

INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATION, PSYCHOLOGY AND COUNSELLING (IJEPC)

www.ijepec.com



PENGETAHUAN TEKNOLOGI PEDAGOGI KANDUNGAN GURU MATEMATIK SEKOLAH MENENGAH

THE TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF THE SECONDARY SCHOOL MATHEMATICS TEACHERS

Nor Atika A Jalil¹, Siew Nyet Moi^{2*}

¹ Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah, Malaysia

Email: atikajalil@gmail.com

² Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah, Malaysia

Email: sopiah@ums.edu.my

* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 16.03.2023

Revised date: 05.04.2023

Accepted date: 15.05.2023

Published date: 01.06.2023

To cite this document:

Jalil, N. A. A., & Siew, N. M. (2023). Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan Guru Matematik Sekolah Menengah. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 8 (50), 109-122.

DOI: 10.35631/IJEPC.850008

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Abstrak:

Kajian ini bertujuan untuk menentukan tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan guru matematik sekolah menengah. Kajian ini juga bertujuan menganalisis perbezaan pemboleh ubah tersebut dari aspek jantina dan pengalaman mengajar. Soal selidik telah ditadbirkan kepada 248 orang guru matematik dari 22 buah sekolah menengah di Zon Pantai Barat Sabah, Malaysia. Hasil kajian menunjukkan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan guru matematik sekolah menengah berada pada tahap tinggi ($M=4.071$, $SD=0.540$). Keputusan ujian-t Welch menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan jantina ($p= .0560$; $p> .05$). Hasil analisis ANOVA sehalu juga menunjukkan tidak terdapat perbezaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar guru. Dapatan kajian ini berguna sebagai panduan kepada pihak atasan untuk merancang strategi dan latihan yang relevan kepada guru-guru matematik dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran. Implikasi kajian ini menunjukkan bahawa guru tanpa mengira aspek jantina dan pengalaman mengajar, perlu terus komited dalam merancang dan melaksanakan pengajaran mereka berpandukan elemen yang terdapat dalam kerangka pengetahuan teknologi pedagogi kandungan.

Kata Kunci:

Guru Matematik Sekolah Menengah, Jantina, Pengalaman Mengajar, Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan.

Abstract:

The purpose of this research was to identify the level of technological pedagogical content knowledge of secondary school mathematics teachers. This study also aimed to find out the differences in those variables from the aspect of gender and teaching experience. The questionnaire was administered to 248 mathematics teachers from 22 secondary schools in the West Coast Zone of Sabah, Malaysia. The results of the study showed that the technological pedagogical content knowledge of secondary school mathematics teachers was at high level ($M=4.071$, $SD=0.540$). The Welch t-test results showed that there was no significant difference in technological pedagogical content knowledge based on gender ($p=.0560$, $p>.05$). The one-way ANOVA analysis also showed that there was no difference in technological pedagogical content knowledge based on the teaching experience. The findings of this study are useful as a guide for stakeholders to plan relevant strategies and training for mathematics teachers in implementing teaching and learning. This study implicated that teachers regardless of gender and teaching experience, need to remain committed in planning and implementing their teaching based on the element found in the technological pedagogical content knowledge framework.

Keywords:

Gender, Secondary School Mathematics Teachers, Teaching Experience, Technological Pedagogical Content Knowledge.

Pengenalan

Sejak beberapa tahun yang lalu, murid di Malaysia telah menunjukkan peningkatan prestasi dalam pelbagai aspek termasuklah kejayaan yang diraih pada peringkat antarabangsa (Laporan Tahunan KPM, 2018). Walaubagaimanapun, pencapaian yang membanggakan ini sedang menghadapi kemerosotan terutamanya dalam subjek matematik. Berbanding negara Malaysia, negara lain telah menunjukkan peningkatan prestasi murid dengan pantas dan konsisten. Hal ini dapat dibuktikan menerusi keputusan pentaksiran antarabangsa yang menunjukkan prestasi kognitif murid di Malaysia semakin merosot. Kedudukan Malaysia juga dilaporkan jatuh dan berada pada kelompok bawah 74 buah negara yang mengambil bahagian dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA) dan *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Walaupun keputusan TIMSS 2015 menunjukkan sedikit peningkatan namun Malaysia masih berada di bawah pencapaian berbanding negara Asia yang lain seperti Singapura, Chinese Taipei, Jepun, Korea dan Hong Kong (Abdullah, 2017).

Ekoran kejatuhan kedudukan Malaysia ke kedudukan bawah daripada 74 buah negara dalam PISA dan TIMSS (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013), ditambah pula laporan *Teaching and Learning International Survey* (TALIS) (2013) menyerlahkan lagi kelemahan prestasi pelaksanaan Pembelajaran Abad ke-21 (PAK21) dalam sistem pendidikan Malaysia. Realiti kebanyakan sekolah pada masa kini, masih wujud sekolah yang tidak melaksanakan pembelajaran abad ke-21 selaras dengan tuntutan kerajaan. Demikian juga masalah kualiti Pengajaran dan pembelajaran (PdP) guru sering dijadikan isu kerana masih belum mencapai tahap optimum (Laporan Tahunan KPM, 2018).

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000) melaporkan salah satu daripada prinsip pembelajaran matematik adalah dengan memberi penekanan terhadap guru yang berpengetahuan kandungan matematik untuk menjadi seorang guru yang berkesan. Proses PdP matematik memberi keutamaan kepada mengintegrasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai,

serta memasukkan secara eksplisit Kemahiran Abad Ke-21 dan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) (Laporan Tahunan KPM, 2018). Pengetahuan kandungan dalam mata pelajaran yang diajar adalah penting bagi seseorang guru dan dianggap kunci kepada proses pemindahan ilmu dan penyampaian kemahiran kepada murid. Guru harus berada selangkah ke hadapan dengan bersikap proaktif mempersiapkan diri dengan penguasaan yang mantap terhadap isi kandungan subjek yang diajar dan menambahbaik pendekatan agar pengajaran dan pembelajaran lebih kreatif dan inovatif. Oleh itu, guru-guru perlu menggunakan pendekatan PAK-21 yang dikatakan dapat menarik minat murid dalam mempelajari matematik. Beswick dan Fraser (2020) menegaskan bahawa dalam mengajar bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik, guru-guru perlu melatih diri dengan kemahiran PAK- 21 terlebih dahulu dan kemudiannya menerapkan elemen-elemen kemahiran tersebut dalam proses pengajaran.

Pelaksanaan PAK21 memerlukan guru-guru menguasai ciri-ciri guru abad ke-21. Penguasaan guru dalam pedagogi abad ke-21 bermaksud guru mempunyai kemahiran mengintegrasikan ICT di dalam PdPc untuk disesuaikan dengan pedagogi dan menggunakan konsep dan teknik PdPc abad ke-21 (Laporan Tahunan KPM, 2018). Menurut Guerriero (2017), pengetahuan pedagogi adalah pengetahuan khusus yang digunakan dalam mencipta dan menjalankan suatu sesi PdP yang efektif. Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (TPACK) yang tinggi dipercayai mampu untuk meningkatkan kesediaan guru dan membantu guru membuat perancangan dengan lebih baik (Jusoh & Osman, 2019). Isu yang sering menjadi persoalan berkaitan perkara ini ialah keupayaan guru dalam menguasai pedagogi dan kurikulum matematik dan dalam masa yang sama mengintegrasikan penggunaan teknologi yang sesuai dengan tahap kemahiran murid dalam pelaksanaan pembelajaran abad ke-21.

Pembelajaran pada abad ke-21 ini memerlukan kemahiran-kemahiran asas yang terbahagi kepada tiga bahagian utama iaitu pengetahuan kandungan, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan teknologi dalam memastikan pembelajaran dapat dilaksanakan dengan berkesan (Mishra dan Koehler, 2006; Norfaizah, 2019). Guru yang menguasai pengetahuan kandungan matematik dengan baik dikatakan dapat menjadi guru yang kreatif dan berkesan (Borko & Putnam, 1996). Guru yang kurang menguasai kandungan subjek Matematik akan menghadapi kesukaran untuk mengajar apatah lagi untuk menjadi kreatif. Ini berlaku khususnya kepada guru baru yang memerlukan masa untuk menguasai kurikulum di sekolah (Murray & Male, 2005). Impak pengetahuan pedagogi kandungan perlu diberi perhatian kerana guru bukan sahaja harus menguasai kandungan subjek yang diajar, malah perlu juga berkemahiran untuk mengajar subjek tersebut (Yu et al., 2012). Guru yang mempunyai pengetahuan pedagogi kandungan matematik akan mudah memilih strategi dan kaedah yang berkesan dalam melaksanakan PAK21.

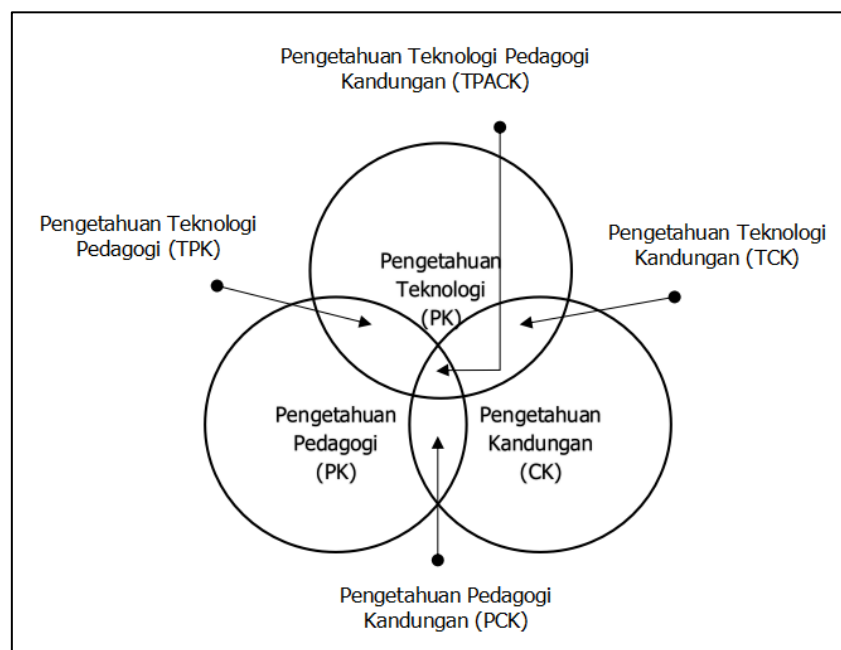
Literatur membuktikan bahawa faktor jantina dan pengalaman mengajar merupakan antara demografi yang sering digunakan para pengkaji berkaitan isu melibatkan guru dan terbukti menunjukkan perbezaan terhadap tingkah laku mereka (Harris & Sass, 2011). Ramai penyelidik telah berhujah bahawa faktor jantina dan pengalaman mengajar menjadi isu penting dalam mempengaruhi perbezaan amalan dan persepsi guru. Dapatan yang berkaitan dengan aspek demografi seperti jantina dan pengalaman mengajar dalam kajian berkaitan guru mempamerkan keputusan yang berbeza-beza (Scherer et al., 2015). Harris & Sass (2011) dan Huang & Li (2012) membuat kesimpulan bahawa faktor demografi seperti jantina dan pengalaman mengajar mempunyai kesan terhadap amalan pengajaran guru dan pengurusan bilik darjah.

Sehubungan dengan itu, jelaslah terdapat kepentingan untuk mengkaji tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan guru matematik di sekolah menengah. Justeru diharapkan hasil dapatan kajian ini dapat mengisi jurang yang terdapat dalam kajian lepas dari segi sampel, lokasi dan fokus kajian. Malahan hasil dapatan kajian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan dan panduan dalam bidang pendidikan selaras dengan matlamat pendidikan yang memberi penekanan dalam meningkatkan kompetensi guru matematik terutamanya dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran.

Tinjauan Literatur

Model Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan

TPACK dianggap asas kepada pengajaran yang berkesan kerana menggabungkan pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan untuk memudahkan proses pengajaran dan pembelajaran. Rajah 1 merupakan model pembentukan TPACK oleh Mishra dan Koehler (2006). Secara umumnya, kerangka model TPACK terdiri daripada 7 konstruk hasil kombinasi pengetahuan kandungan, pedagogi dan teknologi, iaitu i) Pengetahuan Kandungan (CK), ii) Pengetahuan Pedagogi (PK), iii) Pengetahuan Teknologi (TK), iv) Pengetahuan Pedagogi Kandungan (PCK), v) Pengetahuan Teknologi Kandungan (TCK), vi) Pengetahuan Teknologi Pedagogi (TPK) dan vii) Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (TPACK). Menurut Koehler dan Mishra (2009), integrasi PK, TK dan CK dalam pengajaran menghasilkan PdP yang efektif dan sempurna bagi seorang guru.



Rajah 1: Kerangka Konsep TPACK

Sumber: Mishra dan Koehler (2006)

Walaupun terdapat tujuh konstruk pengetahuan yang dinyatakan oleh Mishra dan Koehler (2006) melalui TPACK, tetapi kajian ini hanya memfokuskan kepada tiga konstruk pengetahuan utama TPACK iaitu Pengetahuan Kandungan, Pengetahuan Pedagogi dan Pengetahuan Teknologi untuk dimuatkan dalam item soal selidik. Ini kerana menurut Mishra dan Koehler (2006) dan Zolkefli *et al.*, (2017), ketiga-tiga pengetahuan ini adalah asas kepada pengetahuan TPACK secara keseluruhannya. Tanpa interaksi ketiga-tiga domain pengetahuan

tersebut, pengetahuan lain yang membentuk TPACK tidak mungkin terbentuk. Kepentingan pengetahuan dan kefahaman TK menerusi TPACK adalah rentetan daripada perkembangan teknologi yang mempengaruhi kehidupan seharian manusia pada masa kini termasuk impak teknologi dalam bidang pendidikan.

Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan adalah pemangkin kuat untuk integrasi teknologi secara berkesan dalam pengajaran (Kim *et al.*, 2013; Scherer *et al.*, 2017). Oleh itu, model TPACK digunakan dalam kajian ini sebagai salah satu elemen penting dalam melaksanakan pembelajaran abad ke-21 seperti yang dijelaskan oleh Kopcha *et al.* (2014). Melalui kajian ini, guru diandaikan boleh menggunakan elemen-elemen TPACK setiap kali mengajar dengan membuat perancangan yang bijak dalam mengintegrasikan tiga komponen yang terlibat. Kemunculan teknologi baru memerlukan guru menentukan kesinambungan antara ketiga-tiga komponen ini. Misalnya, penggunaan internet dalam pembelajaran atas talian memerlukan guru memikirkan isu pedagogi seperti memuat turun kandungan dan bagaimana menggalakkan interaksi murid dengan bahan, serta melibatkan mereka dalam forum atas talian tanpa ada yang culas. TPACK dipilih sebagai model asas khususnya terhadap pelaksanaan pembelajaran abad ke-21 kerana kesesuaiannya dalam menjelaskan dan mendasari aspek yang ingin dikaji

Kajian Lepas Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan

Zolkefli *et al.* (2017) menggunakan model TPACK untuk mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi pengajaran dalam kalangan guru matematik. Kajian ini menumpukan kepada tiga elemen utama dalam kerangka TPACK iaitu pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan kandungan dalam kalangan guru matematik di sekolah menengah di daerah Kubang Pasu. Dapatan kajian menunjukkan bahawa guru-guru mempunyai min pengetahuan pedagogi dan min pengetahuan kandungan pada tahap yang tinggi tetapi min pengetahuan teknologi berada pada tahap yang sederhana. Selain itu, kajian Tajudin *et al.* (2017) menunjukkan PK mempengaruhi pembangunan profesional guru matematik. PPK pula berperanan sebagai perantara hubungan di antara PK dengan pembangunan professional guru matematik. Penguasaan pengetahuan kandungan mata pelajaran merupakan faktor penentu kepada kejayaan atau kegagalan proses pengajaran dan keterampilan pedagogi abad ke-21 yang dilaksanakan oleh guru (Safar & Nahar, 2017).

Harits *et al.* (2019) menjalankan kajian untuk mengetahui sejauh mana guru matematik menguasai kemahiran TPACK untuk membina kemahiran abad ke-21 murid sekolah menengah di Kota Surakarta, Indonesia. Dapatan menunjukkan tahap TPACK guru matematik pada tahap sederhana. Dalam mengaplikasikan TPACK di dalam bilik darjah, kaedah latih tubi dengan pendekatan *scaffolding* dapat mengembangkan kemahiran berfikir secara kritikal murid (Harits *et al.*, 2019) dan membantu murid membuat refleksi dengan baik (Depaepe *et al.*, 2013). Pembelajaran koperatif dalam pelaksanaan TPACK dapat membantu murid untuk berkolaborasi dengan rakan sebaya dan meningkatkan kemahiran komunikasi semasa pembentangan (Harits *et al.* 2019). Sekiranya TPACK disajikan dengan pelbagai media interaktif kreatif, ia akan meningkatkan keinginan murid untuk mempelajari matematik. Masalah matematik yang kompleks dan mencabar jika dikemukakan dalam media yang menarik dapat mengembangkan kreativiti dan inovasi murid dalam pembelajaran matematik (Harits *et al.* 2019)

Menurut Gómez-Trigueros dan De Aldecoa (2021), jantina merupakan salah satu faktor demografi yang mempengaruhi kemahiran penggunaan teknologi dalam pendidikan. Penelitian beberapa kajian yang dilakukan menunjukkan dengan jelas terdapat perbezaan TPACK

berdasarkan faktor jantina. Mahendran et al. (2021) menyatakan bahawa terdapat perbezaan dari segi tahap pengetahuan pedagogi kandungan antara guru pelatih lelaki dan perempuan. Kajian Ismail dan Haron (2018) menunjukkan hanya domain Pengetahuan Teknologi (PT) lebih tinggi pada guru pelatih lelaki. Kajian yang dijalankan oleh Mailizar et al., (2021) terhadap 210 guru matematik sekolah menengah di Indoensia menunjukkan tahap pengetahuan TPACK guru lelaki lebih tinggi berbanding guru perempuan. Selain itu dapatan kajian ini juga setara dengan kajian Ozudogru dan Ozudogru (2019) yang mendapati bahawa guru lelaki secara signifikan mempunyai tahap pengetahuan teknologi yang tinggi.

Zolkefli et al. (2017) menyatakan bahawa guru yang berpengalaman mengajar 11 tahun dan ke atas mempunyai kebolehan dan berkeupayaan mengintegrasikan teknologi pengajaran melalui model *TPACK* lebih baik berbanding dengan guru yang berpengalaman 10 tahun dan ke bawah. Selari dengan dapatan tersebut, Chong dan Mohd Daud (2017) menyatakan bahawa Guru PKBP berpengalaman mempunyai tahap PK, PP dan PPK lebih tinggi dan signifikan tetapi pengetahuan teknologi mereka adalah lebih rendah berbanding guru PKBP novis. Namun terdapat juga dapatan yang bertentangan dengan pendapat ini. Rice (2010) mendapati guru akan mencapai puncak profesion selepas 3-5 tahun mengajar secara beransur-ansur. Secara purata, guru-guru dengan 20 tahun pengalaman mengajar kurang berkesan berbanding dengan mereka yang mempunyai 5 tahun pengalaman (Ladd, 2008). Guru novis yang mengajar selepas tiga tahun berkeyakinan mengaplikasikan pengetahuan teknologi dalam pengajaran matematik mereka (Stein et al., 2020). Justeru, guru yang berpengalaman hendaklah bersikap terbuka untuk belajar kemahiran teknologi daripada guru yang lebih mahir atau guru yang lebih muda.

Objektif Kajian

Objektif kajian ini adalah untuk:

1. Mengenalpasti tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan guru matematik sekolah menengah Zon pantai barat Sabah.
2. Menganalisis perbezaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan jantina dan pengalaman mengajar.

Metod Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan penyelidikan kuantitatif dengan kaedah tinjauan yang dilaksanakan menggunakan soal selidik sebagai medium untuk mengumpulkan data. Kajian ini dijalankan di sekolah-sekolah menengah di Zon Pantai Barat Sabah berpandukan data yang diperolehi daripada Jabatan Pendidikan Negeri Sabah. Berpandukan data yang telah dibekalkan, seramai 692 orang guru matematik secara opsyen atau bukan opsyen yang masih dalam perkhidmatan ditetapkan menjadi populasi kajian ini. Berdasarkan penelitian dan mengambil kira prinsip-prinsip asas statistik yang perlu dipatuhi untuk menganalisis data, penyelidik menetapkan saiz sampel untuk kajian ini adalah sebanyak 248 orang daripada 22 buah sekolah. Jumlah sampel ini ditentukan berdasarkan formula Krecjie dan Morgan (1970).

Instrumen Kajian

Instrumen utama yang digunakan dalam kajian ini adalah borang soal selidik. Pemboleh Ubah Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan diukur menggunakan soal selidik yang dikembangkan oleh Mishra & Koehler (2006). Penyelidik telah merujuk kepada instrumen TPACK yang dibangunkan oleh Schmidt *et al.* (2009) dan Zahra Hosseini dan Anad Kamal (2012) dalam menjelaskan konstruk ini. Soal selidik TPACK ini asalnya mengandungi tujuh konstruk dan 38 item dengan kebolehpercayaan antara 0.59 – 0.91. Soal selidik ini

menggunakan skala likert 5 mata dari Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju. Beberapa penyelidik telah menggunakan instrumen ini seperti Zolkefli *et al.* (2017) dan Khor dan Lim (2014). Fokus kajian ini adalah kepada tiga konstruk utama iaitu pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan kandungan.

Instrumen kajian ini terdiri daripada 15 item yang mewakili tiga konstruk utama iaitu 6 item konstruk pengetahuan kandungan, 4 item konstruk pengetahuan pedagogi dan 4 item konstruk pengetahuan teknologi serta demografi responden. Skala pengukuran bagi setiap item yang digunakan pada bahagian ini ialah skala Likert Lima mata iaitu antara 1-Sangat Tidak Setuju (STS), 2-Tidak Setuju (TS), 3-Kurang Setuju (KS) 4-Setuju (S) dan 5 Sangat Setuju (SS). Kesemua item dalam bahagian ini mempunyai kesahan muka, kesahan konstruk dan kesahan kandungan yang disahkan oleh pakar dalam bidang kurikulum dan pengajaran. Bahagian A dikhususkan untuk mendapatkan maklumat berkenaan latar belakang demografi responden seperti jantina dan pengalaman mengajar. Manakala Bahagian B mengukur tahap Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan guru matematik. Item soal selidik yang mengukur variabel pengetahuan teknologi pedagogi kandungan ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1: Item Soal Selidik Kajian

Bil	Item	STS	TS	KS	S	SS
1	Saya boleh memasang <i>laptop</i> / LCD di dalam kelas tanpa bantuan orang lain.	1	2	3	4	5
2	Saya boleh belajar tentang aplikasi terbaharu dengan mudah. (contoh: <i>Google Classroom</i> , <i>Telegram</i> , <i>Zoom</i> dll)	1	2	3	4	5
3	Saya menggunakan aplikasi digital untuk mengajar matematik sekurang-kurangnya dua kali dalam seminggu. (contoh: <i>Google Classroom</i> , <i>Google Meet</i> , <i>Zoom</i> dll)	1	2	3	4	5
4	Saya mempelbagaikan penggunaan aplikasi digital dalam pengajaran. (contoh: <i>Google Classroom</i> , <i>Kahoot</i> , <i>Powtoon</i> , <i>Plickers</i> dll)	1	2	3	4	5
5	Saya mahir menggunakan <i>software</i> berkaitan matematik (contoh: <i>Geometer Sketchpad</i> , <i>Microsoft Excel</i> dll)	1	2	3	4	5
6	Saya boleh menggunakan <i>Microsoft Excel</i> untuk pengurusan data murid.	1	2	3	4	5
7	Saya merancang PdPc berdasarkan kepelbagaian murid dalam kelas (pengajaran terbeza).	1	2	3	4	5
8	Saya mengadakan aktiviti dalam kumpulan sekurang-kurangnya dua kali dalam sebulan.	1	2	3	4	5
9	Saya dapat mengenal pasti salah konsep matematik murid melalui hasil kerja mereka.	1	2	3	4	5
10	Saya tahu bagaimana menguruskan kelas.	1	2	3	4	5
11	Saya menguasai kandungan DSKP Matematik Tingkatan 1 - 5.	1	2	3	4	5
12	Saya memilih topik yang penting untuk diajar terlebih dahulu berbanding menghabiskan silibus.	1	2	3	4	5

13	Saya membuat rujukan di internet untuk mendapatkan bahan tambahan pengajaran di dalam kelas (cth: blog pendidikan, facebook, telegram)	1	2	3	4	5
14	Saya mengikuti kursus berkaitan matematik sekurang-kurangnya dua kali setahun untuk meningkatkan kefahaman dalam matematik.	1	2	3	4	5

Dapatan Kajian

Demografi Responden

Demografi responden telah dianalisis dengan menggunakan perisian *The Statistical Packages for the Social Sciences* (SPSS) versi 26.0. Statistik deskriptif yang melibatkan kekerapan dan peratusan telah digunakan dalam menganalisis hasil kajian ini. Dapatan analisis demografi kajian ditunjukkan dalam Jadual 1.

Jadual 1: Analisis Demografi

Demografi		Kekerapan	Peratusan
Jantina	Lelaki	76	30.6
	Perempuan	172	69.4
Pengalaman	Bawah 10 tahun	56	22.6
	10-20 tahun	112	45.2
	Lebih 20 tahun	80	32.3

Kajian ini terdiri daripada 248 sampel guru matematik sekolah menengah di Zon Pantai Barat Sabah. Berdasarkan analisis deskriptif yang dijalankan terhadap demografi jantina, didapati sebanyak 76 orang (30.6%) adalah guru lelaki, manakala selebihnya iaitu 172 orang (69.4%) merupakan guru perempuan. Bilangan guru perempuan adalah majoriti dalam kajian ini. Dari segi pengalaman mengajar, sebanyak 56 orang (22.6%) adalah dari kumpulan guru berpengalaman mengajar kurang 10 tahun. Kumpulan ini merupakan jumlah yang terendah dalam kategori berbanding kumpulan lain. Responden yang mempunyai pengalaman mengajar di antara 10 hingga 20 tahun adalah seramai 112 orang (45.2%) dan kumpulan responden yang mempunyai pengalaman mengajar lebih 20 tahun adalah seramai 80 orang (32.3%).

Tahap Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan

Analisis deskriptif dalam bentuk skor min dan sisihan piawai digunakan untuk menerangkan tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan dalam kalangan guru matematik sekolah menengah. Analisis deskriptif yang dijalankan menunjukkan skor min pemboleh ubah kajian adalah pada tahap tinggi iaitu ($M=4.071$, $SP=0.540$).

Jadual 2: Skor Min Konstruk Kajian

Konstruk	N	Min	SP	Intepretasi
Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan	248	4.071	.540	Tinggi
Pengetahuan Kandungan		4.213	.629	Tinggi
Pengetahuan Pedagogi		3.869	.745	Tinggi
Pengetahuan Teknologi		4.060	.554	Tinggi

Merujuk kepada Jadual 2, skor min semua konstruk kajian menunjukkan nilai yang melebihi 3.869, iaitu menghampiri nilai maksimum 5 (sangat setuju/ sangat kerap). Skor min konstruk pengetahuan teknologi pedagogi kandungan adalah tinggi berdasarkan persepsi sampel guru matematik di zon pantai barat negeri Sabah. Bagi pemboleh ubah Pengetahuan Teknologi Pedagogi kandungan, konstruk pengetahuan kandungan ($M=4.213$, $SP=0.629$) memperoleh skor tertinggi. Manakala, skor min konstruk pengetahuan pedagogi ($M=3.869$, $SP=0.745$) adalah yang terendah. Dapatan nilai min dan sisihan piawai bagi setiap konstruk dan sub-konstruk diringkaskan seperti ditunjukkan dalam Jadual 2.

Perbezaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan Berdasarkan Jantina

Hipotesis Nul 1 (H_{01}): Tidak terdapat perbezaan skor min yang signifikan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan jantina.

Hasil kajian menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang besar antara bilangan guru lelaki dan perempuan. Maka Ujian-t *Welch* digunakan untuk menganalisis perbezaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi kandungan berdasarkan jantina. Ujian-t *Welch* menyediakan kawalan yang lebih baik bagi ralat Jenis 1 apabila andaian kehomogenan varians tidak dipenuhi. Berdasarkan Jadual 3, didapati nilai-t bagi perbandingan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan bagi guru lelaki dan guru perempuan ialah $t = -.585$ dan tahap signifikan $p = .560$. Tahap signifikan ini lebih besar daripada .05. Oleh itu, hipotesis nul (H_{01}) gagal ditolak. Maka, kajian ini mendapati tidak terdapat perbezaan yang signifikan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan antara guru lelaki dan guru perempuan. Skor min tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan guru lelaki (min=4.044) adalah tidak jauh berbeza berbanding guru perempuan (min=4.083). Ini bermakna tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan guru lelaki dan perempuan adalah sama.

Jadual 3: Analisis Ujian-t *Welch*

Jantina	Bil	Min	Sisihan Piawai	Levene's test for equality of variances		Ujian-t <i>Welch</i>		Tahap Signifikan
				F	sig	t	df	
Lelaki	76	4.044	0.432	11.668	.001	-.585	190.337	.560
Perempuan	172	4.083	0.583					

Perbezaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan Berdasarkan Pengalaman Mengajar

Hipotesis Nul 2 (H_{02}): Tidak terdapat perbezaan skor min yang signifikan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar.

Berdasarkan analisis deskriptif perbezaan skor min pengetahuan teknologi pedagogi kandungan pengalaman mengajar dalam Jadual 4 daripada jumlah sampel kajian ($N=248$), didapati skor min guru yang mempunyai pengalaman mengajar lebih 20 tahun adalah sedikit lebih tinggi ($M=4.105$, $SP=0.664$, $N=80$) berbanding dengan skor min kumpulan responden berpengalaman kurang 10 tahun ($M=4.070$, $SP=0.240$, $N=56$) dan pengalaman antara 10-20 tahun ($M=4.047$, $SP=0.554$, $N=112$). Sungguhpun perbezaan agak kecil, namun kelebihan dari segi tempoh berkhidmat menjadikan responden berpengalaman lebih 20 tahun menunjukkan penguasaan yang baik terhadap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan.

Jadual 4: Analisis Deskriptif Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan Berdasarkan Pengalaman Mengajar

Pemboleh ubah		N	M	SP
Pengetahuan Teknologi	Kurang 10 tahun	56	4.070	0.240
Pedagogi Kandungan	10-20 tahun	112	4.047	0.554
	Lebih 20 tahun	80	4.105	0.664
Jumlah keseluruhan		248	4.071	0.540

Jadual 5 memaparkan keputusan ANOVA sehalu untuk membandingkan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar. Berdasarkan statistik-F, pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar didapati tidak signifikan, $F(df=2,245) = .269, p > .05$. Oleh itu, Hipotesis Nul 2 (H_{02}) gagal ditolak. Dapatan kajian menyimpulkan bahawa tidak terdapat perbezaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar guru.

Jadual 5: Analisis ANOVA Sehalu TPACK Berdasarkan Pengalaman Mengajar

Pemboleh ubah		Sum of squares	df	Mean Square	F	Sig
Pengetahuan	Antara kumpulan	.158	2	.079	.269	.764
teknologi pedagogi	Dalam kumpulan	71.959	245	.294		
kandungan	Jumlah keseluruhan	72.117	247			

*Signifikan pada tahap $p < .05$ (2-Hujung)

Perbincangan

Tahap Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan

Melalui analisis deskriptif, didapati guru matematik di Zon Pantai Barat Sabah mempunyai tahap TPACK yang tinggi. Daripada ketiga-tiga konstruk TPACK, elemen pengetahuan kandungan adalah yang tertinggi diikuti oleh pengetahuan teknologi dan pengetahuan pedagogi. Penemuan kajian ini menunjukkan bahawa responden mempunyai tahap pengetahuan yang tinggi dari segi pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan kandungan.

Proses pengajaran dan pembelajaran memerlukan penggunaan pelbagai pendekatan, strategi dan kaedah. Salah satu masalah yang dihadapi pada masa kini ialah guru cenderung melihat teknologi sebagai satu komponen yang lebih penting daripada komponen-komponen lain. Menurut Mishra dan Koehler (2006), guru seharusnya melihat teknologi sebagai alat yang boleh digunakan untuk menambah baik proses pengajaran mereka dan pembelajaran pelajar berasaskan teori-teori proses mengintegrasikan teknologi, pedagogi dan kandungan. Walaupun teknologi telah membuka pintu ke dunia yang baharu dengan kepelbagaian pilihan atau corak penyampaian, namun proses perkembangan pelajaran tetap perlu diselarikan dengan pedagogi.

Perbezaan Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan berdasarkan Jantina dan Pengalaman Mengajar

Berdasarkan aras signifikan yang diperoleh, kajian ini menunjukkan bahawa tidak terdapat perbezaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan jantina guru matematik di negeri Sabah. Walaupun hasil kajian ini tidak menyamai corak dapatan kajian Mailizar et al., (2021), Ozudogru dan Ozudogru (2019), dan Ismail dan Haron (2018), namun hasil kajian ini

menunjukkan petanda baik bahawa guru lelaki dan guru perempuan mempunyai penguasaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan yang sama dalam subjek matematik.

Analisis perbandingan bagi pemboleh ubah pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar pula menunjukkan skor min guru berpengalaman mengajar lebih 20 tahun adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan guru berpengalaman kurang 10 tahun dan guru berpengalaman antara 10 hingga 20 tahun. Walaupun terdapat perbezaan yang agak kecil, namun dengan sedikit kelebihan dari segi jangka masa perkhidmatan menjadikan kumpulan guru lebih 20 tahun pengalaman mengajar terbukti memiliki tahap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan yang lebih baik. Dari segi pengalaman mengajar, secara umumnya kajian-kajian lepas menunjukkan bahawa semakin banyak pengalaman mengajar, semakin tinggi keyakinan dan kompetensi dalam amalan pengajaran (Khalid et al., 2009). Guru berpengalaman didapati mempunyai lebih banyak peluang dan pengalaman dalam pengajaran isi kandungan yang berbeza dengan mempelbagaikan strategi pengajaran. Hasil kajian Jang dan Tsai, (2012) dan Chua dan Jamil (2012) mendapati guru berpengalaman mempunyai tahap TPACK yang lebih tinggi berbanding dengan guru baharu.

Keputusan analisis inferensi kajian yang membandingkan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan berdasarkan pengalaman mengajar guru menunjukkan tiada perbezaan. Hal ini bermakna, tempoh pengalaman mengajar guru tidak menunjukkan sebarang kesan terhadap pengetahuan teknologi pedagogi kandungan mereka. Kajian ini selari dengan Khor dan Lim (2014) mendapati tiada perbezaan yang signifikan bagi min TPACK dengan pengalaman mengajar. Mohamad Safwandi (2017) dalam hasil kajiannya menunjukkan bahawa guru matematik sekolah rendah sama ada guru novis dan guru berpengalaman mempunyai pengetahuan isi kandungan dan kemahiran pedagogi yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahawa guru matematik novis juga mempunyai peluang yang sama dalam melaksanakan pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah secara efektif. Namun begitu, guru novis perlu menjalani pembelajaran yang berterusan bagi meningkatkan potensi diri mereka untuk mencapai tahap pemikiran yang setara dengan guru yang berpengalaman.

Kesimpulan, Cadangan dan Implikasi Kajian

Secara keseluruhan, kajian ini mendapati tahap pengetahuan TPACK guru matematik di negeri Sabah untuk melaksanakan PdP adalah tinggi. Tiada perbezaan signifikan antara jantina dan pengalaman mengajar dalam pengetahuan teknologi pedagogi kandungan. Kajian ini juga memberi gambaran bahawa kompetensi guru tidak kira jantina dan pengalaman kerja, menguasai pengetahuan teknologi pedagogi kandungan subjek matematik yang sama dalam melaksanakan pembelajaran abad ke-21.

Untuk kajian lanjutan, adalah dicadangkan skop lokasi kajian diperluaskan ke bahagian zon lain di negeri Sabah dan juga di negeri lain di Malaysia. Perbandingan dapatan kajian masa depan dengan penemuan semasa boleh membantu penyelidik untuk menentukan faktor yang mempengaruhi pemboleh ubah kajian. Selain itu, kajian lanjutan juga boleh menggunakan kaedah kualitatif melalui protokol temu bual dan pemerhatian untuk meneroka dengan lebih mendalam situasi sebenar guru-guru ketika menjalankan pengajaran dan pembelajaran.

Dapatan kajian ini berguna sebagai panduan kepada pihak atasan untuk merangka strategi dan latihan yang relevan kepada guru-guru matematik dalam melaksanakan PdP. Bagi menghadapi cabaran globalisasi, guru perlu menyahut seruan untuk mentransformasikan pendidikan negara ke arah yang lebih baik. Dalam usaha untuk mencapai matlamat tersebut, guru perlu terus komited dalam merancang dan melaksanakan pengajaran mereka. Penyediaan bilik darjah yang

terkawal dan persediaan pengajaran yang rapi mampu mewujudkan suasana persekitaran yang menjadi asas kepada penyampaian pengajaran dan pengintegrasian teknologi. Seandainya proses pengajaran dan pembelajaran dilaksanakan secara berkesan, maka perkara tersebut pastinya dapat meningkatkan prestasi murid agar kompeten dengan persekitaran dan pekerjaan abad ke-21.

Penghargaan

Pengkaji ingin merakamkan penghargaan kepada Universiti Malaysia Sabah, Sabah, Malaysia yang telah membiayai penerbitan projek ini di bawah No. Geran SDN0005-2019.

Rujukan

- Abdullah, A. H. (2017). Pencapaian Matematik TIMSS 1999, 2003, 2007, 2011 dan 2015: Di mana kedudukan Malaysia dalam kalangan negara Asia Tenggara? *Malaysian Journal of Higher Order Thinking Skills in Education*, (December), 54–108.
- Beswick, K. & Fraser, S. (2020). Developing Mathematics teachers' 21st century competence for teaching in STEM contexts. *ZDM Mathematics Education*, 51(1), 955–965.
- Borko, H., & Putnam, R. (1996). Learning to teach. In D. Berliner, & R. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (673-708). New York: MacMillan.
- Chong, A. P., & Mohd Daud, S. (2017). Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK) dalam kalangan guru pendidikan khas bermasalah pendengaran. *International Journal of Education and Training*, 3(2), 111.
- Chua, J. H., & Jamil, H. (2012). Factors influencing the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among TVET instructors in Malaysian TVET Institution. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69, 1539–1547. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.096>
- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>
- Gómez-Trigueros, I. M., & De Aldecoa, C. Y. (2021). The digital gender gap in teacher education: The TPACK framework for the 21st century. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(4), 1333–1349. <https://doi.org/10.3390/ejihpe11040097>
- Guerriero, S. (2017). *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession*. OECD Publishing.
- Harits, M., Sujadi, I., & Slamet, I. (2019). Technological, pedagogical, and content knowledge math teachers: To develop 21st century skills students. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol.1321). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/3/032011>
- Harris, D. N., & Sass, T. R. (2011). Teacher training, teacher quality and student achievement. *Journal of Public Economics*, 95, 7-8, 798812.doi: 10.1016/j.jpubeco.2010.11.009
- Huang, R., & Li, Y. (2012). What Matters Most: A comparison of expert and novice teachers' noticing of Mathematics classroom events. *School Science and Mathematics*, 112(7), 420-432.
- Hosseini, Z., & Kamal, A. (2012). Devoleping an instrument to measure perceived technology integration knowledge of teachers. *International conference on advanced information*

- study, *E-Education and development* (ICAISED 2012). Hotel Corus, 7 – 8 Febuari. Kuala Lumpur: Malaysia.
- Ismail, S. & Haron, M.J. (2018). Pengetahuan Teknologikal Isi Kandungan (TPACK) guru-guru pra-perkhidmatan Institut Pendidikan Guru. *Prosiding Seminar Darul Aman*. 35(7), 120-132.
- Jang, S. J., & Tsai, M. F. (2013). Exploring the TPACK of Taiwanese secondary school science teachers using a new contextualized TPACK model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(4), 566–580.
- Jusoh, N., & Osman, K. (2019). Tahap kesediaan dan keperluan latihan guru dalam mengaplikasikan KBAT dalam PDPC Sains. *International Journal of Modern Trends in Social Sciences*, 2(8), 42-54.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2013). Pelan Pembangunan Pendidikan 2013 2025. *Education*, 27, 1–268.
- Khalid, J., Zurida, I., Shuki, O., & Ahmad, T. O. (2009). Pengaruh jenis latihan guru dan pengalaman mengajar terhadap efikasi guru sekolah menengah. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 34(2), 3–14.
- Khor, M. T., & Lim, H. L. (2014). Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK) dalam kalangan guru matematik sekolah rendah. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 4, 29-43.
- Kim, C. M., Kim, M., Lee, C., Spector, J., & De Meester, K. (2013). Teacher beliefs and technology integration. *Teaching and Teacher Education*, 29, 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.08.005>
- Koehler, M. J. , & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9, 60-7
- Kopcha, T., Ottenbreit-Leftwich, A., Jung, J., & Baser, D. (2014). Examining the TPACK framework through the convergent and discriminant validity of two measures. *Computers & Education*, 78, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.003>.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Ladd, H. F. (2008). Value-Added Modeling of Teacher Credentials: Policy Implications. Paper presented at the second annual CALDER research conference, “*The Ins and Outs of Value-Added Measures in Education: What Research Says*,” Washington, D.C., November 21. http://www.caldercenter.org/upload/Sunny_Ladd_presentation.pdf.
- Laporan Tahunan 2018. (2018). Kementerian Pendidikan Malaysia (atas talian) <https://www.moe.gov.my/muat-turun/penerbitan-dan-jurnal/pppm-2013-2025-pendidikan-prasekolah-hingga-lepas-menengah/3933-ar2018-bm-reportfinal/file>
- Mahendran, K., Adenan, N. H., Abd Karim, N. S., Adawiyah, R., & Junus, N. W. M. (2021). Analisis tahap Pengetahuan Pedagogi Kandungan (PCK) guru pelatih matematik. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 14, 72-81.
- Mailizar, M., & Fan, L. (2020). Examining Indonesian secondary school mathematics teachers’ instructional practice in the integration of technology. *Universal Journal of Educational Research*, 8(10), 4692-4699.
- Mishra, P., & Koehler, M.J., (2006). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152.

- Mohamad Safwandi, S. (2017). Pengetahuan pedagogi isi kandungan dalam kalangan guru novis dan guru berpengalaman di sekolah rendah daerah Hulu Langat. *Prosiding Seminar Pendidikan Serantau ke-VIII*. Bangi: Fakulti Pendidikan, UKM.
- Murray, J., & Male, T. (2005). Becoming a teacher educator: evidence from the field. *Teaching and Teacher Education*, 21(2), 125–142.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and Standards*. Reston, VA: NCTM.
- Norfaizah, M. K. (2019). Kesediaan guru matematik daerah Kuala Langat dalam melaksanakan pembelajaran Abad ke 21. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Ozudogru, M., & Ozudogru, F. (2019). Technological pedagogical content knowledge of mathematics teachers and the effect of demographic variables. *Contemporary Educational Technology*, 10(1), 1-24.
- Rice, J. K. (2010). *The impact of teacher experience: Examining the evidence and policy implications*. Washington D. C.: The Urban Institute.
- Safar, J., & Nahar, N. (2017). Penguasaan pengetahuan kandungan (Content Knowledge): Pemangkin keterampilan pedagogi Jawi berkesan Abad Ke-21. *Jurnal Teknikal & Sains Sosial*, 1(8), 45–59.
- Scherer, R., Tondeur, J., & Siddiq, F. (2017). On the quest for validity: Testing the factor structure and measurement invariance of the technology-dimensions in the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) model. *Computers & Education*, 112, 1–17. doi:10.1016/j.compedu.2017.04.012
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson A. D., Koehler, M. J., Mishra, P. & Shin, T. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149. DOI:10.1080/15391523.2009.10782544
- Stein, H., Gurevich, I. & Gorev, D. (2020). Integration of technology by novice mathematics teachers – what facilitates such integration and what makes it difficult?. *Educ Inf Technol*, 25, 141–161. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09950-y>
- Tajudin, N. M., Chinnappan, M., & Saad, N. S. (2017). Relationship between mathematics teacher subject matter knowledge, pedagogical content knowledge and professional development needs. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1847). American Institute of Physics Inc. <https://doi.org/10.1063/1.4983878>
- The Teaching & Learning International Survey (TALIS)*. (2013). https://www.oecd.org/education/school/TALIS%20Conceptual%20Framework_FINAL.pdf
- Yu, J. H., Luo, Y., Sun, Y., & Strobel, J. (2012). A conceptual K-6 teacher competency model for teaching Engineering. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 56, 243–252.
- Zolkefli, B., Nordin, O., & Mohd Kasri, S. (2017). Faktor-faktor yang mempengaruhi pengintegrasian teknologi pengajaran berdasarkan model TPACK dalam kalangan guru matematik. *Proceedings of the ICECRS*, 1(2), 66-73.