

***Technological, Pedagogical and Content Knowledge* untuk Guru Matematika di Era Digital: Literature Review**

Rasilah¹, Jarnawi Afgani Dahlan², Sudirman²

¹STKIP NU Indramayu, Jalan Raya Kaplongan no 28, Karangampel 45283, Indonesia, rasilah.pramuka@gmail.com

²Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Bandung, Jawa Barat 40154, jarnawi@upi.edu

³Universitas Wiralodra, Jln. Ir. H. Juanda Km 3 Indramayu, sudirman@unwir.ac.id

Diterima 22 November 2020, disetujui 25 Maret 2021, diterbitkan 30 April 2021

Pengutipan: Rasilah, Jarnawi A. D, Sudirman. (2021). *Technological, Pedagogical And Content Knowledge* Untuk Guru Matematika di Era Digital: Literature Review. *Gema Wiralodra*, Vol 12, No 1, Hal 84-94, April 2021

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan teknologi dapat berdampak pada segala bidang termasuk bidang pendidikan, fasilitas yang tidak memadai menjadi salah satu kendala guru dalam mengajar, sedangkan guru dituntut untuk mengikuti perkembangan zaman. Guru adalah tenaga pendidik yang harus memiliki berbagai kemampuan, tidak hanya materi yang harus dimiliki akan tetapi harus memiliki kemampuan mengajar, dengan perkembangan zaman yang pesat hal ini juga berpengaruh pada bidang pendidikan, salah satunya adalah pengajaran di kelas, hampir seratus persen siswa yakin. Dengan mengenal gadget, maka diharapkan seorang guru dapat memanfaatkan keadaan ini untuk pembelajaran di kelas. Ini merupakan masalah yang terjadi di kalangan guru, meskipun tidak semua guru mengalami hal tersebut. Artikel ini menjelaskan, menjelaskan peran framework Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) dalam pembelajaran bagi guru matematika di era digital. Artikel ini merupakan hasil kajian pustaka dengan sumber berupa artikel baik di jurnal nasional (Garuda dan Sinta Dikti) maupun di jurnal internasional (DOAJ & Scimagojr). Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk meningkatkan kemampuan guru matematika dengan memberikan bimbingan tentang profesionalisme guru matematika khususnya pada kompetensi pedagogik dan profesional. Guru matematika diharapkan mengembangkan keterampilan pedagogik, yaitu kemampuan membuat konten yang terintegrasi dengan teknologi dalam pembelajaran pada materi matematika sehingga mampu membentuk karakter dan kepribadian siswa yang terintegrasi dengan teknologi selama di sekolah.

Kata Kunci: TPACK, Guru Matematika, Teknologi

ABSTRACT

The rapid development of technology can have an impact on all fields including education, inadequate facilities are one of the obstacles for teachers in teaching, while teachers are required to keep up with the times. Teachers are educators who must have various abilities, not only material that must be possessed but must have the ability to teach, with the rapid development of the times this also affects the field of education, one of which is teaching in the classroom, almost one hundred percent of students believe. By getting to know gadgets, it is hoped that a teacher can take advantage of this situation for classroom learning. This is a problem that occurs among teachers, although not all teachers experience this. This article explains, explains the role of the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) framework in learning for mathematics teachers in the digital era. This article is the result of a literature review with sources in the form of articles both in national journals (Garuda and Sinta Dikti) and in international journals (DOAJ &

Scimagojr). The purpose of writing this article is to improve the ability of mathematics teachers by providing guidance on the professionalism of mathematics teachers, especially in pedagogical and professional competencies. Mathematics teachers are expected to develop pedagogic skills, namely the ability to create content that is integrated with technology in learning mathematics material so that it is able to form student character and personality that is integrated with technology while in school.

Keywords: TPACK, Mathematics Teacher, Technology

PENDAHULUAN

Diera digital saat ini, perkembangan teknologi semakin berkembang pesat dan berdampak di segala bidang, termasuk bidang pendidikan. Dalam mengantisipasi perkembangan teknologi perlu dibuat system pendidikan yang dirancang untuk mempersiapkan sumber daya manusia yang unggul, berkualitas, berdaya saing sebagai modal utama agar dapat bersaing secara global. Kualitas guru merupakan faktor penunjang utama dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang unggul, berhasil atau tidaknya pendidikan ditentukan oleh kualitas gurunya. Menurut National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2015), seorang guru tidak hanya menggunakan teknologi dan membawa hardware dan software ke dalam kelas, tetapi juga harus bisa membuat suasana lingkungan yang bervariasi mendukung kegiatan belajar siswa menggunakan teknologi secara efektif dengan tepat. Dengan memperhatikan strategi serta teknik mengajar tanpa mengabaikan gaya belajar setiap siswa.

Teknologi bukanlah solusi untuk segalanya tetapi teknologi dapat dijadikan alat yang efektif untuk kegiatan belajar mengajar. jika teknologi digunakan untuk meningkatkan kegiatan belajar mengajar, dan mengaktualisasikan pembelajaran yang signifikan maka guru matematika berperan untuk mendorong dan memotivasi siswa supaya lebih aktif dan giat dalam pembelajaran. Menurut Baihaqi (2019) ada lima kualifikasi dan kompetensi guru yang dibutuhkan dalam dunia pendidikan era *revolusi industry 4.0*.

Pertama, *Educational Competence*, kompetensi mendidik dalam pembelajaran berbasis internet. Kedua, *Competence for Technological Commercialization*, memiliki kompetensi yang mampu membentuk siswa memiliki sikap kewirausahaan (*entrepreneurship*) dengan teknologi dari hasil karya inovasi siswa. Ketiga, *Competence in Globalization*, memiliki kemampuan dalam memecahkan

problem nasional. Keempat, *Competence in Future Strategies*, memiliki kompetensi dalam memprediksi dengan tepat apa yang akan terjadi di masa depan beserta strateginya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara *joint lecture, joint reseacrh, joint resources, staff mobility* dan lain sebagainya. Kelima, *Conselor Competence*, kompetensi dalam mengatasi masalah psikologi anak yang semakin kompleks dan berat. Ditambahkan, pengembangan system cyber dalam dunia pendidikan akan memungkinkan guru dapat memberi materi ajar yang mutakhir sesuai perkembangan jaman, karena langsung dapat menanyakan materi dalam ruang kelas secara online. Menurut Shulman (Aminah & Wahyuni, 2018) mengungkapkan perpaduan antara pengetahuan dalam cara mengajar yang tepat disebut sebagai pengetahuan konten pedagogik (*Pedagogical Content Knowledge*), terlebih lagi sekarang ini guru diuntut untuk memiliki kemampuan teknologi. Sejalan dengan hasil penelitian (Niess, 2008a; Niess, 2008b; Thomson & Mishra, 2007) dikatakan *Technologi Pedagogic and Content Knowledge (TPACK)* sebagai konstruksi dinamis yang menggambarkan pengetahuan yang dibutuhkan oleh guru ketika mendesain, menerapkan kurikulum, pengajaran dengan membimbing siswa dalam belajar dengan teknologi digital.

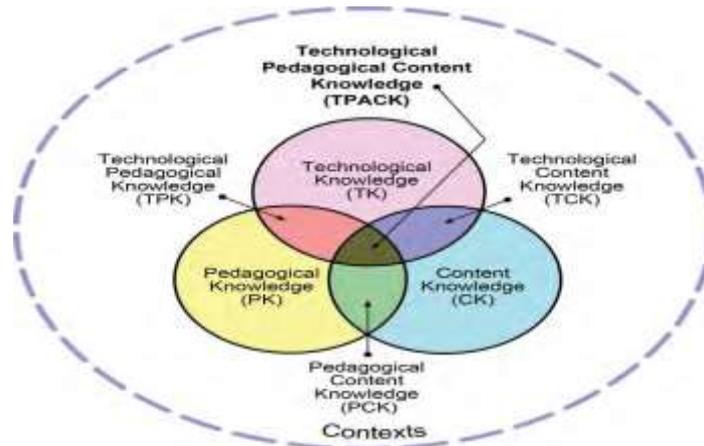
Saat ini, salah satu cara yang paling penting untuk memberikan dukungan terhadap penggunaan teknologi dalam pembelajaran dengan menggunakan kerangka fikiran dalam mengintegrasikan masalah kompleks dari pengetahuan konten, pedagogi, teknologi dan berbagai bentuk unsur-unsur yang menunjang pembelajaran di dalam kelas (Punaji Setyosari et.al, 2016). Lebih lanjut dijelaskan bahwa salah satu kerangka penting yang tercakup dalam kompetensi guru matematika yaitu *Technologi Pedagogic and Content Knowledge (TPACK)*. *Technologi Pedagogic and Content Knowledge (TPACK)* yang dalam bahasa Indonesia berarti pengetahuan konten pedagogik teknologi merupakan suatu *framework* yang menggambarkan hubungan dan kompleksitas antara tiga komponen dasar pengetahuan yaitu teknologi, pedagogi, dan konten.

PEMBAHASAN

Guru Di Era Digital

Saat ini program pendidikan guru dihadapkan pada permasalahan kompleks dengan tuntutan yang dinamis sehingga mereka harus menerima dan mempersiapkan dunia pendidikan guru di abad ke-21 (Koehler & Mishra, 2008). Untuk menjadi guru di abad ke-21 tidak cukup mengandalkan pengalaman dan keilmuannya tetapi harus diikuti dengan kemahiran penggunaan teknologi yang bisa memadukan teknologi baru dengan teknologi yang sedang berkembang kedalam kegiatan belajar mengajar. Banyak peneliti yang mengusulkan pengintegrasian antara teknologi, pedagogi, dan konten dengan cara yang sama seperti yang telah dilakukan sebagai interkoneksi interseksi dari pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten (Mishra & Koehler, 2006; Niess, 2005). Koehler dan Mishra (2008) menjelaskan permasalahan yang dihadapi oleh banyak guru dalam mengabungkan teknologi dalam pembelajaran sebagai sebuah “masalah kompleks dan masalah tidak terstruktur yang melibatkan interaksi dari berbagai faktor”. Mereka menjelaskan TPACK sebagai suatu kerangka pengetahuan yang cukup fleksibel yang perlu dikembangkan oleh guru agar dapat mengabungkan teknologi dalam pembelajaran.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui kemampuan guru terhadap teknologi, konten dan cara mengajar dalam pembelajaran yang dilakukan. Dengan demikian, guru diharapkan menjadi lebih kreatif (Afriansyah, 2017) dan professional dengan kompetensi yang dimiliki (Tarusu, 2018). Koehler and Mishra (2009) menjelaskan bahwa TPACK merupakan basis integrasi antara komponen content knowledge (CK), *pedagogical knowledge* (PK), *technological knowledge* (TK). Beberapa bagian dari perpotongan antara pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan konten yang meliputi: *Content Knowledge* (CK), *Pedagogical Knowledge* (PK), *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), *Technological Content Knowledge* (TCK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), dan yang terakhir *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) seperti pada gambar



Gambar 1. Komponen TPACK (Sumber: <http://www.tpack.org/>)

Tujuh komponen TPACK yaitu CK, PK, TK, TPK (*Technological Pedagogical Knowledge*), TCK (*Technological Content Knowledge*), PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) dan TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), dimana Chai, Koh and Tsai (2011) menyatakan bahwa 7 komponen tersebut mempunyai hubungan positif dan signifikan. Penelitian menggunakan kerangka TPACK sudah dilakukan untuk mengukur penggunaan TIK dalam pembelajaran mata pelajaran matematika (Chai et al., 2011; Jang & Tsai, 2012; Liang & Luo, 2016). Penelitian tentang pemahaman terhadap TPACK juga dikaitkan dengan usia dan lama mengajar (Lin et al., 2013; Chuang and Ho, 2011) atau dengan jenis kelamin (Liu et al., 2015; Lin et al., 2013) dimana ketiga faktor tersebut berpengaruh terhadap beberapa komponen TPACK.

TPACK bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan dasar ketika seorang guru mempelajari materi pelajaran dan memahami bagaimana teknologi dapat memudahkan, meningkatkan kesempatan serta pengalaman belajar siswa sekaligus mengetahui pedagogi yang benar untuk meningkatkan isi dari pembelajaran tersebut (Dessy, 2015:84). Guru matematika dalam perspektif TPACK merupakan guru yang faham pedagogi dan konsep yang benar dengan mengintegrasikan teknologi dalam proses pembelajaran (Abbit, 2011). Dengan TPACK, seorang guru dapat terlibat dan memotivasi siswa untuk mengeksplorasi isi pembelajaran, mengeksplorasi pengetahuan konten yang berintegrasi teknologi dan keterampilan pedagogi sehingga dapat menciptakan pembelajaran yang efektif dan inovatif.

Technology Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Guru Matematika

Kerangka kerja TPACK membahas pengetahuan guru di bidang teknologi, pedagogi, dan konten. TPACK guru mempengaruhi integrasi teknologi di kelas di berbagai tingkatan dan dengan fokus di berbagai aspek kelas (Celik, Antonenko, Kiray, & Sahin, 2016; Koehler & Mishra, 2009). TPACK mulai banyak diteliti pada tahun 2005 yang semula disingkat dengan TPCK seiring waktu berganti menjadi TPACK (Chai, Koh, & Tsai, 2013). TPACK merupakan sebuah kerangka mengajar yang mengintegrasikan teknologi (Koehler, Mishra, Ackaoglu, & Rosenberg, 2013). Sebagian besar penelitian TPACK dan pendidikan matematika difokuskan pada guru atau calon guru dengan beberapa studi termasuk guru program pendidikan profesi guru dalam jabatan (PPG). Melalui penelitian yang melibatkan guru matematika dan sains pra-jabatan, Niess (2005) menyarankan empat komponen pengembangan profesional TPACK untuk guru matematika. Komponen-komponen tersebut adalah: (a) konsepsi menyeluruh tentang pengajaran matematika dengan teknologi, (b) strategi dan representasi instruksional untuk pengajaran matematika dengan teknologi, (c) pemahaman, pemikiran, dan pembelajaran siswa dalam matematika dengan teknologi, dan (d) matematika kurikulum dan materi kurikuler. Meskipun komponen ini berasal dari penelitian mengenai guru pra-jabatan, guru dalam jabatan juga dapat mengambil manfaat dari wawasan ini.

Studi Patahuddin, Lowrie, dan Dalgarno (2016) tentang kelas matematika sekolah menengah menyarankan bahwa “berfikir kritis dari pengajaran otentik dapat menjadi alat yang ampuh dalam mengembangkan TPACK calon guru dan guru dan menemukan keterbatasan TPK, TCK, dan PCK peserta, yang berdampak pada TPACK guru”. Dalam penelitian tersebut, menggambarkan bahwa kombinasi pemilihan teknologi dan pandangan pedagogis guru mempengaruhi observabilitas dari semua konstruksi TPACK. Artinya, penerapan TPACK akan bergantung pada teknologi yang digunakan di kelas dan bagaimana teknologi itu digunakan. Penerapan TPACK mungkin tidak menunjukkan TPACK guru secara umum. Kiricilar dan Yildiz (2018) mempelajari TPACK tiga guru matematika sekolah menengah dan menemukan bahwa ketiga jenis pengetahuan tersebut digunakan untuk menyiapkan proses kegiatan belajar bagi siswa, para guru berusaha dengan

mengabungkan pedagogi dan teknologi. Guru perlu mengembangkan pemahamannya tentang bagaimana pengetahuan dalam pembelajaran matematika dan pengetahuan tentang teknologi berinteraksi. Ini termasuk memahami kapan dan bagaimana teknologi akan meningkatkan pembelajaran konsep matematika. Ketika TPACK guru diterapkan, dengan pelatihan membuat RPP, pelatihan membuat konten akan pengalaman, menambah pengetahuan guru. Meskipun pelatihan pedagogi dan teknologi diperlukan, fokusnya harus pada pedagogi (Celik, Sahin, & Akturk, 2014; Diaz & Bontenbal, 2000). Ini akan menjaga fokus pada pembelajaran matematika secara efektif daripada alat yang digunakan untuk belajar.

National Council for Teachers of Mathematics (NCTM) has addressed technology integration in the mathematics classroom. In 2015, NCTM issued the following statement:

Strategic use of technology in the teaching and learning of mathematics is the use of digital and physical tools by students and teachers in thoughtfully designed ways and at carefully determined times so that the capabilities of the technology enhance how students and educators learn, experience, communicate, and do mathematics. Technology must be used in this way in all classrooms to support all students' learning of mathematical concepts and procedures, including those that students eventually employ without the aid of technology. Strategic uses support effective teaching practices and are consistent with research in teaching and learning.

Saat guru matematika belajar menggunakan teknologi dan strategis pembelajaran dikelas, ada faktor-faktor yang mempengaruhi, salah satu faktornya adalah sikap dan keyakinan guru dalam menggunakan teknologi. Sebagian besar guru percaya bahwa menggunakan teknologi dalam pembelajaran matematika lebih menyenangkan bagi siswa dan membantu siswa dalam memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang matematika dan dapat memecahkan masalah yang ada dunia nyata. Guru percaya bahwa hal itu akan meningkatkan motivasi siswa untuk belajar matematika. Sementara motivasi siswa itu sangat penting untuk menunjang kegiatan belajar mengajar, dengan menggunakan teknologi dan sebagai modal untuk belajar dan memahami matematika.

Faktor lain yang mempengaruhi integrasi teknologi adalah tingkat kepercayaan diri guru dalam menggunakan teknologi. Hennessy, Ruthven, dan Brindley, (2007:170) menemukan bahwa “guru merasa bahwa manfaat nyata dari

teknologi informasi dan komunikasi hanya akan dirasakan ketika kepercayaan diri meningkat” Ketika kepercayaan guru tinggi untuk menggunakan teknologi dalam pembelajaran guru mampu membantu siswa belajar menggunakan teknologi di kelas, manfaat sebenarnya akan meningkat. Penggunaan Teknologi dalam pembelajaran matematika, terutama untuk memahami konsep dan hubungan sulit ditemukan, masih ada persepsi bahwa menggunakan teknologi tidak selalu menjadi metode terbaik untuk mengajar dasar-dasar matematika. Visualisasi dalam konsep dan akan membantu perhitungan yang membosankan yang dialami siswa selama memahami perhitungan dasar sebelum menggunakan teknologi.

KESIMPULAN

Pendidikan sangat membutuhkan peranan dari segenap unsur baik guru, orang tua, peserta didik, sekolah, maupun pemerintah. Guru matematika sangat memberikan kontribusi yang besar dalam membangun peserta didik di sekolah. Dari kajian literatur yang dilakukan penulis masih belum begitu banyak penelitian terkait dengan TPACK guru matematika, maka perlu dilakukan penelitian-penelitian tentang TPACK kepada calon guru matematika maupun guru matematika agar guru mampu mempersiapkan pengetahuan apakah yang dibutuhkan untuk mengajar saat ini dan masa mendatang dimana peranan teknologi sangat penting untuk menunjang kegiatan belajar mengajar dan untuk mempersiapkan generasi yang unggul. Mengingat kondisi saat ini, guru masa kini dan masa yang akan datang harus siap untuk berpikir ulang, belajar, dan belajar kembali, mengubah, merevisi dan beradaptasi saat melakukan perencanaan, implementasi, dan menilai pembelajaran dengan teknologi, agar calon guru dapat mengembangkan pengetahuan yang sesuai dengan kerangka TPACK dalam upaya untuk membentuk karakter atau kepribadian siswa. Perlu banyak penelitian tentang TPACK sebagai suatu kerangka kerja guru yang mengarah pada bagaimana mereka berpikir tentang konten dan bagaimana konten tersebut dipelajari dalam hubungannya dengan penggunaan teknologi yang tepat untuk melibatkan siswa dalam pembelajaran. TPACK merupakan irisan dari beberapa domain yang mewakili semua pengetahuan yang dibutuhkan guru untuk mengajar dengan menggunakan teknologi dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan,

guru harus mampu menggabungkan teknologi baru, teknologi yang sedang marak untuk pembelajaran guna meningkatkan profesionalismenya sehingga diharapkan guru memberikan kontribusi yang besar dalam membangun pengetahuan dan karakter siswa saat di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbitt, Jason T. (2011). "An Investigation of the Relationship between Self-Efficacy Beliefs about Technology Integration and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) among Preservice Teachers". *Journal of Digital Learning in Teachers Education*. 27:4.
- Ball, L., & Stacey, K. (2005). Teaching strategies for developing judicious technology use. In W. J. Masalski & P. C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments (2005 National Council of Teachers of Mathematics Yearbook)* (pp. 3–15). Reston, VA: NCTM.
- Baihaqi. (2019). Kompetensi Guru dalam era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 6(2), 119.
- Celik, I., Antonenko, P., Kiray, S.A., & Sahin, I. (2016). An examination of teachers' interactive whiteboards use within the scope of Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK). *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 10(12). Retrieved from <https://publications.waset.org/abstracts/60488/pdf>
- Celik, I., Sahin, I., & Akturk, A. O. (2014). Analysis of the relations among the components of technological pedagogical and content knowledge (TPACK): A structural equation model. *Journal of Educational Computing Research*, 51(1), 1-22.
- Kirikcilar, R. G., & Yildiz, A. (2018). Technological pedagogical content knowledge (Tpack) craft: Utilization of the tpack when designing the geogebra. *Acta Didactica Napocensia*, 11(1), 101–116. <http://doi.org/10.24193/adn.11.1.8>
- Hennessy, S., Ruthven, K., & Brindley, S. (2007). Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: commitment, constraints, caution, and change. *Journal of Curriculum Studies* <http://doi.org/10.1080/0022027032000276961>
- Hill, J.E. & Uribe-Florez, L. (2020). Understanding secondary school teachers' TPACK and technology implementation in mathematics classrooms. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 3(1), 1-13.

- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193(3), 13–19. <http://doi.org/10.1177/002205741319300303>
- Liang, X., & Luo, J. (2016). Micro-lesson Design: A Typical Learning Activity to Develop Pre-service Mathematics Teachers' TPACK Framework. In *Proceedings - 2015 International Conference of Educational Innovation Through Technology, EITT 2015 (Vol.2, pp. 259–263)*. <https://doi.org/10.1109/EITT.2015.61>
- Lin, T., Tsai, C., Chai, C. S., & Lee, M. (2013). Identifying Science Teachers' Perceptions of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). *J Sci Educ Technol*, 22, 325–336. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9396-6>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2015). *Strategic Use of Technology in Teaching and Learning Mathematics*. Reston, VA. Retrieved from <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Strategic-Use-of-Technology-in-Teaching-and-Learning-Mathematics/>
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523. <http://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Patahuddin, S. M., Lowrie, T., & Dalgarno, B. (2016). Analysing mathematics teachers' TPACK through observation of practice. *Asia-Pacific Education Researcher*, 25(5–6), 863–872. <http://doi.org/10.1007/s40299-016-0305-2>