

## ANALISIS TPACK MAHASISWA PGSD UNSAP SUMEDANG

Ai Hayati Rahayu<sup>1</sup>, Ari Widodo<sup>2</sup>, Udin Syaefudin Sa'ud<sup>3</sup>, Muslim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UNSAP Sumedang, Jalan Anggrek Situ 19

<sup>2,3,4</sup>Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

<sup>1</sup> [ahayati75@gmail.com](mailto:ahayati75@gmail.com), <sup>2</sup> [widodo@upi.edu](mailto:widodo@upi.edu), <sup>3</sup> [usaud@upi.edu](mailto:usaud@upi.edu), <sup>4</sup> [muslim@upi.edu](mailto:muslim@upi.edu)

### Abstract

Integrating technology in learning has become a necessity in this digital era. The use of technology, especially digital technology, has become an important part of life. Therefore, preparing teachers who are competent in integrating technology is a task for teacher-training institutions. One of the theoretical frameworks that can be used to integrate technology is Technological pedagogical Content Knowledge (TPACK). This study aims to identify the TPACK ability of PGSD students at Sebelas April University, Sumedang and to analyze the components that affect students' TPACK. The method used is a survey with a questionnaire instrument. The results showed that the TPACK ability of PGSD UNSAP students was in good criteria, with the highest TK and TPK percentage scores. The results of SEM analysis using SMART PLS stated that of the six components that had a significant effect, namely the pedagogical knowledge (PK) component, PCK, TCK and TPK.

**Keywords:** TPACK analysis, SEM.

### Abstrak

Mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, menjadi sebuah keniscayaan di era digital ini. Penggunaan teknologi terutama teknologi digital sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan. Oleh karenanya menyiapkan guru yang kompeten dalam mengintegrasikan teknologi menjadi sebuah tugas lembaga pencetak guru. Salah satu kerangka teoritis yang dapat digunakan dalam mengintegrasikan teknologi adalah *Technological pedagogical Content Knowledge* (TPACK). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kemampuan TPACK mahasiswa PGSD Universitas Sebelas April Sumedang serta menganalisis komponen yang berpengaruh terhadap TPACK mahasiswa. Metode yang digunakan survey dengan instrumen kuisioner. Hasil penelitian menyatakan bahwa kemampuan TPACK mahasiswa PGSD UNSAP berada pada kriteria baik, dengan skor persentase TK dan TPK yang paling tinggi. Hasil analisis SEM menggunakan SMART PLS menyatakan dari enam komponen yang berpengaruh secara signifikan adalah komponen *pedagogical knowledge* (PK), PCK, TCK dan TPK.

**Kata Kunci:** Analisis TPACK, SEM.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat membawa perubahan di berbagai bidang. Tidak ketinggalan di bidang pendidikan. Pesatnya teknologi mengharuskan guru kompeten memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran. Hal ini juga berdampak terhadap lembaga-lembaga pendidikan terutama lembaga yang menghasilkan guru. Kondisi mengharuskan adanya reformasi dalam sistem pendidikan guru. Bagaimana lembaga-lembaga yang menghasilkan calon calon guru dapat membekali mahasiswanya kemampuan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran. Tentunya bukan hanya memahami bagaimana menggunakan komputer, tetapi juga bagaimana merancang teknologi berkualitas untuk meningkatkan pembelajaran (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran selain dapat meningkatkan efektifitas dan kebermaknaan pembelajaran juga dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan abad 21 siswa. Dapat dikatakan bahwa pembelajaran yang baik adalah yang memfasilitasi proses pembelajaran siswa dengan memanfaatkan sumber daya teknologi informasi dan komunikasi yang relevan sebagai alat pedagogis yang bermakna (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010). Hal ini juga berarti guru harus dapat memfasilitasi siswa agar dapat menggunakan teknologi untuk belajar, berkolaborasi, berpikir kritis dan memecahkan masalah, serta berpikir kreatif dan berinovasi ((Valtonen *et al.*, 2017).

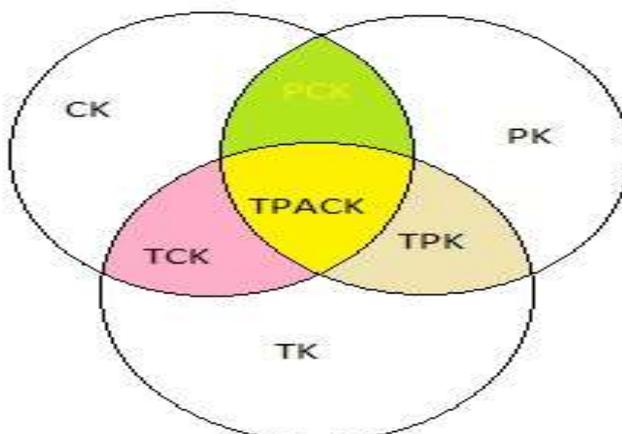
Guru dituntut agar trampil memanfaatkan teknologi untuk diintegrasikan dalam proses pembelajarannya. Tugas guru bukan hanya membuat anak-anak memahami dan menggunakan informasi yang tersedia secara konstruktif, bukan hanya menyajikan fakta (Padmapathi, 2017). Menggunakan teknologi untuk pembelajaran bukanlah tentang menggunakan komputer, menggunakan tablet, dan papan pintar, atau menonton video saja, namun tentang memberikan efisiensi dan mendukung siswa dalam pembelajaran melalui aplikasi teknologi. Guru seharusnya mampu menentukan teknologi mana yang harus digunakan sesuai dengan tingkat kesulitan mata pelajaran (konten) dalam pembelajaran mereka.

Namun minimnya pengetahuan tentang pemanfaatan teknologi dapat membatasi keefektifan pengintegrasian teknologi mengajar. Permasalahan utama yang dihadapi guru yang berusaha mengintegrasikan teknologi dalam pengajaran mereka adalah kenyataan bahwa sebagian besar teknologi tidak dirancang untuk tujuan pendidikan. Menjadikan alat sebagai teknologi pendidikan membutuhkan masukan kreatif dari guru untuk mendesain ulang alat teknologi tersebut ,sehingga sesuai dengan pedagogi pembelajaran (Koehler and Mishra, 2008, Mishra et al., 2009 ).

### ***Tecnological Pedagogical and Content Knowledge***

Salah satu kerangka teoritis yang dapat digunakan adalah *Tecnological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK). TPACK adalah kerangka kerja untuk memahami dan mendeskripsikan jenis kemampuan pengetahuan yang dibutuhkan oleh guru untuk praktik pedagogis yang efektif dengan memanfaatkan teknologi (Padmavathi, 2017). TPACK juga merupakan kerangka teori yang dapat memberi arah bagi guru untuk memecahkan masalah integrasi teknologi dalam pembelajaran di kelas (Ching Sing Chai *et al.*, 2011). Konsep ini yang merupakan pengembangan konsep *Pedagogical and Content Knowledge* (PCK) Schulman (1986) dianggap dapat dijadikan sebagai landasan dalam proses pengembangan guru professional (Sorge *et al.*, 2019).

Kerangka TPACK terdiri dari tiga komponen utama yaitu konten, pedagogi dan teknologi. Ketiganya saling terkoneksi dan terintegrasi membentuk pengetahuan baru yaitu *pedagogical content knowledge* (PCK), *technology content knowledge* (TCK), *tecnological Pedagogical Knowledge* (TPK), *Tecnological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK). Berikut adalah gambar kerangka kerja TPACK.



**Gambar 1. Kerangka kerja TPACK**

Ketujuh komponen pada Gambar 1 jika dijabarkan adalah sebagai berikut. CK merupakan pengetahuan tentang materi yang akan diajarkan berupa fakta, konsep, teori dan prosedur. PK adalah pengetahuan yang mendalam guru tentang proses dan praktik atau metode pembelajaran. Termasuk disini adalah pengertian tujuan dan nilai-nilai pendidikan. TK merupakan keberlanjutan dan perkembangan pengetahuan tentang teknologi untuk pengolahan informasi, komunikasi, dan pemecahan masalah dan berfokus pada aplikasi produktif teknologi. PCK merupakan pengetahuan tentang pedagogi, praktek mengajar, dan proses perencanaan yang berlaku untuk suatu materi tertentu. TCK adalah pengetahuan tentang hubungan antara subjek dan teknologi meliputi teknologi yang tepat untuk mengeksplorasi konten yang akan diberikan. TPK merupakan pengetahuan tentang pengaruh teknologi terhadap pengajaran dan pembelajaran serta kelebihan dan kendala teknologi yang berkaitan dengan desain dan strategi pedagogis. TPACK merupakan pengetahuan tentang interaksi yang kompleks antara domain prinsip pengetahuan, pedagogy dan teknologi (Koehler & Mishra 2009).

Dalam artikel ini akan menjawab pertanyaan bagaimana profil kemampuan TPACK pada mahasiswa Pendidikan Guru sekolah Dasar. Serta komponen mana yang berpengaruh terhadap kemampuan TPACKnya tersebut.

**METODE**

Penelitian kuantitatif dengan metode penelitian menggunakan survei. Sampel penelitian mahasiswa Pendidikan guru Sekolah Dasar semester 5 dan 7. Sampel berjumlah 203 orang dengan 77% perempuan dan 23% laki-laki. Penentuan sampel mahasiswa di semester 5 dan 7 karena mereka telah mendapatkan matakuliah yang berhubungan dengan konten dan pedagogi serta dasar teknologi informasi dan komunikasi. Instrumen yang digunakan adalah kuisisioner TPACK abad 21 yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian terdahulu (Koehler & Misra, 2009, Valtonen, 2017, Yulisman, 2019). Kuisisioner disebar secara online. Kuisisioner mencakup pertanyaan konteks tentang kepemilikan alat teknologi, lama waktu penggunaan alat teknologi dan jenis teknologi apa yang banyak diakses oleh mahasiswa.

Sedangkan untuk indikator kuisisioner TPACK terdiri dari 60 item mencakup tujuh komponen yaitu CK, PK, TK, PCK, TPK, TCK dan TPACK. Data hasil kuisisioner dengan menggunakan

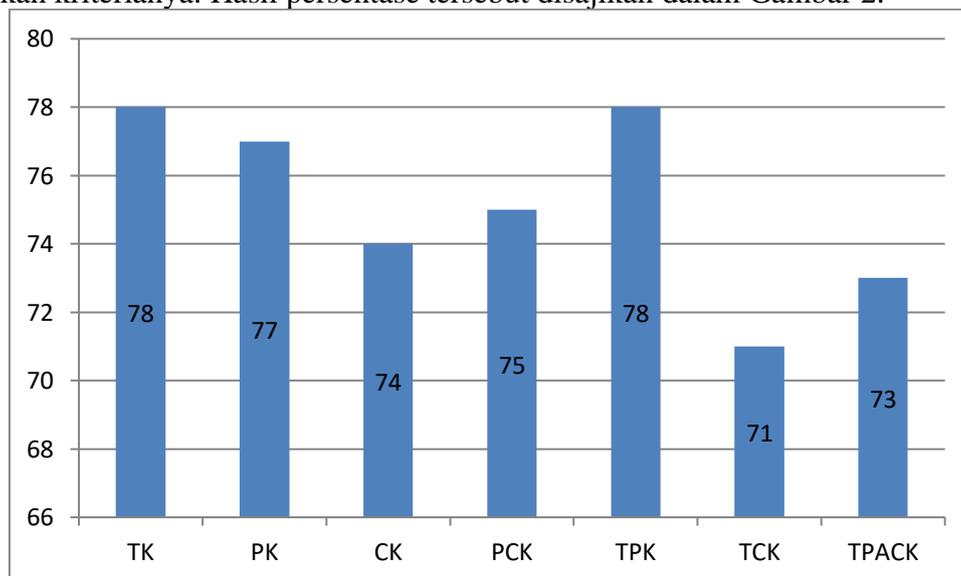
skala likert kemudian dihitung indeks persennya dengan cara jumlah skor yang diperoleh sampel dibagi skor maksimum kali 100. Hasil perhitungan kemudian diinterpretasi dengan menggunakan kriteria (1-19,9 sangat kurang, 20-39,9 kurang, 40-59,9 cukup, 60-79,9 baik, dan 80-100 sangat baik). Selanjutnya untuk menentukan komponen yang berpengaruh secara langsung atau tidak langsung dilakukan analisis SEM dengan menggunakan program SMART PLS. Analisa ini digunakan karena kita ingin mengetahui dari ketujuh komponen TPACK, komponen mana saja yang berpengaruh secara signifikan baik langsung atau tidak langsung. Analisis juga dapat melihat besar kecilnya pengaruh baik langsung maupun tak langsung. Analisa ini juga dapat digunakan untuk pembuktian model (Sugiyono, 2019).

Terdapat tiga tahapan uji menggunakan SEM SmartPLS. Pertama uji instrument meliputi uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dapat dilihat dari nilai loading factor dan nilai Average Value Extrated (AVE). Uji Validitas dapat dilihat dari loading factor dimana nilainya harus lebih besar  $\geq 0,5$ . Realibilitas dapat dilihat dari nilai Cronbach Alpha. Tahap kedua adalah uji asumsi dalam hal ini uji multikolinearity yang dapat dilihat dari nilai VIF nya. Dan terakhir uji hipotesis yang juga merupakan evaluasi struktur model. Hal ini dapat dilihat dari nilai R square dan F (side effect). Penentuan komponen tersebut berpengaruh secara signifikan atau tidak dapat dilihat dari nilai T statistic dan P Valuenya. Jika nilai P Value kurang 0,05 maka terdapat pengaruh. Apakah signifikan atau tidak kita bisa membandingkan nilai T statistic dengan T tabel (untuk penelitian ini T kritisnya adalah 1,652).

**HASIL DAN DISKUSI**

**Hasil**

Untuk mendeskripsikan profil TPACK mahasiswa, dilakukan analisis deskriptif. Data hasil kuisisioner kemudian dihitung nilai indek persennya, yaitu skor perolehan sampel dibandingkan dengan skor maksimum. Persen tersebut kemudian diinterpretasi untuk menentukan kriterianya. Hasil persentase tersebut disajikan dalam Gambar 2.



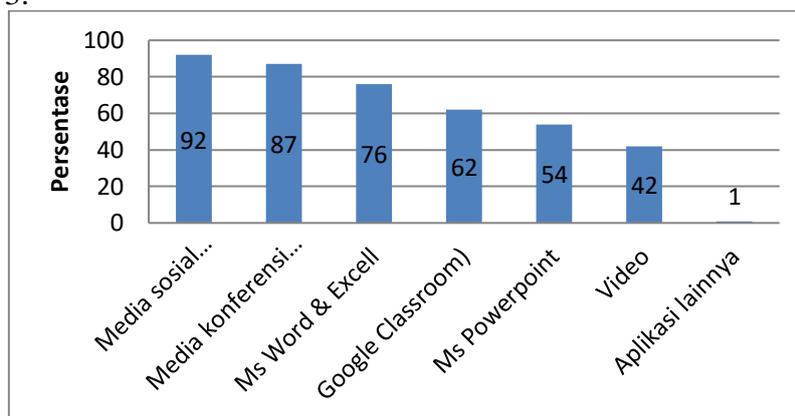
**Gambar 2. Persentase jawaban Responden**

Berdasarkan gambar 2. Kita dapat mengambil kesimpulan bahwa semua komponen berada pada kategori baik, dengan komponen TK dan TPK mendapat skor lebih tinggi disbanding komponen lainnya. Sedangkan yang mmeperoleh skor paling rendah adalah TCK. Jika kita

bandingkan hanya komponen utamanya saja secara berurutan dari yang p[aling tinggi ke rendah adalah TK,PK dan CK.

Mahasiswa PGSD UNSAP Sumedang 97% mempunyai smartphome, 65% mempunyai laptop dan 6% mempunyai computer. Hal ini menandakan bahkan sebagian besar mahasiswa PGSD memiliki teknologi bahkan satu orang dapat memiliki dua alat teknologi yang dapat dimanfaatkan. Hasil ini memberi informasi bahwa ketersediaan alat (teknologi digital) bukan menjadi suatu hambatan.

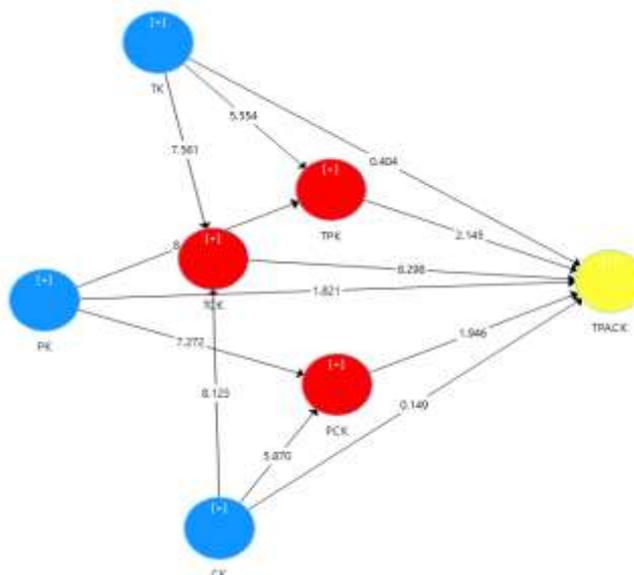
Hasil survey juga diperoleh data rata-rata mahasiswa menggunakan alat digital yaitu 5 - 8 jam/hari. Teknologi digital yang banyak diakses atau dipergunakan oleh mahasiswa disajikan dalam Gambar 3.



**Gambar 3. Teknologi yang banyak digunakan/diakses oleh mahasiswa PGSD UNSAP Sumedang**

Berdasarkan Gambar 3. media sosial dalam hal ini Whatshapp, Instagram dan Facebook menjadi alat teknologi yang banyak dimanfaatkan oleh mahasiswa. Data lain menginformasikan bahwa kemampuan menggunakan alat teknologi lebih banyak diperoleh secara mandiri artinya secara otodidak bukan melalui seminar atau pelatihan.

Hasil analisis SEM dengan menggunakan SMART PLS terdiri dari uji instrument dan uji struktur model. Uji instrument (outer model) difokuskan pada uji validitas dan reliabilitas instrument yang digunakan. Nilai validitas instrument sudah menunjukkan diatas angka 0,7 sehingga indikator tersebut sudah valid. Sedangkan untuk yang dibawah 0,5 indikatornya dihilangkan. Kemudian dilakukan kembali analisis. Gambar 4 adalah model hasil analisis SEM.



**Gambar 4. Outer Model TPACK menggunakan analisis SEM SMART PLS**

Evaluasi model struktur (inner model) menggunakan nilai  $R^2$ ,  $f^2$ , koefisien jalur.

**Tabel 1. Nilai  $R^2$  Inner Model**

	R Square	keterangan
PCK	0,794	Kuat
TCK	0,615	Kuat
TPACK	0,812	Kuat
TPK	0,656	Kuat

Dari tabel 1 dapat kita simpulkan bahwa variabilitas PCK dapat dipengaruhi oleh komponen CK dan PK sebanyak 79,4%. Sedangkan variabilitas TCK dapat dipengaruhi oleh komponen CK dan TK sebanyak 61,5%. Variabilitas TPK dapat dipengaruhi oleh komponen PK sebanyak 65,6%. Terakhir besaran pengaruh komponen PK,CK,TK,PCK,TPK dan TCK terhadap TPACK adalah 81,2%. Untuk mengetahui apakah komponen tersebut berpengaruh secara signifikan atau tidak dengan cara melihat nilai path coefficient.

**Tabel 2. Path Coefficient Struktur Model Pengaruh Langsung Dan Tidak Langsung**

Korelasi	T Statistik	P Values	Keterangan
CK -> PCK	5,870	0,000	Signifikan
CK -> TCK	8,123	0,000	Signifikan
CK -> TPACK	0,149	0,882	Tidak signifikan
PCK -> TPACK	1,946	0,052	Signifikan
PK -> PCK	7,272	0,000	Signifikan
PK -> TPACK	1,821	0,069	Signifikan
PK -> TPK	8,309	0,000	Signifikan
TCK -> TPACK	8,298	0,000	Signifikan
TK -> TCK	7,561	0,000	Signifikan
TK -> TPACK	0,404	0,687	Tidak Signifikan
TK -> TPK	5,554	0,000	Signifikan

<b>TPK -&gt; TPACK</b>	2,145	<b>0,032</b>	<b>Signifikan</b>
<b>CK -&gt; PCK -&gt; TPACK</b>	1,783	<b>0,075</b>	<b>Signifikan</b>
<b>PK -&gt; TPK -&gt; TPACK</b>	2,225	<b>0,027</b>	<b>Signifikan</b>
<b>PK -&gt; PCK -&gt; TPACK</b>	1,890	<b>0,059</b>	<b>Signifikan</b>
<b>TK -&gt; TPK -&gt; TPACK</b>	1,794	<b>0,073</b>	<b>Signifikan</b>
<b>CK -&gt; TCK -&gt; TPACK</b>	6,297	<b>0,000</b>	<b>Signifikan</b>
<b>TK -&gt; TCK -&gt; TPACK</b>	5,214	<b>0,000</b>	<b>Signifikan</b>

Dari data di atas terdapat korelasi yang signifikan antara komponen-komponen utama TPACK. Kecuali untuk komponen TK dan CK tidak berpengaruh secara signifikan. Komponen yang berpengaruh langsung kepada TPACK adalah pedagogical Knowledge. Komponen lainnya yang berpengaruh secara langsung kepada TPACK adalah PK, PCK, TCK, dan TPK. TK dan CK tidak berpengaruh secara langsung namun perlu variabel mediasi yaitu TPK, TCK, dan PCK. Analisis lebih lanjut untuk mengetahui efek size dari korelasi di atas dapat dilihat dari nilai  $f^2$  yang disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Nilai  $F^2$  (Efek Size)**

<b>Korelasi</b>	<b><math>F^2</math></b>	<b>Keterangan</b>
<b>CK -&gt; PCK</b>	0,327	<b>Besar</b>
<b>CK -&gt; TCK</b>	0,373	<b>Besar</b>
<b>CK -&gt; TPACK</b>	0,000	<b>Tidak ada efek</b>
<b>PCK -&gt; TPACK</b>	0,025	<b>Kecil</b>
<b>PK -&gt; PCK</b>	0,457	<b>Besar</b>
<b>PK -&gt; TPACK</b>	0,022	<b>Kecil</b>
<b>PK -&gt; TPK</b>	0,523	<b>Besar</b>
<b>TCK -&gt; TPACK</b>	0,420	<b>Besar</b>
<b>TK -&gt; TCK</b>	0,304	<b>Besar</b>
<b>TK -&gt; TPACK</b>	0,001	<b>Tidak ada efek</b>
<b>TK -&gt; TPK</b>	0,190	<b>sedang</b>

Dari Tabel 3. di atas dapat diperoleh bahwa hanya semua korelasi memberikan efek size kecuali korelasi CK dan TK terhadap TPACK yang tidak memberikan efek size. Efek size yang diberikan cukup tinggi kecuali untuk PK dan PCK hanya memberikan efek size yang kecil.

**Diskusi**

Kepemilikan sarana teknologi digital mahasiswa PGSD UNSAP Sumedang sudah bukan menjadi kendala. Karena hamper 97% mahasiswa memiliki smartphone, laptop atau computer. Media social menjadi aplikasi teknologi yang banyak digunakan, dengan rata-rata penggunaannya 5 – 8 jam /hari. Masih harus dikonfirmasi lebih dalam untuk tujuan apa saja mahasiswa menggunakan teknologi.

Secara umum indeks persentase jawaban sampel terhadap komponen-komponen TPACK berada pada kriteria baik. Dimana komponen TK dan TPK mendapat persentase lebih tinggi dibandingkan komponen lainnya. Sedangkan komponen TCK mendapat persentase yang paling rendah.

Walaupun kemampuan teknologi tinggi tetapi tidak berpengaruh langsung secara signifikan terhadap kemampuan TPACKnya. Pengetahuan teknologi akan berpengaruh terhadap TPACK jika melalui kemampuan TPK dan TCK nya. Hasil ini sedikit berbeda dari hasil penelitian yang dilakukan Yulisman, Widodo, Riandi dan Nurina, 2019 dimana komponen CK, PK dan PCK berpengaruh secara langsung dan tidak langsung terhadap TPACK guru. Namun penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Tanak (2018) yang menyatakan bahwa kemampuan pedagogis lebih berdampak pada pengembangan TPACK, sedangkan kemampuan TK yang tinggi tidak cukup berdampak terhadap kemampuan TPACK. Hasil yang tinggi juga disampaikan Ambaryati (2015) yang mengemukakan profil TPACK guru SD di Kabupaten Semarang yang mempunyai rata-rata cukup tinggi, walaupun ada beberapa aspek yaitu TPK dan PCKnya masih rendah.

Berdasarkan data hasil uji hipotesis model di peroleh bahwa yang berpengaruh secara langsung terhadap TPACK adalah komponen PK. Komponen CK dan TK tidak berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan TPACK. Hasil penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian Chai et al. (2011). Hasil penelitiannya Chai memvalidasi 6 komponen dan didapatkan bahwa terdapat pengaruh positif antara TK, PK, CK terhadap TPACK, dan terdapat pengaruh positif antara PK terhadap TPK, serta terdapat pengaruh positif antara TPK terhadap TPACK. Chai, Koh and Tsai (2011) menyatakan bahwa 7 komponen tersebut mempunyai hubungan positif dan signifikan.

Hasil analisis ini dapat dijadikan titik awal dalam mengembangkan TPACK mahasiswa. Peningkatan kemampuan TPACK tidak bisa dilakukan secara parsial atau sendiri-sendiri. Hanya meningkatkan pengetahuan atau kemampuan teknologi saja atau pengetahuan konten atau pengetahuan pedagogi. Tetapi harus dilakukan secara terintegrasi. Mahasiswa perlu disediakan konteks pembelajaran yang menekankan pada ketiga komponen pengetahuan tersebut diambil secara bersama-sama, bukan terpisah atau dalam urutan (Koehler, et al, 2011). Ariani (2015) menganalisis TPACK guru SD di daerah Banjarmasin dan menyatakan bahwa walaupun TPACKnya cukup baik namun belum mampu mengimplementasikannya dalam pembelajaran di ruang kelas. Artinya guru sudah mempunyai persepsi TPACK yang cukup namun harus ditingkatkan dalam proses pelaksanaan di ruang kelas (Ariani, 2015). Sehingga akan sangat relevan untuk memperkuat penilaian TPACK disertakan juga penilaian kinerjanya

## **KESIMPULAN**

Kemampuan TPACK mahasiswa PGSD UNSAP Sumedang berada pada kategori baik. Dari ketujuh komponen TK dan PK mempunyai skor persentase paling tinggi sedangkan CK dan TCK mendapat skor persentase paling rendah. Berdasarkan analisis SEM menggunakan SMART PLS dari ketiga komponen utama yang berpengaruh secara signifikan adalah pengetahuan pedagogi. Pengetahuan teknologi yang tinggi tidak serta merta meningkatkan TPACK.

## REFERENSI

- Ambaryati, A. (2019). Profil TPACK Guru SD Negeri Kecamatan Tengaran Kabupaten Semarang Tahun 2018. In *Seminar Nasional Sains & Entrepreneurship* (Vol. 1, No. 1).
- Ariani, D. N. (2015). Hubungan antara Technological Pedagogical Content Knowledge dengan Technology Integration Self Efficacy Guru Matematika di Sekolah Dasar. *Muallimuna*, 1(1), 79–91. <https://doi.org/10.31602/muallimuna.v1i1.277>
- Chai, Ching Sing, Ling Koh, J. H., Tsai, C. C., & Lee Wee Tan, L. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers and Education*, 57(1), 1184–1193. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.007>
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher Technology Change. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255–284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Bouck, E. C., DeSchryver, M., Kereluik, K., Shin, T. S., & Wolf, L. G. (2011). Deep-play: Developing TPACK for 21st century teachers. *International Journal of Learning Technology*, 6(2), 146-163.
- Padmavathi, M. (2017). Preparing Teachers for Technology Based Teaching-Learning Using TPACK. *Journal on School Educational Technology*, 12(3), 1-9.
- Ringle, C. M., Wende, S., dan Becker, J.-M. 2015. "SmartPLS 3." Boenningstedt: SmartPLS GmbH, <http://www.smartpls.com>.
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2019). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 862–889. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1346326>
- Sugiyono. (2019). *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta: Bandung
- Yulisman, H., Widodo, A., Riandi, R., & Nurina, C. I. E. (2019). The Contribution Of Content, Pedagogy, And Technology On The Formation Of Science Teachers'tpack Ability. *Edusains*, 11(2), 173-185.
- Valtonen, T., Sointu, E., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Lambert, M. C., & Mäkitalo-Siegl, K. (2017). TPACK updated to measure pre-service teachers' twenty-first century skills. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3)