Islam. *Turats*, 16(2), 39-49. <https://www.jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/turats/article/view/8067>
- Selly, J. B. (2023). Gambaran kemampuan calon guru dalam mendesain media pembelajaran fisika berbasis teknologi berdasarkan pendekatan technological content knowledge (TCK). *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)*, 6(2), 438–444. <https://doi.org/10.37792/jukanti.v6i2.1072>
- Setiawan, U., Maryani, E., & Nandi, N. (2018). Pedagogical content knowledge (PCK) guru geografi SMA. *Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial*, 4(1), 12–21. <https://doi.org/10.23887/jiis.v4i1.13943>
- Sintawati, M., Indriani, F., & Abdurrahman, G. (2019). Technological content knowledge mahasiswa PGSD dalam mengembangkan multimedia pembelajaran matematika. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 3(2), 193-204. <https://doi.org/10.20961/jdc.v3i2.34852>
- Sintawati, M., & Indriani, F. (2019). Pentingnya technological pedagogical content knowledge (TPACK) guru di era revolusi industri 4.0. *Seminar Nasional Pagelaran Pendidikan Dasar Nasional (PPDN)*, 1(1), 417–422. <http://seminar.uad.ac.id/index.php/ppdn/article/view/1355>.

- Sofiarini, A., & Rosalina, E. (2021). Analisis kebijakan dan kepemimpinan guru dalam menghadapi kurikulum 2013 era globalisasi. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 724–732. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.668>
- 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. <https://doi.org/10.21067/jip.v8i2.2632>
- 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), 46. <https://doi.org/10.20961/inkuri.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>
- Ulfah, M., & Erlina, E. (2022). Analisis kemampuan technological pedagogical content knowledge mahasiswa calon guru kimia. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 6(3), 273-286.
- Uningal, R. & Widiatningrum, T. (2020). Analisis faktor penghambat TPACK subdomain CK dan TPK pada calon guru biologi UNNES. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 10(2), 132-141. <https://doi.org/10.21580/phen.2020.10.2.4176>
- Wahyuni, F. T. (2019). Hubungan antara technological pedagogical content knowledge (TPACK) dengan technology integration self efficacy (TISE) guru matematika di Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 2(2), 109-122. <http://doi.org/10.21043/jpm.v2i2.6358>
- Yanti, M. (2023). Analisis technological pedagogical and content knowledge (TPACK) mahasiswa calon guru SD pada materi IPA. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(3), 1138-1148. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i3.6312>
- Zulfitri, H., Setiawati, N. P., & Ismaini. (2019). Pendidikan Profesi Guru (PPG) sebagai upaya meningkatkan profesionalisme guru. *LINGUA, Jurnal Bahasa & Sastra*, 19(2), 130–136. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/lingua/article/view/11095>
- Zulhazlinda, W., Noviani, L., & Sangka, K. B. (2023). Pengaruh TPACK terhadap kesiapan menjadi guru profesional pada mahasiswa pendidikan ekonomi di Jawa Tengah. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, 11(1), 26-38.

