

Transformasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Calon Guru dalam Pembelajaran Matematika

Dedi Muhtadi^{1*}, YL Sukestiyarno², Isti Hidayah², Amin Suyitno²

¹Universitas Siliwangi, Jl. Siliwangi No.24, Tasikmalaya 46115, Jawa Barat, Indonesia

²Universitas Negeri Semarang, Jl. Kelud Utara III, Petompon, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50237, Indonesia

*Corresponding Author: dedimuhtadi@unsil.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian ini untuk menyelidiki bagaimana transformasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) dari tiga calon guru matematika di sebuah Perguruan Tinggi di Tasikmalaya. Mereka berpartisipasi dalam praktik mengajar di sekolah dengan desain pembelajaran berbasis TPACK yang menjadi tuntutan dalam praktik pembelajaran untuk membangun pendekatan yang lebih efektif terhadap proses belajar siswa. Penelitian ini menyajikan hasil tentang pembelajaran matematika melalui desain yang menunjukkan pengaruh pengajaran desain pada pengetahuan konten matematika, pedagogis, dan teknologi secara khusus.

Kata kunci: tpack; desain pembelajaran matematika; calon guru matematika.

Abstract. This study aimed to investigate the Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) transformation of three prospective mathematics teachers at a university in Tasikmalaya. They participate in teaching practices in schools with TPACK-based learning designs that are a demand in learning practices to build a more practical approach to the student learning process. This study presents results about learning mathematics through design that show the influence of design teaching on knowledge of mathematics, pedagogical, and technological content specifically.

Keywords: tpack; mathematics learning design; preservice maths teacher.

How to Cite: Muhtadi, D., Sukestiyarno, YL., Hidayah, I., & Suyitno, A. (2022). Transformasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Calon Guru dalam Pembelajaran Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 2022, 251-257.

PENDAHULUAN

Penerapan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran telah dikatakan menjadi perhatian utama di sekolah-sekolah abad 21 (Oigara, 2013) dan telah mendapatkan kesadaran dari berbagai kelompok seperti Masyarakat Internasional untuk Teknologi Pendidikan dan Kementerian Pendidikan Asia Tenggara (SEAMEO). Sebuah studi yang dirilis oleh SEAMEO pada tahun 2010 mengungkapkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang belum sepenuhnya menerapkan integrasi teknologi dalam sistem pendidikan.

Guru secara luas diyakini memainkan peran penting dalam mengintegrasikan TIK ke dalam kelas. Meskipun pekerjaan sebelumnya pada integrasi TIK telah terkonsentrasi terutama pada hasil siswa (Umar & Hassan, 2015), studi yang lebih baru telah mengalihkan penekanan pada penciptaan kesadaran mereka oleh guru (Archambault & Crippen, 2009). Guru hari ini, termasuk guru sains, mengakui bahwa keterampilan teknis saja tidak memberikan kontribusi yang baik untuk pembelajaran promosi siswa tanpa guru mengetahui bagaimana menggunakan teknologi dengan cara yang

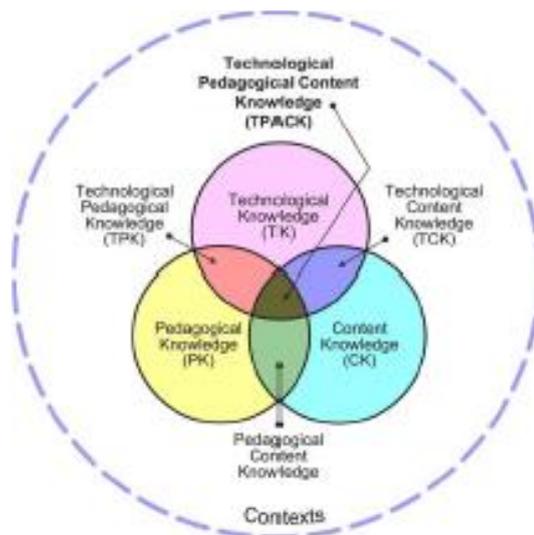
bermakna yang relevan dengan aspek pedagogi dan materi pelajaran. Oleh karena itu, fokus studi teknologi pendidikan telah bergeser dari sekadar mengajarkan keterampilan teknologi menjadi mengintegrasikan teknologi secara efektif ke dalam pengajaran.

Pada tahun 2006, Mishra dan Koehler memperkenalkan konsep *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam sistem pendidikan. Banyak peneliti telah mengakui paradigma ini memiliki dampak pada penggunaan teknologi dalam pedagogi di seluruh konstruksi konten. Dengan demikian, konsep ini telah menarik minat para pendidik dalam beberapa tahun terakhir. Menurut Niess (2011), seorang guru yang sukses di abad 21 perlu tahu bagaimana memasukkan teknologi ke dalam pengajaran, khususnya dalam integrasi teknologi ke dalam pengajaran, dan termasuk mata pelajaran matematika. Kerangka kerja TPACK dikatakan sebagai cabang pengetahuan yang berlaku untuk kemampuan guru yang menggabungkan teknologi di dalam kelas (Mishra & Koehler, 2006).

Perencanaan integrasi teknologi adalah penggunaan sumber daya teknologi dalam

pendidikan di bidang mata pelajaran umum untuk menyiapkan pelajaran guna membantu siswa menjadi pembelajar abad 21. Seorang guru harus dapat menerapkan strategi pengetahuan konten yang sesuai untuk mencapai pengajaran dengan teknologi yang efektif. Untuk menggunakan teknologi secara efektif untuk mendukung pendidikan, seorang guru harus memiliki pengetahuan teknologi yang tepat, pengetahuan pedagogis dan keahlian konten dan juga harus memahami interaksi antara kategori pengetahuan

ini. Dengan demikian, salah satu metode yang terkenal adalah TPACK, yang dikembangkan oleh Mishra dan Koehler (2006), yang pertama didasarkan pada *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) (Shulman, 1986), untuk menilai pemahaman integrasi teknologi ke dalam pengajaran. Mereka telah menekankan kebutuhan guru untuk memasukkan pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogis dan keahlian konten, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja TPACK (Mishra & Koehler, 2006)

Sumber: www.tpack.org

Diagram Venn terkenal yang ditunjukkan pada Gambar 1 menggambarkan tiga konstruksi dasar TPACK, yaitu *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Knowledge* (PK) dan *Content Knowledge* (CK). Konstruksi yang saling terkait (empat konstruksi) dari model pengetahuan dipahami sebagai konstruksi berbeda yang esensial dari konstruksi pengetahuan dasar, yaitu: *Technological Content Knowledge* (TCK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), serta TPACK. Kerangka kerja ini telah banyak diadopsi dan diadaptasi oleh aplikasi pendidikan peneliti TIK dari waktu ke waktu (Sheffield, *et al.*, 2015; Martin, 2018), termasuk guru pra-jabatan (Horzum, 2013; Tondeur, *et al.*, 2017), dalam layanan guru (Chen & Jang, 2018) dan bahkan kuliah di lembaga pendidikan tinggi (Lau, 2013). Oleh karena itu, kajian nilai TPACK perlu dilakukan dari waktu ke waktu, harus ditangani. Selain itu, peningkatan pengembangan TPACK guru juga penting untuk berbagai populasi penelitian, termasuk pendidikan calon guru matematika.

Telah direkomendasikan bahwa integrasi TIK untuk pengajaran dapat meningkatkan proses belajar mengajar sains (Tchoshanov, *et al.*, 2017). Dalam tinjauan trend penelitian di TPACK, Willermark (2018) menemukan bahwa hampir setengah dari studi empiris TPACK berfokus pada domain-umum TPACK guru, dan relatif lebih sedikit studi yang mengeksplorasi TPACK domain-spesifik guru.

Konsep kerangka kerja TPACK dapat memberikan arah baru untuk menggambarkan gagasan instruksional dalam memecahkan masalah yang terkait dengan integrasi teknologi ke dalam praktik pembelajaran sebagai landasan teori untuk mengembangkan kurikulum dalam program pendidikan guru (Jimoyiannis, 2010; Chai, *et al.*, 2011). Penelitian tentang pendidikan guru melaporkan bahwa model TPACK dapat digunakan sebagai kerangka kerja yang berpotensi berguna untuk mempersiapkan dan mengembangkan kompetensi guru dalam pengajaran di sekolah (Doering, *et al.*, 2009; Voogt, *et al.*, 2009; Weinhandl, Lavicza & Houghton, 2020).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menggali pendekatan pembelajaran berbasis teknologi dalam rangka penyiapan dan pengembangan kompetensi calon guru matematika untuk menghadapi tantangan arus perubahan teknologi informasi dan komunikasi yang bergerak lebih cepat. Artikel ini menyajikan eksplorasi transformasi kompetensi TPACK calon guru matematika dan bagaimana mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran matematika siswa.

METODE

Subjek Penelitian

Seratus enam puluh calon guru matematika di sebuah Universitas di Kota Tasikmalaya telah mengambil mata kuliah komputer. Untuk keperluan penelitian, tiga mahasiswa calon guru matematika dalam program ini diundang untuk berpartisipasi sebagai studi kasus. Peserta dalam penelitian studi kasus ini adalah satu perempuan dan dua laki-laki, dan mereka berusia 21 dan 22 tahun. Semua dari mereka memiliki keterampilan TIK dasar yang memuaskan namun mereka tidak memiliki pengalaman menggunakan TIK untuk eksperimen dan pengajaran matematika di masa sebelumnya.

Penggunaan software matematika dalam pembelajaran

Peserta diperkenalkan kepada penggunaan software-software matematika seperti GeoGebra, Cabri dan Geometer Skethpad sebagai alat bantu dan media pembelajaran matematika. Modul yang dibuat menyajikan contoh-contoh materi yang dapat diajarkan dengan menggunakan software-software tersebut.

Setelah menyelesaikan presentasi pembelajaran dengan menggunakan software-software matematika, para peserta didorong ke dalam forum diskusi terbuka yang kritis dengan mempertimbangkan potensi dampak metode pengajaran berbasis teknologi berdasarkan kerangka kerja TPACK. Diskusi terbuka yang kritis mengenai kasus ini sesuai dengan kriteria untuk ICT-TPACK (Angeli & Valanides, 2009) yang terdiri dari: (a) identifikasi topik yang sesuai untuk diajarkan dengan teknologi; (b) identifikasi representasi yang tepat untuk mengubah konten; (c) identifikasi strategi pengajaran yang sulit dilakukan dengan cara tradisional; (d) pemilihan

alat yang tepat dan penggunaan pedagogis yang tepat dari kemampuan mereka; dan (e) identifikasi strategi integrasi yang tepat.

Pengumpulan data

Untuk menyelidiki transformasi TPACK dari tiga calon guru matematika yang berpartisipasi dalam penelitian ini, dua tugas desain pembelajaran dengan menggunakan software matematika ke dalam praktik pengajaran dan proses belajar siswa. Tugas perancangan pertama diberikan kepada peserta pada minggu pertama dengan bahan ajar pembelajaran menggunakan software matematika, sebelum presentasi studi kasus pertama. Di akhir bahan ajar, para peserta ditugaskan untuk menyelesaikan tugas perancangan kedua menggunakan software matematika ke dalam praktik pengajaran dan proses belajar siswa. Selain itu, hasil penelitian dari pembelajaran yang dilakukan dengan siswa sekolah menengah dimasukkan ke dalam unit analisis terkait untuk mempresentasikan hasil eksperimen penggunaan software matematika ke dalam praktik pengajaran.

Analisis data

Untuk menganalisis transformasi kompetensi TPACK tiga calon guru matematika, menggunakan analisis isi dalam penulisan sistematika tugas perancangannya. Sistem pengkodean rubrik dengan kerangka kerja TPACK dikembangkan dan kemudian tugas perancangan dikodekan berdasarkan tujuh kategori yang didefinisikan oleh kerangka kerja TPACK, yaitu *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).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi TPACK calon guru matematika

1. Calon guru matematika 1

Calon guru matematika 1 adalah laki-laki 21 tahun, tidak memiliki pengalaman mengajar, tidak memiliki pengalaman kerja, mahir menggunakan excel, dan dapat menggunakan geoGebra. Tugas desain pembelajaran matematika dengan kerangka kerja TPACK dapat diringkas pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Komponen TPACK Calon Guru Matematika 1

Desain Pembelajaran Matematika	Komponen TPACK															
	CK		PK		TK		PCK		TPK		TCK		TPACK			
	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Nn	Pn	Cn	An
DPM-1 (Sifat kubus)	x		x			x	x			x		x		x		
DPM-2 (Luas permukaan kubus)	x		x			x		x	x			x				x

Note: Pn = perceptual level, Cn = conceptual level, An = action level, Nn = no perception

Untuk tugas penyusunan desain pembelajaran, calon guru matematika 1 memilih topik geometri sisi datar dengan pokok materi sifat-sifat kubus untuk desain pembelajaran matematika 1 (DPM-1) dan luas permukaan kubus untuk desain pembelajaran 2 (DPM-2). Pada DPM-1, calon matematika guru 1 mengidentifikasi konten dari sifat-sifat kubus, seperti: bentuk sisi kubus, posisi sisi, dan posisi rusuk. Calon guru matematika 1 juga menjelaskan tentang pembelajaran sifat-sifat kubus dengan mengamati bentuk sisi kubus, posisi sisi dan posisi rusuk pada benda-benda yang ada di ruangan kelas atau media pembelajaran yang disajikan. Penggunaan software geogebra juga diperlihatkan untuk mengalami lebih detail mengenai sifat-sifat kubus terutama menghindari miskonsepsi tilikan ruang siswa pada posisi ortogonal. Meskipun begitu, calon guru matematika 1 tidak menjelaskan keterkaitan antara konten, cara penyajian dan penggunaan software geogebra dalam pembelajaran. Ketiga komponen ini dalam pandangan calon guru matematika 1 bersifat alternatif difungsikan sebagai ide pendukung (*supporting idea*) dalam memberikan justifikasi terhadap penjelasan sebelumnya.

Pada DPM-2, calon guru matematika 1 menjelaskan tentang luas permukaan kubus (CK-Pn), cara mencari luas permukaan kubus (PK-Pn) serta penggunaan software geogebra untuk menjelaskan langkah-langkah penentuan luas permukaan kubus (TK-Pn). Hubungan antara

konten dan pengetahuan pedagogis dijelaskan bahwa untuk dapat menemukan luas permukaan kubus, siswa harus memahami luas dari masing-masing sisi kubus (PCK-Cn). Luas dari masing-masing sisi kubus ini akan mudah dipahami bila ditampilkan dalam jaring-jaring kubus yang disajikan dalam geogebra (TCK-Cn). Akan tetapi, calon guru matematika 1 tidak menjelaskan secara detail tentang langkah-langkah penyajian topik ini dalam geogebra. Transformasi pada penggunaan teknologi muncul dari hasil identifikasi kesulitan siswa pada pengamatan terhadap media yang disajikan (TPK-Pn). Calon guru matematika 1 menyebutkan hubungan konseptual antara konten, pedagogis dan teknologi dalam DPM-2 (TPACK-Cn), yakni dengan mengungkapkan perlunya teknologi untuk merepresentasikan bentuk permukaan kubus sehingga mempermudah siswa dalam mengidentifikasi luas dari masing-masing sisi kubus.

2. Calon guru matematika 2

Calon guru matematika 2 adalah perempuan 22 tahun, guru privat dan bimbil, tidak memiliki pengalaman mengajar di sekolah, dapat menggunakan excel, dan mengetahui software geoGebra tapi belum pernah menggunakan. Tugas desain pembelajaran matematika dengan kerangka kerja TPACK dapat diringkas pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Komponen TPACK Calon Guru Matematika 2

Desain Pembelajaran Matematika	Komponen TPACK															
	CK		PK		TK		PCK		TPK		TCK		TPACK			
	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Nn	Pn	Cn	An
DPM-1 (Operasi bilangan bulat)		x	x		x		x		x		x		x			
DPM-2 (PLSV)		x	x		x		x			x		x				x

Note: Pn = perceptual level, Cn = conceptual level, An = action level, Nn = no perception

Pada DPM-1, calon guru matematika 2 mengidentifikasi materi-materi tentang operasi hitung bilangan bulat (CK-Cn) dengan cara mentransformasi operasi pengurangan, perkalian dan pembagian ke dalam operasi penjumlahan, serta menggunakan cara induktif untuk menunjukkan bahwa perkalian negatif dengan negatif adalah positif (PK-Pn). CK perlu disampaikan melalui penggunaan teknologi komputer (TCK-Pn), seperti geogebra, cabri atau GPS, sehingga bentuk dari operasi pengurangan, perkalian dan pembagian seakan tidak nampak dan tergantikan oleh operasi penjumlahan (TPACK-Pn). Penggunaan teknologi komputer dimaksudkan untuk memvisualisasikan bentuk-bentuk dari bilangan positif dan bilangan negatif (TCK-Pn) sehingga siswa dapat membedakan antara tanda bilangan dengan tanda operasi (PCK-Pn).

Pada DPM-2, Konsep tentang persamaan linear satu variabel (PLSV) diidentifikasi oleh calon guru matematika 2 dalam kaitannya dengan penggunaan konsep operasi hitung bilangan bulat (CK-Pn). Karena istilah ruas merupakan konsep baru bagi siswa kelas VII, representasi tentang

ruas harus diubah ke dalam konsep lain yang mudah dipahami siswa (PCK-Pn), yakni melalui representasi visual (TCK-Cn) sehingga istilah variabel dan konstanta dipersepsikan oleh siswa seakan nyata (TK-Pn). Siswa harus mempunyai persepsi bahwa penambahan dan pengurangan variabel pada dasarnya sama dengan penambahan dan pengurangan konstanta (PK-Pn). Animasi dalam komputer sangat mendukung terhadap pembelajaran ini, karena representasi variabel dan konstanta mudah untuk diubah (TPK-Pn). Dengan menampilkan hubungan antara CK, PK, dan TK, calon guru 2 memiliki pemahaman konsep yang bagus tentang bagaimana integrasi antara pedagogi, konten dan teknologi (TPACK-Cn) sehingga penyampaian materi PLSV yang bersifat *mind-on* dapat menjadi *hand-on activity*.

3. Calon guru matematika 3

Calon guru matematika 3 adalah laki-laki 22 tahun, memiliki pengalaman mengajar, dapat menggunakan excel, dan geoGebra. Tugas desain pembelajaran matematika dengan kerangka kerja TPACK dapat diringkas pada Tabel 1.

Tabel 3. Ringkasan Komponen TPACK Calon Guru Matematika 3

Desain Pembelajaran Matematika	Komponen TPACK																
	CK		PK		TK		PCK		TPK		TCK		TPACK				
	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Pn	Cn	Nn	Pn	Cn	An	
DPM-1 (Kesebangunan)		x	x					x		x		x				x	
DPM-2 (Bola)		x	x			x			x		x		x				x

Note: Pn = perceptual level, Cn = conceptual level, An = action level, Nn = no perception

Pada DPM-1, calon guru matematika 3 mengidentifikasi kesulitan siswa pada materi kesebangunan dalam menentukan posisi yang bersesuaian, baik sisi yang bersesuaian maupun sudut yang bersesuaian (CK-Cn). Hal ini memicu penggunaan teknologi komputer untuk me-movie clip-kan posisi antar bangun sehingga menempati posisi yang bersesuaian (TK-Pn). Dengan demikian siswa dapat dengan mudah mencermati sisi yang bersesuaian (TCK-Pn) untuk membentuk persamaan kesebangunan yang benar (PK-Pn). Siswa dapat dengan mudah mengubah posisi beberapa gambar menjadi posisi yang saling bersesuaian dengan cara beberapa bangun yang akan disesuaikan (TPK-Pn). Ini adalah suatu teknik yang baik terutama bagi siswa dengan kemampuan tilikan ruang rendah (PCK-Pn). Calon guru Matematika 3 memiliki pemahaman yang bagus tentang hubungan antara PK, CK, dan TK dan melahirkan TPACK (TPACK-Cn).

Pada DPM-2, calon guru matematika 3 mengidentifikasi konsep tentang bola (CK-Cn) adalah suatu konsep abstrak bila dibandingkan dengan bangun ruang lainnya. Mahasiswa 3 memandang bahwa bangun ruang adalah luas alas x tinggi (bila alas dan atapnya kongruen) dan $1/3 \times$ luas alas x tinggi (bila hanya memiliki alas dan tidak punya atap) (PK-Pn). Bola nampaknya berbeda dengan bangun ruang lainnya, tetapi mahasiswa 3 memiliki persepsi bahwa konsep bangun ruang lainnya bisa diterapkan dalam menemukan rumus volume bola (PCK-Cn). Bila suatu limas segiempat yang alasnya berimpit pada selimut bola dan verteknya pada titik pusat bola diletakkan di dalam bola melalui gambar virtual (TK-Pn), maka siswa akan dengan mudah bahwa alas dari n buah limas segiempat adalah selimut bola (TCK-Cn). Selanjutnya siswa akan langsung dapat menemukan volume dari n buah limas segiempat yaitu $4\pi r^2 \times 1/3 \times r$ (TPK-Cn).

Calon guru matematika 3 mengidentifikasi dengan jelas hubungan antara CK, PK, dan TK yang implikasinya dapat ditindaklanjuti secara nyata dalam pembelajaran (TPACK-An).

Pelaksanaan pembelajaran di sekolah (Hasil dari penelitian kelas calon guru matematika)

Pelaksanaan pembelajaran di sekolah dari ketiga calon guru matematika merupakan hasil eksperimen praktik mengajar dalam menerapkan pembelajaran dengan menggunakan software matematika. Temuan di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman TPACK calon guru matematika mempengaruhi praktik pengajaran matematika di kelas dan praktik pengajaran mempengaruhi pemahaman konseptual siswa sekolah menengah di bidang matematika.

Diskusi

Temuan empiris memberikan bukti bahwa pemahaman konseptual TPACK ketiga calon guru matematika telah mengalami transformasi dan peningkatan pengetahuan yang dihasilkan setelah mengikuti pelatihan pembelajaran dengan menggunakan software-software matematika. Selain itu, temuan juga menunjukkan bahwa TPACK calon guru matematika pada tugas perancangan kedua memiliki tingkat kompetensi yang lebih tinggi daripada tugas perancangan pertama. Secara lebih rinci, menarik untuk dicatat bahwa calon guru matematika 1 telah menghasilkan persepsi PCK, konsepsi TPK dan TCK, untuk pengembangan kompetensi TPACK pada tingkat konsepsi. Selain itu, bukti bahwa TPK dan TCK calon guru matematika 2 telah berubah dari tingkat persepsi terhadap konsepsi serupa dengan calon guru matematika 3 yang telah mengubah PCK, TPK, dan TCK pada tingkat persepsi ke tingkat konsepsi. Menurut transformasi pengetahuan mereka, tingkat kompetensi TPACK untuk calon guru matematika 2 dan mahasiswa calon guru matematika 3 perlu dikembangkan sampai tingkat yang lebih tinggi, dari tingkat persepsi hingga konsepsi dan tindakan masing-masing.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis teknologi memiliki dampak positif terhadap pengembangan kompetensi TPACK calon guru matematika. Hal ini karena penggunaan bahan ajar berbasis teknologi untuk model TPACK calon guru ada hubungannya antara pengetahuan konten dengan perubahan bentuk TPACK secara signifikan (Chai *et. al.* 2011). Dan secara konsisten, temuan penelitian menyatakan bahwa pengajaran

berbasis teknologi untuk pengembangan kompetensi profesional guru menyebabkan perubahan yang signifikan pada aktivitas pembelajaran berkualitas tinggi.

SIMPULAN

Makalah ini melaporkan penggunaan pendekatan pembelajaran berbasis teknologi untuk mengembangkan kompetensi TPACK calon guru matematika dan transformasi pengetahuan mereka dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam praktik pengajaran matematika setelah mengikuti pelatihan pembelajaran berbasis teknologi. Dalam upaya untuk lebih melayani kebutuhan guru matematika berkualitas tinggi, hasil dari studi kasus ini menggambarkan bahwa kompetensi TPACK dapat secara khusus dianggap sebagai atribut inti bagi guru matematika masa depan, karena model pembelajaran dengan menggunakan alat teknologi dapat membantu siswa dalam mengembangkan pemahaman matematika dan mempengaruhi praktik metode pengajaran matematika untuk guru. Selain itu, kompetensi TPACK guru matematika dapat berdampak langsung pada pembelajaran siswa dalam pelajaran matematika. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis teknologi dapat berperan efektif dalam mempersiapkan dan meningkatkan kompetensi TPACK untuk guru matematika.

REFERENSI

- Angeli C., and Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT TPACK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52, 154.
- Archambault, L. & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, vol. 9, no. 1, pp. 71-88.
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C. C., and Tan, W. L. (2011). Modeling primary school preservice teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education*, 57, 1184.
- Chen, Y. H and Jang, S. J. (2018). Exploring the relationship between self-regulation and TPACK of Taiwanese secondary in-service

- teachers, *Journal of Educational Computing Research*, vol. 57, no. 4, pp. 978-1002.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education 8th ed*, NY: Routledge, pp.334-360.
- Doering, A., Veletsianos, G., Scharber, C., & Miller, C. (2009) Using the technological, pedagogical, and content knowledge framework to design online learning environments and professional development. *Journal of Educational Computing Research*, 41, 319.
- Horzum, M. B. (2013). An investigation of the technological pedagogical content knowledge of preservice teachers, *Technology, Pedagogy and Education*, vol. 22, no. 3, pp. 303-317.
- Jimoyiannis, A. (2010) Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teacher professional development. *Computer & Education*, 55, 1259.
- Lau, T. L. (2013). Opportunities and challenges faced by private higher education institution using the TPACK model in Malaysia, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 91, pp. 294-305.
- Martin, B. (2018). Faculty technology beliefs and practices in teacher preparation through a TPaCK lens, *Education and Information Technologies*, vol. 23, no. 5, pp. 1775-1788.
- Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge, *The Teachers College Record*, vol. 108, no. 6, pp. 1017-1054.
- Niess, M. L. (2011). Investigating TPACK: Knowledge Growth in Teaching with Technology, *Journal of Educational Computing Research*, vol. 44, no. 3, pp. 299–317.
- Oigara, J. N. (2013). Integrating technology in Teacher education programs, *Research Perspectives and Best Practices in Educational Technology Integration*, ch. 2, pp. 28-43.
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., and Baran, E. (2017). A comprehensive investigation of TPACK within preservice teachers' ICT profiles: Mind the gap, *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 33, no. 3, pp. 46-60.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching, *Educational Researcher*, vol. 15, no. 2, pp. 4-14.
- Sheffield, R., Dobozy, E., Gibson, D., Mullaney, J., & Campbell, C. (2015). Teacher education students using TPACK in science: A case study, *Educational Media International*, pp. 1–12.
- Tchoshanov, M., Cruz, M. D., Huereca, K., Shakirova, K., Shakirova, L. & Ibragimova, E. N. (2017). Examination of lower secondary mathematics teachers' content knowledge and its connection to students' performance, *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol.15, no. 4, pp. 683-702.
- Umar, I. N. & Hassan, A. S. A. (2015). Malaysian teachers' levels of ICT integration and its perceived impact on teaching and learning, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 197, pp. 2015-2021.
- Voogt, J., Tilya, F., and Akker, JvD. (2009). Science teacher learning for MBL-supported student-centered science education in the context of secondary education in Tanzania. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 429.
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., & Houghton, T. (2020). Designing online learning environments for flipped approaches in professional mathematics teacher development. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 315-337. <https://doi.org/10.28945/4573>.
- Willermark, S. (2018). Technological pedagogical and content knowledge: A review of empirical studies published from 2011 to 2016, *Journal of Educational Computing Research*, vol. 56, no.3, pp. 315-343.