

Sorotan Literatur Bersistematik terhadap Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK) dalam Kalangan Guru Matematik

(A systematic Literature Review on Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Mathematics' Teacher)

Nur Aainaa Muhammad^{1*}, Siti Mistima Maat¹

¹ Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia

*Pengarang Koresponden: aainaa4a@gmail.com

Accepted: 15 December 2020 | Published: 31 December 2020

Abstrak: Pada masa kini, penguasaan guru dalam mengendalikan teknologi semasa pengajaran semakin diberikan perhatian. Oleh yang sedemikian, bagi mengenalpasti penguasaan guru dalam penggunaan teknologi, kajian dalam Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK) dalam kalangan guru Matematik perlu dijalankan. Dengan adanya model PTPK, dapat membantu para pengkaji menjalankan kajian yang masih relevan sehingga masa kini. Kajian ini merupakan sorotan literatur bersistematik bagi PTPK. Kajian ini bertujuan untuk mengkaji bentuk kajian yang telah dijalankan dalam bidang PTPK. Terdapat tiga persoalan yang akan dianalisis iaitu kekerapan kajian PTPK, jenis penyelidikan serta skop kajian dalam PTPK. Rekabentuk bagi kajian ini adalah kajian tinjauan dengan mensintesis kajian yang terdapat dalam enjin pencarian Scopus dan Web of Science. Pencarian dalam enjin pencarian tersebut telah dihadkan kepada lima tahun semasa iaitu bermula pada tahun 2016 hingga 2020. Hasil pencarian telah menjumpai sebanyak 194 tajuk. Daripada 194 tajuk yang dijumpai dalam dua enjin pencarian, saringan artikel dilakukan dengan menggunakan carta alir PRISMA. Hasil daripada saringan, hanya sebanyak 20 tajuk telah dianalisis mengikut persoalan kajian. Analisis mendapati bahawa kekerapan penghasilan kajian dalam bidang ini adalah hampir sekata dalam tempoh lima tahun kebelakangan ini, malahan jenis penyelidikan yang digunakan merangkumi penyelidikan kuantitatif, penyelidikan kualitatif serta gabungan penyelidikan kuantitatif dan kualitatif. Skop kajian bagi bidang ini kebanyakannya mencakupi tahap kualiti PTPK guru, kaedah pengajaran guru berbantuan teknologi dan keberkesanan penggunaan teknologi dalam pengajaran Matematik. Penguasaan PTPK ini dapat membantu guru dalam menyampaikan suatu pengajaran secara berkesan berbantuan alat teknologi yang sedia ada. Ini seterusnya dapat meningkatkan kualiti pengajaran dan kefahaman murid.

Kata kunci: PTPK, guru, Matematik, teknologi

Abstract: Nowadays, teachers' skills in handling technology during teaching is very emphasized. Therefore, in order to determine the teachers mastery in technology, studies in Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) among Mathematics teachers are needed to be conduct. TPACK model is being helpful for the researches for the studies remain relevant until today. This study is a systematic literature highlight for TPACK. This study aims to study the form of research that has been conducted in the field of TPACK. There are three questions that will be analysed, which are the frequency of TPACK research, the type of research and the scope of research in TPACK. The design for this study is a survey study by

synthesizing the research found in the Scopus and Web of Science search engines. The search in this search engine has been limited to the current five years, starting in 2016 to 2020. The search results have found a total of 194 titles. All of the 194 titles that had found in the two search engines were filtered by using the PRISMA flow chart. As a result of the screening, only 20 topics were chosen to be analyse according to the research questions. The result shows that the frequency of studies in this field is uniform in these five years, even the type of research used includes quantitative research, qualitative research as well as a combination of quantitative and qualitative research. The scope of research for this field mostly covers the quality of TPACK teachers, teacher teaching method by using technology and the effectiveness of the use of technology in teaching Mathematics. Mastering the TPACK will help teachers in delivering an effective instruction with the existing technological tools. Thus it will increase the quality of instruction and students understanding.

Keywords: TPACK, teacher, Mathematics, technology

1. Pengenalan

Pada masa kini, dapat dilihat bahawa teknologi dunia semakin berevolusi dan semakin kompleks. Malaysia juga tidak ketinggalan untuk menyaingi negara luar dengan merentasi fasa Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0) dengan cara tersendiri. Revolusi perindustrian 4.0 merujuk kepada perkembangan pesat revolusi digital. Perkembangan revolusi digital ini merentasi ruang siber, fizikal dan biologi serta merangkumi spektrum sektor ekonomi yang meluas dan meliputi semua lapisan masyarakat. IR 4.0 ini memberi fokus kepada perkembangan penemuan teknologi yang baharu seperti penggunaan automasi, analisis dan big data, simulasi, integrasi sistem dan yang lain seumpamanya. Revolusi perindustrian ini merangkumi pelbagai sektor dan sektor pendidikan tidak terkecuali menerima tempias daripada pelaksanaan IR4.0. Secara tidak langsung revolusi perindustrian ini akan memberi kesan dan mengakibatkan jurang dari segi kemahiran pendidik, persaingan dan kehendak, peluang dan infrastruktur. Seiring dengan IR 4.0 ini, pendidikan memainkan peranan yang penting dalam memastikan negara dapat dipacu ke arah IR 4.0. Oleh yang sedemikian, pendidikan di negara perlu selari dengan perkembangannya dalam mempersiapkan murid bagi mendepani cabaran dalam IR 4.0.

Bagi menghadapi revolusi perindustrian ini, Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) dilihat dapat mendokong menghadapi cabaran dalam IR 4.0. Dalam gelombang ketiga PPPM, pendidikan negara telah dirangka bagi mentakrif keperluan infrastruktur masa depan. Dalam konteks ini, semua sekolah dijangka akan dilengkapi dengan kemudahan teknologi dari segi infrastruktur, kemudahan dan peralatan. Ini menunjukkan pendidikan negara kita sedaya upaya untuk menyaingi revolusi perindustrian. Sebagai pendidik, guru juga seharusnya tidak ketinggalan untuk melengkapkan diri dengan pengetahuan bagi mengendalikan teknologi. Bagi membantu para guru melengkapkan diri dengan kemahiran teknologi, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah membuka ruang kepada guru-guru untuk ditauliahkan sebagai *Google Certified Educator* secara percuma. Dengan usaha-usaha yang telah dilaksanakan ini, ini menunjukkan kesungguhan negara dalam mengimplementasikan teknologi di dalam pengajaran. Ini secara tidak langsung akan mengubah kaedah pengajaran guru di dalam kelas.

Pengetahuan teknologi dalam kalangan guru sangatlah penting bagi memastikan guru mahir mengendalikan sesuatu teknologi. Dalam sebuah pengajaran, pengetahuan teknologi pedagogi kandungan merupakan elemen yang penting bagi membantu sesi pengajaran dan pembelajaran guru yang berkesan. Seseorang guru perlu mahir memilih alat teknologi teknologi berlandaskan

objektif pengajaran. Pemilihan alat teknologi yang betul dengan objektif pengajaran akan memastikan pengajaran dan pembelajaran dapat dijalankan dengan lebih efektif. Pengetahuan teknologi pedagogi kandungan adalah terdiri daripada tiga aspek yang utama iaitu pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan kandungan (Koehler & Mishra, 2009). Bagi seseorang guru mencapai tahap penguasaan tinggi, guru tersebut perlu mahir dan berpengetahuan dalam ketiga aspek tersebut. Dalam satu kajian yang dijalankan oleh Janet Lau Siew Chee (2020) mendapati bahawa tahap pengetahuan teknologi guru Matematik hanya berada di tahap yang sederhana. Dalam suatu kajian lain, Chong & Shaffe (2017) mendapati tahap pengetahuan teknologi pedagogi guru juga turut berada pada tahap sederhana. Ini jelas menunjukkan bahawa, tahap pedagogi pengetahuan guru Matematik tidak berada di tahap tinggi bagi melaksanakan suatu pengajaran berkesan. Bagi memastikan pengajaran yang mengintegrasikan teknologi dapat dilaksanakan, tahap pengetahuan teknologi pedagogi guru seharusnya berada pada tahap tinggi. Ini adalah bagi memastikan guru yang melaksanakan pengajaran berintegrasikan teknologi dapat mencapai pengajaran berkesan dan sekaligus dapat memberi kefahaman kepada murid.

2. Kajian Literatur

Model Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK) telah diperkenalkan oleh Mishra & Koehler (2006). Model PTPK ini menekankan perkara penting yang memfokuskan kepada keberkesanan penggunaan teknologi dalam pendidikan. Model PTPK ini berasaskan daripada konsep pengetahuan pedagogi kandungan (Shulman, 1986). Model PTPK ini merupakan kesinambungan daripada Pengetahuan Pedagogi Isi Kandungan (PPIK) yang turut diperkenalkan oleh Shulman. Model PTPK adalah mengenai pengetahuan yang diperlukan oleh guru-guru bagi mengintegrasikan teknologi dalam pengajaran. Dengan pengetahuan dalam PTPK ini, dapat membantu guru menyampaikan kandungan dengan menggunakan kaedah pedagogi dan teknologi yang bersesuaian dengan kandungan. PTPK ini menjadi tunjang asas bagi pengajaran yang berkesan. Model PTPK ini memerlukan guru untuk memahami secara konstruktif tentang konsep penggunaan teknologi yang bersesuaian dengan pedagogi bagi menyampaikan isi kandungan supaya pembelajaran menjadi lebih mudah. Walaubagaimanapun, walaupun dengan adanya model PTPK, teknologi bukanlah sebagai suatu tambahan kepada elemen kurikulum.

Model PTPK ini dapat membantu dalam mencipta tujuan, kaedah, bahan dan menentukan penilaian yang bersesuaian dan disesuaikan dengan pelbagai tahap kecerdasan murid. Selain itu, dengan adanya model ini dapat menampung kepelbagaian dan kesesuaian media yang baharu. Model ini juga dapat diadaptasi dengan pelbagai kurikulum yang lain dan mengikut kesesuaian murid. Menurut Mishra & Koehler (2006), struktur PTPK terdiri daripada tiga komponen asas iaitu pengetahuan kandungan, pengetahuan teknologi dan pengetahuan pedagogi. Daripada tiga komponen asas ini membantu lagi tiga komponen yang lain iaitu kandungan teknologi, pengetahuan pedagogi teknologi dan pengetahuan pedagogi kandungan.

Pengetahuan Pedagogi merujuk kepada pengetahuan yang mendalam mengenai proses, pendekatan dan kaedah pengajaran dan pembelajaran. Pengetahuan ini merangkumi kaedah menetapkan cara bagi mencapai matlamat pendidikan. Bahkan pengetahuan pedagogi ini melibatkan pemahaman umum cara murid belajar, pengurusan kelas, perkembangan, pelaksanaan dan penilaian kurikulum (Alizadeh-Jamal et al., 2018). Guru juga perlu mengenalpasti dan mengetahui teori-teori pedagogi secara khusus supaya tidak ketinggalan bagi memperkasakan kaedah pengajaran supaya dapat menghasilkan suasana pengajaran dan pembelajaran yang berkesan.

Pengetahuan Teknologi pula ialah pengetahuan tentang teknologi. Teknologi ini merangkumi daripada teknologi yang mudah sehingga teknologi digital seperti internet, video digital, papan putih interaktif dan perisian program. Pengetahuan teknologi ini merangkumi pengetahuan dan kemampuan seseorang guru terhadap jenis alatan, perkakasan atau perisian serta mempunyai kemahiran bagi mengendalikan dengan baik sehingga dapat membantu guru dalam proses pengajaran. Pengetahuan teknologi ini juga penting bagi membantu guru untuk mengenalpasti penggunaan sesuatu teknologi dalam situasi dan kelas tertentu serta mengetahui kekangan dan kelebihan penggunaan teknologi.

Pengetahuan kandungan merujuk kepada pengetahuan yang diperlukan oleh seseorang guru untuk mengajar sesuatu kandungan kepada murid (Mishra & Koehler, 2006). Guru seharusnya mengetahui kandungan yang hendak diajar dan bagaimana setiap pengetahuan itu berbeza mengikut kandungan bidang. Sebagai contoh, subjek Matematik di sekolah rendah dan menengah adalah berbeza. Di sekolah menengah, kandungan pengajaran subjek Matematik adalah lebih mendalam berbanding daripada di sekolah rendah. Oleh yang sedemikian, guru perlu menguasai kandungan seperti konsep, teori, rangka kerja, keterangan dan bukti serta amalan-amalan yang diperlukan bersesuaian dengan tahap yang diajar bagi membangunkan dan memperkembangkan pengetahuan tersebut (Koehler & Mishra, 2009).

Pengetahuan teknologi pedagogi pula merujuk kepada pengetahuan bagi menentukan kesesuaian kepelbagai teknologi yang dapat diintegrasikan dalam situasi pengajaran dan pembelajaran. Melalui pengetahuan ini, guru berkeupayaan untuk merasai pengalaman perubahan suatu pengajaran dan pembelajaran dengan pendekatan teknologi. Pengetahuan teknologi pedagogi ini juga dapat membantu guru memahami penggunaan alat teknologi dengan pelbagai pendekatan pedagogi. Pengetahuan ini merangkumi pengetahuan kaedah pengajaran yang akan berubah hasil daripada penggunaan teknologi semasa pengajaran (Alizadeh-Jamal et al., 2018).

Pengetahuan kandungan teknologi pula menggambarkan pengetahuan yang saling berkait antara sesuatu kandungan dengan teknologi. Pengetahuan ini diperlukan oleh guru untuk bagi menentukan sejauh mana teknologi dan kandungan ini dapat mempengaruhi dan mendorong antara satu sama lain. Guru bukan sahaja perlu menguasai kandungan yang diajar tetapi guru juga perlu mengetahui bagaimana kandungan pengajaran dapat berubah selari dengan penggunaan teknologi serta bagaimana teknologi dapat mempengaruhi penyampaian sesuatu kandungan. Pada masa kini, teknologi dilihat berkeupayaan untuk mengubah struktur suatu matapelajaran (Alizadeh-Jamal et al., 2018).

Pengetahuan pedagogi kandungan merujuk kepada pengetahuan guru mengenai dasar pengajaran dan pembelajaran termasuklah perkembangan kurikulum, penilaian murid dan pelaporan. Pengetahuan pedagogi kandungan ini memfokuskan kepada hubungan antara pedagogi dengan amalan sokongannya seperti kurikulum dan penilaian. Pengetahuan ini penting dalam menentukan pendekatan yang bersesuaian dengan kandungan yang hendak disampaikan semasa pengajaran (Mishra & Koehler, 2006).

Kesemua enam komponen pengetahuan ini memerlukan pemahaman yang mendalam bagi menyesuaikan dengan penggunaan teknologi. Dengan adanya pengetahuan PTPK ini akan dapat membantu guru untuk memahami dan menyelesaikan permasalahan yang kemungkinan akan timbul semasa pengajaran apabila menggunakan teknologi

3. Persoalan Kajian

Dalam kajian ini, sorotan literatur bersistematik dijalankan untuk menjawab persoalan yang berikut :

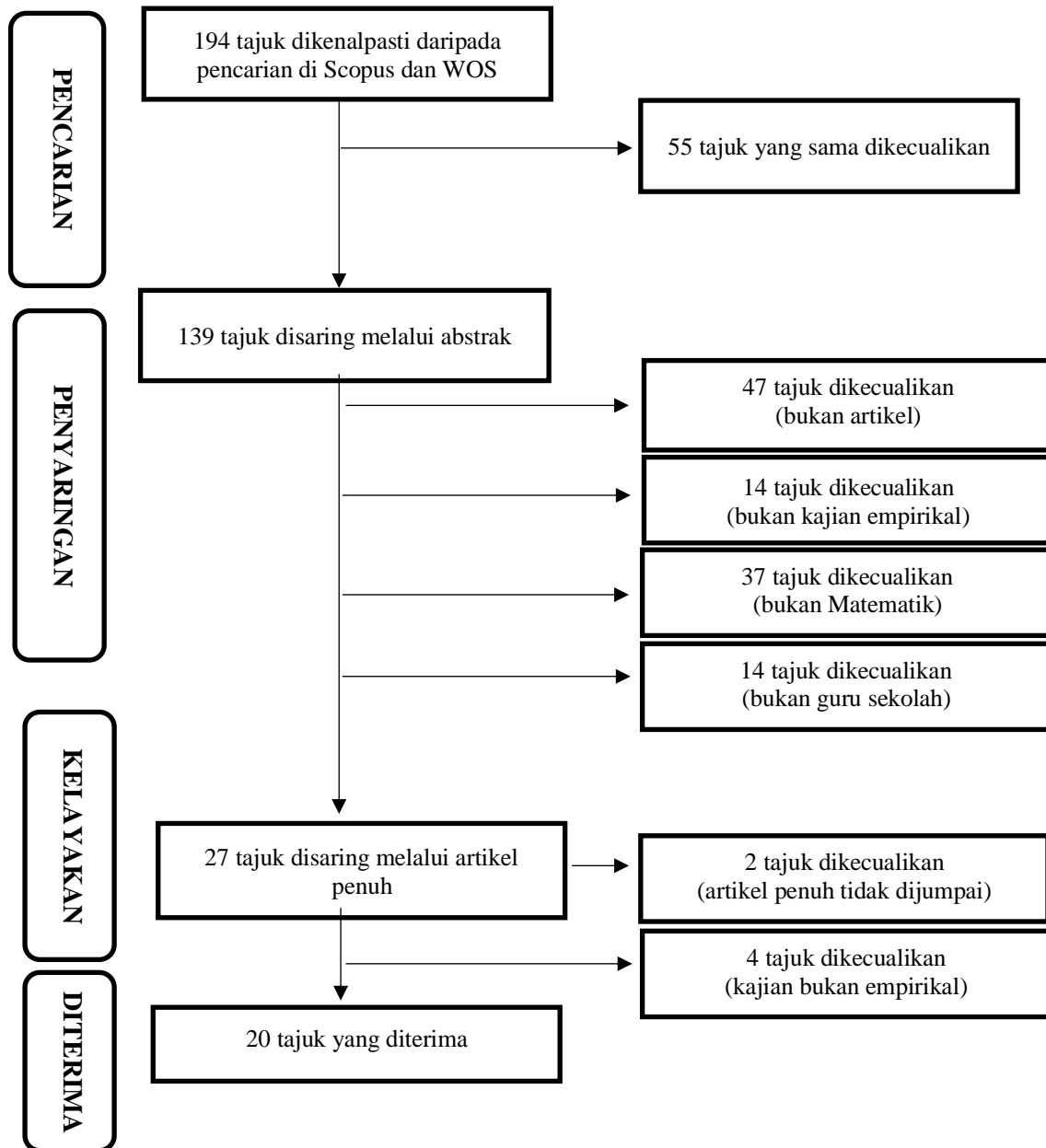
- 1) Apakah kekerapan kajian dalam pengetahuan teknologi pedagogi kandungan dalam kalangan guru Matematik?
- 2) Apakah jenis penyelidikan yang digunakan oleh pengkaji dalam menjalankan kajian pengetahuan teknologi pedagogi kandungan dalam kalangan guru Matematik?
- 3) Apakah skop bidang kajian yang dicakupi oleh pengkaji dalam kajian pengetahuan teknologi pedagogi kandungan dalam kalangan guru Matematik?

4. Metodologi

Reka bentuk bagi kajian ini adalah kajian tinjauan dengan mensintesis dapatan penyelidikan empirikal. Kaedah yang digunakan untuk menyaring artikel bagi tinjauan literatur bersistematik ini adalah dengan menggunakan garis panduan PRISMA (Moher et al., 2009). Bagi kajian ini, beberapa kriteria telah ditetapkan. Kriteria tersebut ialah kajian yang melibatkan subjek Matematik, kajian empirikal dan kajian mengenai guru sekolah. Bagi pencarian artikel, carian enjin yang digunakan ialah dengan menggunakan carian enjin *Scopus* dan *Web of Science* (WOS). Limitasi bagi pencarian dihadkan kepada kepada 5 tahun semasa iaitu dari tahun 2020 – 2016 dan Bahasa Inggeris. Kata kunci yang digunakan bagi pencarian di Scopus adalah TITLE-ABS-KEY (TPACK AND mathematics AND teacher) manakala bagi pencarian di WOS ialah TS=(TPACK AND mathematics AND teacher).

Kebolehpercayaan bagi kajian ini telah dilakukan. Bagi kajian ini kebolehpercayaan yang digunakan ialah kaedah persetujuan antara penilai (*inter-rater agreement*). Beberapa artikel dalam kajian ini dipilih dan diserahkan kepada seorang penilai yang dilantik. Penilai yang dilantik perlu menilai artikel tersebut bagi memastikan artikel tersebut boleh digunakan dalam kajian ini. Ini adalah bertujuan bagi memastikan artikel yang digunakan adalah bersesuaian dengan tajuk kajian dan tidak terkeluar daripada tajuk kajian.

Kajian tinjauan literatur bersistematik ini menggunakan kaedah PRISMA bagi saringan artikel. Melalui kaedah PRISMA, artikel yang telah dijumpai hasil daripada pencarian enjin carian disaring mengikut beberapa peringkat. Hasil daripada pencarian melalui dua enjin carian, mendapati sebanyak 194 tajuk telah dijumpai. Rajah 1 menunjukkan carta alir penyaringan artikel yang dilakukan dalam empat peringkat kaedah PRISMA. Hasil daripada penyaringan menggunakan kaedah PRISMA, hanya 20 tajuk telah dipilih dan dianalisis mengikut persoalan kajian.



Rajah 1: Carta Alir PRISMA

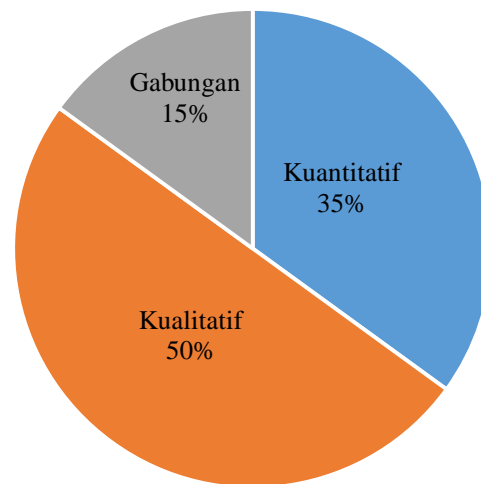
5. Keputusan

Bagi menjawab persoalan pertama, analisis terhadap kekerapan kajian sepanjang lima tahun terkini dijalankan dan dipersembahkan dalam jadual. Jadual 1 menunjukkan bilangan dan peratus artikel mengikut tahun. Berdasarkan jadual, peratusan paling tinggi adalah pada tahun 2019 dengan sebanyak 30% artikel. Artikel bagi tahun 2020, 2018 dan 2016 mencatatkan peratusan yang sama iaitu 20% masing-masing. Manakala tahun 2016 mencatatkan peratusan yang paling sedikit iaitu sebanyak 10%.

Jadual 1: Bilangan dan peratus artikel mengikut tahun

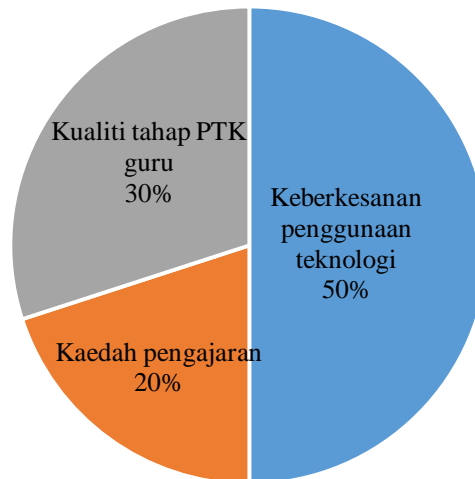
Tahun	Bilangan	Peratus (%)
2020	4	20
2019	6	30
2018	4	20
2017	2	10
2016	4	20

Bagi persoalan kajian yang kedua, analisis terhadap jenis penyelidikan yang telah dijalankan. Hasil mendapati, jenis penyelidikan dalam kajian yang digunakan adalah kuantitatif, kualitatif serta gabungan kuantitatif dan kualitatif. Rajah 2 di bawah menunjukkan peratusan bagi jenis penyelidikan yang digunakan. Penyelidikan kualitatif mencatatkan peratusan yang paling tinggi iaitu sebanyak 50%. Penyelidikan kuantitatif pula, mencatatkan sebanyak 35% manakala gabungan penyelidikan kuantitatif dan kualitatif mencatatkan peratus paling rendah iaitu sebanyak 15%.



Rajah 2: Peratusan jenis penyelidikan artikel

Bagi persoalan kajian yang ketiga, taburan artikel mengikut skop bidang kajian dijalankan. Skop bidang kajian dalam kajian ini dapat dibahagikan kepada tiga kelompok iaitu keberkesanan penggunaan teknologi, kaedah pengajaran dan kualiti tahap PTPK guru. Rajah 3 menunjukkan peratusan bagi skop bidang kajian. Hasil daripada analisis didapati, 50% artikel adalah mengenai keberkesanan penggunaan teknologi. Bagi kualiti tahap PTPK pula, kajian meliputi 30% manakala bagi skop kajian kaedah pengajaran mencatatkan 20%.



Rajah 3: Peratusan skop bidang kajian

6. Perbincangan

Kajian berkenaan pengetahuan teknologi pedagogi kandungan (PTPK) dalam kalangan guru Matematik ini masih lagi giat dijalankan oleh pengkaji sehingga pada masa kini. Daripada analisis, didapati bahawa taburan kajian ini pada lima tahun terkini adalah hampir sekata. Ini menunjukkan bahawa kajian ini masih relevan sehingga pada masa kini dan masih lagi menjadi salah satu bidang pilihan oleh pengkaji. Sebagai contoh, suatu kajian yang terkini telah dilakukan oleh Backfisch et al. (2020) dalam mengenalpasti tahap PTPK dalam kalangan guru di negara Jerman bagi menentukan keberkesanan penggunaan teknologi semasa sesi pengajaran. Terdapat juga kajian lain yang turut mengkaji tahap PTPK guru seperti kajian oleh De Freitas & Spangenberg pada tahun 2019 dan Bruner-Timmons et al., pada tahun 2018.

Jenis penyelidikan bagi kajian dalam pengetahuan teknologi pedagogi kandungan ini boleh dilaksanakan dalam tiga bentuk iaitu kuantitatif, kualitatif ataupun gabungan kuantitatif dan kualitatif. Daripada hasil analisis, didapati bahawa kajian telah dilaksanakan dalam ketiga-tiga bentuk. Menurut Chua (2014), penyelidikan kuantitatif bertujuan untuk menguji teori, menunjukkan perbezaan serta menunjukkan perhubungan. Penyelidikan bentuk ini lebih kepada membuat generalisasi terhadap sesuatu. Manakala, penyelidikan kualitatif pula lebih kepada meningkatkan kefahaman, menghuraikan kenyataan serta menerangkan kejadian secara verbal (Chua, 2014). Kajian yang dilaksanakan oleh I Karatas et al. (2017), menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menggunakan soal selidik sebagai alat instrumen. Terdapat juga kajian lain yang menggunakan kualitatif sebagai bentuk kajian seperti Morales-López (2019) yang ingin mengkaji kualiti tahap guru melalui PTPK dengan membuat pemerhatian serta tembuwal bersama guru-guru.

Bagi persoalan kajian yang ketiga pula, adalah taburan artikel mengikut skop bidang kajian. Daripada analisis didapati terdapat banyak artikel yang menjalankan terhadap keberkesanan tahap PTPK guru dalam pengajaran. Didapati bahawa tahap PTPK guru yang tinggi dapat meningkatkan keyakinan dan motivasi guru dalam mengendalikan teknologi semasa pengajaran (Acikgul & Aslaner, 2019; Alizadeh-Jamal et al., 2018; Backfisch et al., 2020; Ilhan Karatas et al., 2017; Lai & Lin, 2018). Apabila guru mempunyai keyakinan yang tinggi semasa

pengajaran, guru dapat menyampaikan kandungan pengajaran dengan baik. Ini sekaligus dapat membantu meningkatkan kefahaman murid dalam pengajaran (Stein et al., 2020).

Komponen PTPK ini juga digunakan oleh pengkaji dalam menilai kualiti seseorang guru (de Freitas & Spangenberg, 2019; Morales-López, 2019; Nurul Shahida et al., 2020; Ozudogru & Ozudogru, 2019; Tsouccas & Meletiou-Mavrotheris, 2017). Dalam suatu kajian lain pula, yang dijalankan oleh Esquincalha & Abarz (2016) menggunakan komponen PTPK bagi mengukur keberkesanan program melalui tahap PTPK sebelum dan selepas program. Hasil mendapati selepas sampel mengikuti program tersebut, tahap PTPK semakin meningkat.

Selain itu, terdapat juga kajian yang menggunakan PTPK ini bagi menentukan keberkesanan kaedah pengajaran yang menggunakan pelbagai alatan dan perisian. Sebagai contoh, kajian yang dijalankan oleh Muir et al. (2016) yang menggunakan papan putih interaktif sebagai alat pengajaran di dalam kelas. Hasil mendapati, guru mempunyai PTPK yang tinggi dapat mengendalikan alat pengajaran teknologi dengan baik dan pelaksanaan pengajaran yang berkesan. Kajian yang dilakukan oleh Urbina & Polly (2017) pula menilai keberkesanan kaedah pengajaran melalui penggunaan chromebook semasa sesi pengajaran dan pembelajaran. Koh (2019) juga mendapati dalam kajiannya bahawa pengintegrasian teknologi sebagai kaedah pengajaran dapat membantu guru semasa pengajaran. Kajiannya mendapati kepentingan PTPK bagi mengintegrasikan teknologi dalam sesi pengajaran.

7. Kesimpulan

Daripada analisis kajian literatur bersistematik ke atas pengetahuan teknologi pedagogi kandungan, didapati kajian ini adalah relevan sehingga pada masa kini. Seiring dengan perkembangan kecanggihan dunia, PTPK ini dilihat sebagai suatu elemen yang perlu ada bagi seseorang guru pada masa kini. Penguasaan PTPK di kalangan guru adalah sangat penting dalam memastikan penggunaan teknologi yang digunakan adalah bersesuaian dengan kandungan pengajaran serta kaedah pengajaran bagi memastikan suatu pengajaran yang berkesan. Sebagai seorang guru, guru seharusnya memainkan peranan dalam memastikan pengajarannya dapat memberi kefahaman kepada murid. Dengan melengkapkan diri dengan PTPK, guru turut berkeupayaan untuk menggalakkan penglibatan murid dari pelbagai aspek, bukan sahaja semasa di dalam sekolah bahkan semasa di luar sekolah juga.

Daripada kajian ini juga didapati, semua pihak harus memainkan peranan dalam memastikan tahap PTPK guru berada dalam tahap tinggi. Usaha antara pihak guru, sekolah dan kementerian dapat membantu meningkatkan tahap PTPK guru. Selain daripada tahap PTPK, kemudahan dan infrastruktur di sekolah juga perlu ditingkatkan bagi memastikan guru dapat mengaplikasikan PTPK. Kemudahan dan infrastruktur seperti kemudahan komputer, talian internet yang kuat serta makmal komputer yang kondusif turut menjadi salah satu faktor kegagalan untuk mengimplementasikan teknologi dalam pengajaran. Oleh yang sedemikian, semua pihak perlu berganding bahu dalam memastikan pengajaran berbantuan teknologi dapat mencapai objektifnya.

Rujukan

- Acikgul, K., & Aslaner, R. (2019). Investigation Relations between the Technological Pedagogical Content Knowledge Efficacy Levels and Self-Efficacy Perception Levels of Pre-Service Mathematics Teachers. *CUKUROVA UNIVERSITY FACULTY OF EDUCATION JOURNAL*, 48(1), 1–31. <https://doi.org/10.14812/cufej.409949>

- Alizadeh-Jamal, M., Shahvarani, A., Iranmanesh, A., & Tehranian, A. (2018). A study on the changes on teachers' knowledge and beliefs after a workshop based on mathematics education software, by relying on fuzzy method. *PNA*, 13(1), 19–40. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067893739&partnerID=40&md5=958792b070d2fc851fc04c52ca0cce37>
- Backfisch, I., Lachner, A., Hische, C., Loose, F., & Scheiter, K. (2020). Professional knowledge or motivation? Investigating the role of teachers' expertise on the quality of technology-enhanced lesson plans. *LEARNING AND INSTRUCTION*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101300>
- Bruner-Timmons, J., Nistor, N., & Stanciu, I. D. (2018). Rethinking tpack in the digital age: Non-linear relationships between learning by design, teachers' technology-related knowledge and technology integration in the classroom. *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences, ICLS*, 3(2018-June), 1553–1554. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053830054&partnerID=40&md5=e9d3d985b7be4b467edc68e710b6c132>
- Chong, A. P., & Shaffe, M. D. (2017). Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan (PTPK) dalam kalangan Guru Pendidikan Khas Bermasalah Pendengaran. *International Journal of Education and Training*, 3(2).
- Chua, Y. P. (2014). *Kaedah Penyelidikan* (3rd ed.). McGraw-Hill Education (Malaysia).
- de Freitas, G., & Spangenberg, E. D. (2019). Mathematics teachers' levels of technological pedagogical content knowledge and information and communication technology integration barriers. *Pythagoras*, 40(1). <https://doi.org/10.4102/PYTHAGORAS.V40I1.431>
- Esquincalha, A. C., & Abarz, C. A. A. P. (2016). Knowledge revealed by tutors in discussion forums with maths teachers. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 35(2), 65–73. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrw002>
- Janet Lau Siew Chee, R. R. (2020). Pengetahuan Teknologi Maklumat dan Komunikasi Guru Matematik Sekolah Rendah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 5(11), 71–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.47405/mjssh.v5i11.1546>
- Karatas, I., Tunc, M. P., Yilmaz, N., & Karaci, G. (2017). An investigation of technological pedagogical content knowledge, self-confidence, and perception of pre-service middle school mathematics teachers towards instructional technologies. *Educational Technology and Society*, 20(3), 122–132. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85021721768&partnerID=40&md5=ddceacbc4ca83b07a20edffecfc57959>
- Karatas, Ilhan, Tunc, M. P., Yilmaz, N., & Karaci, G. (2017). An Investigation of Technological Pedagogical Content Knowledge, Self-Confidence, and perceptio of pre-Service Middle School Mathematics Techaers towards Instructinoal Technologies. *EDUCATIONAL TECHNOLOGY & SOCIETY*, 20(3), 122–132.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://www.learntechlib.org/p/29544>
- Koh, J. H. L. (2019). Articulating Teachers' Creation of Technological Pedagogical Mathematical Knowledge (TPMK) for Supporting Mathematical Inquiry with Authentic Problems. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(6), 1195–1212. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9914-y>
- Lai, T.-L., & Lin, H.-F. (2018). An investigation of the relationship of beliefs, values and technological pedagogical content knowledge among teachers. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(4), 445–458. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1496137>
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College REcord*, 108, 1017–1054.

- <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, *151*(4), 264–269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Morales-López, Y. (2019). Knowledge evidenced by prospective mathematics teachers when performing a task involving geometry, teaching and the use of technology. *Acta Scientiae*, *21*(2), 75–92. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v21iss2id5081>
- Muir, T., Callingham, R., & Beswick, K. (2016). Using the IWB in an Early Years Mathematics Classroom: An Application of the TPACK Framework. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, *32*(2), 63–72. <https://doi.org/10.1080/21532974.2016.1138913>
- Nurul Shahida, A. B., Siti Mistima, M., & Roslinda, R. (2020). Mathematics teacher's self-efficacy of technology integration and technological pedagogical content knowledge. *Journal on Mathematics Education*, *11*(2), 256–276. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.10818.259-276>
- 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. <https://doi.org/10.30935/cet.512515>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Stein, H., Gurevich, I., & Gorev, D. (2020). Integration of technology by novice mathematics teachers – what facilitates such integration and what makes it difficult? *Education and Information Technologies*, *25*(1), 141–161. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09950-y>
- Tsouccas, L., & Meletiou-Mavrotheris, M. (2017). Enhancing the Technological, Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) of in-service primary teachers use of tablet use technologies. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3136907.3136951>
- Urbina, A., & Polly, D. (2017). Examining elementary school teachers' integration of technology and enactment of TPACK in mathematics. *International Journal of Information and Learning Technology*, *34*(5), 439–451. <https://doi.org/10.1108/IJILT-06-2017-0054>