

# Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Guru pada Pembelajaran Matematika Siswa Sekolah Menengah Atas

Vanya Aridanthy <sup>1\*</sup>, Al Jupri <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\* [vanyaaridanthy@upi.edu](mailto:vanyaaridanthy@upi.edu)

## Abstract

The rapid development of technology and science in the 21st century requires individuals to adapt to emerging challenges. As a result, individuals must have 21st century skills to be able to deal with various problems and difficulties that arise. However, in Indonesia, the application of mathematics learning approaches and models is still largely dominated by a scientific approach combined with direct teaching, even though the government through the Ministry of Education has instructed to implement learning models that are constructive, interesting and innovative, such as discovery learning, problem-based learning, and project-based learning. To implement interesting and innovative learning in trigonometry material, knowledge of technology, pedagogy and content (TPACK) is one of the important factors that teachers must master. The purpose of this article is to report the use of a technology-based learning approach to develop mathematics teachers' TPACK competencies and the transformation of their knowledge in integrating technology into mathematics teaching practices. The research method used is descriptive qualitative to explain the concepts of TPACK analysis in learning. The results of this study illustrate that TPACK competencies can be specifically considered a core attribute for future mathematics teachers, because learning models using technological tools can help students develop mathematical understanding and influence the practice of mathematics teaching methods for teachers. In addition, mathematics teachers' TPACK competencies can have a direct impact on student learning in mathematics lessons. This shows that a technology-based learning approach can play an effective role in preparing and improving TPACK competencies for mathematics teachers.

**Keywords:** *TPACK, Pembelajaran Matematika, Guru, Siswa, SMA*

## Pendahuluan

Perkembangan pesat teknologi dan ilmu pengetahuan di abad ke-21 menuntut individu untuk beradaptasi dengan tantangan yang muncul, seperti masalah dan kesulitan. Akibatnya, individu harus memiliki keterampilan abad ke-21 agar dapat menghadapi berbagai masalah dan kesulitan yang timbul. Keterampilan abad ke-21 mencakup domain kognitif, intrapersonal, dan interpersonal (Goos et al., 2023). Secara khusus, domain interpersonal meliputi kolaborasi dan kerja tim, kepemimpinan, keterampilan sosial dan antarbudaya, serta tanggung jawab, sedangkan domain intrapersonal mencakup pengaturan diri, adaptasi dan fleksibilitas, emosi, serta keterbukaan intelektual. Selain itu, beberapa literatur juga menyebutkan bahwa literasi teknologi adalah keterampilan yang harus dikuasai individu di abad ke-21 (Hasse, 2017). Semua keterampilan abad ke-21 dapat dihasilkan dan dikembangkan melalui berbagai lingkungan pembelajaran, terutama pembelajaran matematika. Siswa sebagai salah satu bagian individu juga

<https://doi.org/10.30605/jsqp.7.1.2024.3878>

harus memiliki keterampilan abad ke-21, di mana pembelajaran matematika merupakan salah satu cara alternatif untuk meningkatkan dan mengembangkan keterampilan tersebut. Secara tidak langsung, keterampilan ini dapat dikenal melalui pencapaian matematika siswa dalam perspektif domain kognitif dan intrapersonal. Sementara itu, proses pembelajaran matematika dapat memfasilitasi pengembangan atau peningkatan keterampilan ini dalam perspektif domain interpersonal. Sementara itu, proses pembelajaran matematika dapat memfasilitasi pengembangan atau peningkatan keterampilan ini dari perspektif domain interpersonal. Salah satu materi matematika yang dapat diaplikasikan yaitu dalam materi trigonometri. Materi matematika yang disebut trigonometri membahas hubungan antara sisi dan sudut segitiga. Beberapa disiplin ilmu bergantung pada trigonometri untuk menyelesaikan masalah (Ilyas et al., 2022). Definisi-definisi konsep dan ide baru menggunakan trigonometri, yang juga sering digunakan dalam penjelasan matematis. Siswa menganggap trigonometri sebagai salah satu materi yang paling sulit. Ini sesuai dengan temuan survei: 60% siswa mengatakan matematika lebih sulit atau rumit untuk dipahami dibandingkan dengan mata pelajaran lainnya, dan 48% siswa mengatakan bahwa mengingat rumus, terutama yang berkaitan dengan aljabar, trigonometri, dan kalkulus, masih penting (Melaibari et al, 2023).

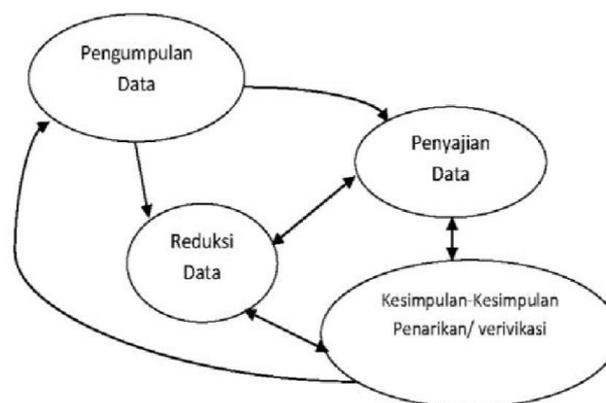
Kesulitan siswa dalam belajar trigonometri harus diatasi dengan mencari solusinya. Berbagai pendekatan pembelajaran, seperti pendidikan matematika realistik, pendidikan STEM, konstruktivisme, metode terbuka, induktif-deduktif, pemecahan masalah, dan pendekatan ilmiah telah diterapkan dalam pendidikan matematika (misalnya, Ampadu et al, 2018; Chau et al, 2023; Fatah et al., 2016). Selain itu, banyak model pembelajaran, seperti pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis proyek, dan pembelajaran penemuan, pembelajaran kooperatif, pengajaran kontekstual, pembelajaran inkuiri, dan pengajaran langsung juga telah diterapkan dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam pelajaran aljabar (Alenezi, 2023; Asomah et al., 2023; In'am et al, 2017). Namun, dalam konteks Indonesia, penerapan pendekatan dan model pembelajaran matematika sebagian besar masih didominasi oleh pendekatan ilmiah yang dikombinasikan dengan pengajaran langsung, meskipun pemerintah melalui kementerian pendidikan telah menginstruksikan untuk menerapkan model pembelajaran yang konstruktif, menarik, dan inovatif, seperti pembelajaran penemuan, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran berbasis proyek.

Menerapkan pembelajaran yang menarik dan inovatif dalam materi trigonometri, pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten (TPACK) merupakan salah satu faktor penting yang harus dikuasai oleh guru. Guru yang memiliki tingkat TPACK yang tinggi dapat dengan mudah memilih teknologi pembelajaran yang cocok yang efektif untuk mengajar pelajaran trigonometri. Selain itu, mereka yang memiliki tingkat TPACK yang tinggi dapat menyesuaikan antara metode pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran trigonometri dan konten trigonometri tertentu yang diajarkan kepada siswa. Mereka yang memiliki tingkat TPACK yang tinggi juga dapat menyajikan dan menjelaskan konten matematika, khususnya topik trigonometri, sehingga mudah dipahami oleh siswa (Kleickmann et al., 2015). Oleh karena itu, TPACK dapat menjadi bagian penting bagi guru matematika dalam mengajarkan konten matematika, khususnya topik trigonometri.

## Metode

Metode penelitian kualitatif deskriptif yang digunakan untuk menjelaskan konsep analisis TPACK dalam pendidikan. Penelitian deskriptif, metode penelitian yang didasarkan pada filosofi post-positivisme, sering digunakan untuk menyelidiki kondisi alamiah yang objektif. Peneliti menggunakan alat utamanya untuk melakukannya (Siswono et al., 2020). Studi ini merupakan survei mengenai TPACK guru matematika khususnya guru yang mengajar topik trigonometri dalam sebuah sekolah menengah atas swasta dalam topik perbandingan trigonometri serta sudut istimewa. Berdasarkan hasil observasi, observer dapat memberikan analisis mengenai TK, PK, CK, TPK, TCK, PCK, dan TPACK guru yang mengajar di kelas tersebut. Fenomena yang terjadi selama pembelajaran di SMAS PAGII 1 Bandung dipelajari untuk mengumpulkan data penelitian ini. Random sampling adalah metode pengambilan sample ini, dan metode mengamati adalah bagian penting dari tradisi penelitian kualitatif karena melalui kegiatan observasi diketahui berbagai peristiwa, keadaan, dan tindakan yang membentuk pola di masyarakat dari waktu ke waktu (Thompson, 2020).

Observasi pembelajaran langsung di kelas adalah tujuan dari survei yang dilakukan peneliti. Hasil observasi kemudian digunakan sebagai sumber data untuk mengharapkan kemajuan positif dalam proses belajar mengajar di sekolah.



Gambar 1. Metode Kualitatif Deskriptif

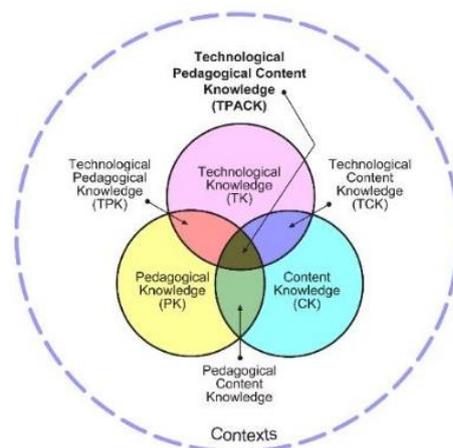
## Hasil

### ***Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)***

Pada awal perkembangannya, guru hanya perlu memahami mata pelajaran dan pengajaran, tetapi sekarang mereka juga harus mengikuti perkembangan teknologi. Akibatnya, bahan, instruksi, dan teknologi harus terintegrasi (Rakes et al., 2023). Pembelajaran kreatif di negara maju mencakup integrasi teknologi, pedagogi, dan konten dalam perangkat pembelajaran berbasis teknologi, pedagogi, dan pengetahuan konten (TPACK). Integrasi teknologi, bahan, dan pedagogi (TPACK) adalah ketika teknologi, bahan, dan pedagogi bekerja sama untuk membuat pembelajaran berbasis ICT.

TPACK, juga dikenal sebagai pengetahuan teknologi, konten, dan pedagogi, adalah kerangka konseptual yang bekerja sama dan mengintegrasikan teknologi dalam kegiatan belajar (Wang et al., 2022). Kerangka tersebut didasarkan pada kebutuhan profesional guru yang integratif: (a) keterampilan pedagogis seperti pemahaman siswa, penguasaan kelas, perencanaan, dan hasil belajar. (b) Pengetahuan isi, juga dikenal sebagai pengetahuan bahan ajar, yaitu kemampuan untuk memahami dan menyampaikan materi pelajaran secara menyeluruh.

*Teknologi Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)* adalah pandangan guru tentang cara menggunakan teknologi dan pendekatan pedagogis untuk mendampingi pembelajaran siswa dalam mata pelajaran tertentu (Yeung et al, 2023). Kerangka teori pengetahuan konten teknologi (TCK) harus dipahami oleh kandidat guru. TCK berkaitan dengan inovasi teknologi dalam pembelajaran dan profesionalisme guru. Ini diperlukan untuk mendukung pembelajaran melalui pendampingan teknologi. Upaya untuk meningkatkan profesionalisme mereka dan mempersiapkan diri menghadapi tantangan di seluruh dunia, calon guru harus memahami kompetensi guru.



Gambar 2. Konsep TPACK

Gambar 2 menunjukkan konsep Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) pertama kali dipublikasikan pada tahun 2003 di sebuah jurnal pendidikan. Pada tahun 2005, konsep ini mulai menjadi subjek perdebatan yang luas. Pada awalnya disingkat TPCK, tetapi sekarang disingkat menjadi TPACK agar lebih mudah diucapkan (Yurinda et al, 2022). Sebaliknya, semua aspek kehidupan, termasuk pendidikan, sekarang memiliki akses ke teknologi komunikasi dan informasi (Wahyuni, 2019). *Pedagogical Knowledge*, atau PK, memungkinkan guru memahami pengetahuan tertentu yang akan diajarkan. Pengetahuan ini berasal dari penggabungan konten atau materi serta pedagogi ke dalam gagasan tentang bagaimana topik, masalah, atau masalah tertentu disusun, dipresentasikan, dan disesuaikan sesuai dengan kemampuan dan minat siswa. *Pedagogical Knowledge* atau pengetahuan pedagogis menggambarkan tujuan umum untuk pengetahuan (Armiyati et al, 2022). Keterampilan yang diperlukan oleh guru untuk mengelola dan menata kelas dan memenuhi tujuan pembelajaran dikenal sebagai kemampuan mengajar. Beberapa keterampilan yang diperlukan termasuk pengetahuan tentang kegiatan pengelolaan kelas, desain pembelajaran, peran motivasi siswa, dan evaluasi pembelajaran. pengetahuan tentang berbagai pendekatan pengajaran untuk memahami kondusifitas kegiatan kelas (Zaeni et al, 2021; Rahayu et al, 2022).

Konten (pengetahuan konten) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan keahlian, kekhususan, atau disiplin ilmu tertentu. Pengetahuan konten berbeda untuk setiap jenjang, seperti sekolah dasar dan sekolah menengah, dan guru harus menguasai keterampilan ini. Pengetahuan isi juga penting karena menentukan cara berpikir yang berbeda dari setiap bidang studi. Pengetahuan isi adalah pengetahuan tentang mata pelajaran yang akan diajarkan kepada siswa (Susilawati et al, 2022). Penelitian tentang pengetahuan konten pedagogis teknologi (TPACK) dan pengetahuan konten pedagogis (PCK) sangat penting untuk meningkatkan kemampuan guru dan calon guru di era digital saat ini.

### **Observasi Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)**

Pengajaran pembelajaran pada topik trigonometri dilakukan oleh Ibu V.J. dan diikuti oleh 33 siswa kelas sepuluh dari sekolah menengah atas swasta di Bandung, sebuah Kota di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Pelaksanaan pembelajaran aljabar pada topik ini seharusnya dilakukan selama dua jam pelajaran (80 menit), namun karena terhalang shalat zuhur maka pembelajaran menjadi 60 menit yang dimulai pukul 10.40 hingga 11.40 pada tanggal 8 Mei 2024.



*Gambar 3. Pelaksanaan Pembelajaran Trigonometri di Sekolah Menengah Atas Swasta*

Secara umum, proses pembelajaran trigonometri pada topik hari ini yaitu pengerjaan latihan soal dari topik sudut berelasi, identitas trigonometri, dan perbandingan trigonometri. Proses dimulai dengan guru mempersiapkan siswa untuk mengerjakan soal-soal topik trigonometri, di mana dia menginstruksikan mereka untuk menyiapkan bahan pembelajaran, seperti buku matematika, buku catatan, serta handphone untuk mengerjakan soal secara online. Kemudian, dia melakukan apersepsi pembelajaran dengan mengingat materi sebelumnya tentang trigonometri yang telah diajarkan. Lalu, guru mencoba bertanya kembali ke siswa seperti berikut.

1. Sudut berapa sajakah yang termasuk sudut Istimewa?
2. Perbandingan sisi depan sudut dengan sisi miring sudut disebut

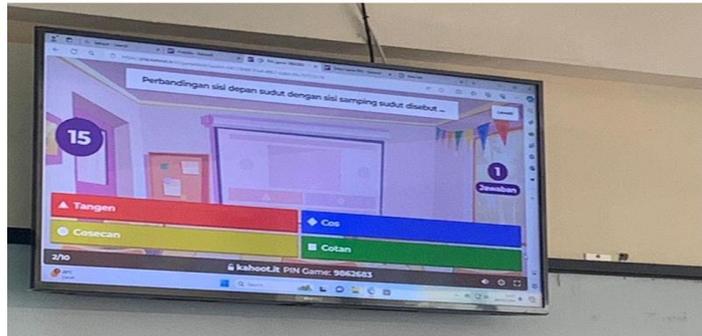
Dari pertanyaan guru tersebut, para siswa kebanyakan sudah menjawab dengan lantang pertanyaan guru. Setelah itu, guru juga memberikan argumen penjas dari jawaban siswa tersebut dengan menjelaskan sudut berapa saja yang masuk ke dalam sudut istimewa. Setelah siswa dirasa sudah mengingat kembali materi yang diajarkan oleh guru sebelumnya, selanjutnya guru meminta siswa untuk mengeluarkan handphone dan memasukkan kode ke dalam aplikasi Kahoot untuk menyelesaikan soal melalui handphone seperti Gambar 4.



*Gambar 4. Para siswa memasukkan pin Kahoot untuk pengerjaan soal via handphone*

Setelah siswa memasukkan pin kahoot, soal-soal akan muncul yang harus dikerjakan oleh siswa. Mereka diminta untuk menjawab soal-soal dalam aplikasi tersebut dengan memilih salah

satu dari empat jawaban yang tersedia dalam waktu 30 detik untuk setiap soal. Salah satu soal yang diberikan oleh guru yaitu mengenai perbandingan sisi seperti gambar 5 berikut.



Gambar 5. Para siswa mencari jawaban soal dalam aplikasi Kahoot

Dalam gambar tersebut, guru meminta siswa untuk menjawab soal mengenai “Perbandingan sisi depan sudut dengan sisi samping sudut disebut...” dengan empat pilihan jawaban yaitu *Tangen*, *Cosecan*, *Cos*, dan *Cotan*. Dalam waktu 30 detik, siswa diminta untuk menekan salah satu jawaban yang dirasa benar melalui handphone masing-masing. Lalu setelah menekan jawaban, akan muncul jawaban yang benar serta banyaknya siswa dalam menjawab soal secara keseluruhan. Berikutnya, guru mengatur siswa untuk duduk dalam kelompok yang terdiri dari empat orang dengan memilih anggota yang duduk di dekatnya. Guru menyuruh siswa duduk berdekatan dalam kelompok mereka dan menjelaskan bahwa soal-soal selanjutnya akan dikerjakan secara berkelompok tetapi ditampilkan dan di submit secara pribadi di ponsel masing-masing siswa. Soal yang diberikan sebanyak 14 butir. Soal yang diberikan oleh guru dalam tugas kelompok merupakan topik yang sama dengan yang diujikan di dalam kuis perseorangan. Di setiap kelompok, siswa secara bersama-sama mendiskusikan cara menyelesaikan masalah namun guru tidak berkeliling setiap kelompok untuk membimbing mereka jika mereka terjebak atau menemui kesulitan. Penyelesaian soal dalam kelompok terhenti dikarenakan waktu pembelajaran dikelas telah habis. Lalu guru meminta siswa menyelesaikan soal tersebut di rumah dan mensubmitnya.

## Pembahasan

### *Technological Knowledge (TK)*

Komponen pertama yang diamati yaitu *Technological Knowledge (TK)*. Pada komponen pertama ini, guru di kelas menggunakan dua jenis aplikasi untuk menunjang pembelajaran materi trigonometri yaitu Kahoot dan Quizizz. "Kahoots", adalah kuis pilihan ganda yang dibuat oleh pengguna yang dapat diakses melalui penjelajah web atau aplikasi Kahoot. Quizizz sendiri adalah sebuah platform berbasis web dan aplikasi yang memungkinkan guru dan siswa untuk membuat, berbagi, dan berpartisipasi dalam kuis interaktif secara real-time atau sebagai tugas individu.

Pada tahap ini guru telah menggunakan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan belajar siswa dengan memanfaatkan berbagai platform dan alat pembelajaran digital yang dirancang untuk mendukung variasi gaya belajar siswa dan memberikan pengalaman belajar yang efektif, serta masing-masing siswa membawa handphone. Siswa dapat berpartisipasi dalam kuis langsung di kelas atau menyelesaikan tugas di waktu mereka sendiri, memberikan fleksibilitas dalam pembelajaran. Guru dapat membuat berbagai jenis pertanyaan yang mencakup pilihan ganda, isian singkat, atau soal yang membutuhkan pemikiran kritis dan analisis.

### ***Pedagogical Knowledge (PK)***

Komponen kedua yaitu *Pedagogical Knowledge* (PK). Pada komponen kedua ini, guru cenderung lebih memprioritaskan pengajaran yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa untuk memastikan setiap individu dapat mengikuti materi pelajaran dengan baik. Namun, dalam prosesnya, mereka sering kali kurang memanfaatkan berbagai strategi pembelajaran yang beragam. Pada tahap ini guru dengan cermat memilih metode dan materi yang cocok untuk berbagai gaya belajar, tingkat pemahaman, dan minat siswa. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap siswa mendapatkan pengalaman belajar yang efektif dan menarik. Dengan menyesuaikan pengajaran untuk memenuhi kebutuhan individual, guru dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu mereka memahami materi dengan lebih baik. Penggunaan media yang tepat juga menciptakan lingkungan belajar yang dinamis dan menyenangkan, mendorong siswa untuk lebih aktif berpartisipasi dan merasa lebih termotivasi dalam proses belajar.

Guru juga mampu menguasai dan mengelola kelas dengan baik dengan menunjukkan kemampuan dalam mempertahankan disiplin, memfasilitasi diskusi yang produktif, serta memberikan instruksi yang jelas dan terarah sesuai dengan kebutuhan belajar siswa. Guru yang sudah mampu menguasai dan mengelola kelas dengan baik memiliki keterampilan yang luar biasa dalam mempertahankan disiplin, memfasilitasi diskusi yang produktif, dan memberikan instruksi yang jelas serta terarah sesuai dengan kebutuhan belajar siswa. Guru mampu menjaga keteraturan dan fokus di dalam kelas, sehingga siswa dapat berkonsentrasi sepenuhnya pada pembelajaran. Guru juga melakukan evaluasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dengan pertama-tama menanyakan pandangan siswa mengenai jawaban mereka, kemudian membahasnya di depan kelas. Namun, disayangkan bahwa proses refleksi ini tidak dilakukan secara menyeluruh.

### ***Content Knowledge (CK)***

Komponen ketiga yaitu *Content Knowledge* (CK). Pada komponen ketiga ini, guru menunjukkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep matematika yang diajarkan, terutama dalam topik trigonometri seperti perbandingan trigonometri dan sudut istimewa. Hal ini tercermin dari kemampuannya dalam menjelaskan materi secara jelas, memberikan contoh yang relevan, dan merespons pertanyaan siswa dengan tepat dan komprehensif. Guru juga menjelaskan konsep-konsep matematika secara jelas dan akurat. Namun disisi lain, guru belum menyatukan ide-ide dari materi lain yang akan diajarkan kepada murid-muridnya. Guru hanya fokus menjelaskan soal-soal matematika tanpa mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari atau disiplin ilmu lainnya. Lalu guru belum memanfaatkan contoh-contoh yang relevan dari kehidupan nyata atau situasi dunia nyata untuk menjelaskan konsep-konsep matematika. Mereka hanya fokus menjelaskan soal-soal yang terkait dengan matematika tanpa memberikan ilustrasi dari situasi dunia nyata.

### ***Technological Pedagogical Knowledge (TPK)***

Komponen keempat yaitu *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK). Pada komponen keempat ini, guru telah menggunakan teknologi yang sesuai dengan pendekatan, model, dan metode pembelajaran yang digunakan untuk meningkatkan efektivitas pengajaran dan keterlibatan siswa. Dengan memilih dan mengintegrasikan alat dan platform teknologi seperti *Quizizz* dan *Kahoot*, guru dapat mendukung strategi pembelajaran yang diterapkan dalam kelas secara lebih efektif. Guru juga menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi dalam

pelaksanaan pembelajaran. Guru memanfaatkan berbagai alat dan platform digital untuk memperkaya pengalaman belajar siswa dan meningkatkan efektivitas penyampaian materi pembelajaran. Disisi lain, guru memanfaatkan teknologi untuk pembelajaran matematika dengan cermat, disesuaikan dengan karakteristik peserta didik untuk memastikan efektivitas dan keterlibatan yang optimal. Dengan menggunakan berbagai aplikasi, guru dapat mengakomodasi tingkat pemahaman, gaya belajar, dan minat siswa yang beragam. Misalnya, dalam sebuah kelas yang terdiri dari siswa dengan berbagai tingkat pemahaman, Quizizz memungkinkan guru untuk membuat kuis dengan berbagai tingkat kesulitan, sehingga setiap siswa dapat belajar sesuai dengan kemampuan mereka. Platform ini juga memberikan umpan balik instan yang membantu siswa memahami kesalahan mereka dan memperbaiki pemahaman mereka secara real-time.

### ***Technological Content Knowledge (TCK)***

Komponen kelima yaitu *Technological Content Knowledge (TCK)*. Pada komponen kelima ini, teknologi yang digunakan dalam pengajaran matematika, direncanakan secara cermat untuk mendukung pemahaman konsep-konsep yang sedang dipelajari. Penggunaan Quizizz, misalnya, memungkinkan guru untuk membuat kuis yang interaktif dan adaptif sesuai dengan topik matematika tertentu. Hal ini membantu mereka memahami kesalahan dan memperbaiki pemahaman mereka terhadap konsep-konsep yang sulit. Kahoot, di sisi lain, menawarkan elemen gamifikasi yang membuat pembelajaran lebih menarik dan kompetitif. Melalui permainan kuis yang menyenangkan, siswa didorong untuk berpartisipasi aktif dan berlomba mencapai skor tertinggi, yang secara tidak langsung meningkatkan minat dan motivasi mereka dalam belajar matematika.

### ***Pedagogical Content Knowledge (PCK)***

Komponen keenam yaitu *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*. Pada komponen keenam ini, guru mengidentifikasi kesulitan yang mungkin dihadapi siswa dalam memahami konsep matematika dan memberikan dukungan yang sesuai. Mereka secara aktif memantau kemajuan individu siswa, merespons pertanyaan, dan memberikan bantuan tambahan atau penjelasan yang diperlukan untuk memastikan bahwa setiap siswa dapat mengatasi hambatan-hambatan tersebut dan mencapai pemahaman yang mendalam. Guru belum tampak melakukan penilaian komprehensif yang mencakup aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif sesuai dengan materi matematika yang diajarkan. Hal ini terjadi karena proses pembelajaran terhenti saat siswa-siswa berkelompok melakukan kuis atau latihan soal. Namun, ketika siswa mengikuti kuis secara mandiri, siswa yang mencapai peringkat tertinggi mendapat penghargaan atau hadiah dari guru.

### ***Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)***

Komponen terakhir yaitu *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*. Pada komponen ketujuh ini, guru memadukan pengetahuan matematika, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan teknologi yang dimilikinya secara efektif dalam mewujudkan pembelajaran. Mereka mengintegrasikan pemahaman akan materi matematika dengan strategi pengajaran yang tepat serta memanfaatkan teknologi dengan bijak untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang berarti dan relevan bagi siswa. Guru juga memilih strategi pembelajaran dan teknologi yang sesuai dengan materi matematika yang digunakan dalam pembelajaran serta guru menerapkan strategi pembelajaran dan teknologi yang sesuai dengan materi matematika pada pembelajaran.

## Kesimpulan

Artikel ini membahas metode pembelajaran berbasis teknologi yang digunakan untuk meningkatkan kompetensi TPACK guru matematika dan transformasi pengetahuan mereka tentang penerapan teknologi dalam pengajaran matematika. Hasil studi kasus ini menunjukkan bahwa, untuk memenuhi kebutuhan guru matematika berkualitas tinggi, kompetensi TPACK dapat dianggap sebagai fitur penting bagi guru matematika masa depan. Ini karena penggunaan alat teknologi dapat membantu siswa memahami matematika dan mempengaruhi cara guru mengajar matematika. Studi ini juga menunjukkan bahwa persiapan dan peningkatan keterampilan TPACK guru matematika dapat berdampak langsung pada bagaimana siswa belajar matematika. Kesimpulannya adalah bahwa pendekatan pembelajaran berbasis teknologi dapat berperan efektif dalam mempersiapkan dan meningkatkan kompetensi TPACK guru.

## Acknowledgment

-

## References

- Alenezi, A. (2023). Using project-based learning through the madrasati platform for mathematics teaching in secondary schools. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.4018/IJICTE.332372>
- Ampadu, E., & Danso, A. (2018). Constructivism in mathematics classrooms: Listening to Ghanaian teachers' and students' views. *Africa Education Review*, 15(3), 49–71. <https://doi.org/10.1080/18146627.2017.1340808>
- Armiyati, L., & Fachrurozi, M. H. (2022). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) calon guru di Tasikmalaya. *JIPSINDO (Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia)*, 9(2), 164–176. <http://dx.doi.org/10.21831/jipsindo.v9i2.52050>
- Asomah, R. K., Agyei, D. D., Ntow, F. D., & Benning, I. (2023). Hypothetical approach to the teaching of trigonometric concepts using cooperative learning. *Education Research International*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1155/2023/2051776>
- Chau Nguyen, G. T., & Hai Pham, C. T. (2023). An empirical study of factors influencing primary school teachers' long-term commitment to Realistic Mathematics Journal on Mathematics Education, 14(1), 1–18. <https://doi.org/10.22342/JME.V14I1.PP1-18>
- Fatah, A., Suryadi, D., Sabandar, J., & Turmudi. (2016). Open-ended approach: An effort in cultivating students' mathematical creative thinking ability and self-esteem in mathematics. *Journal on Mathematics Education*, 7(1), 9–18. <https://doi.org/10.22342/jme.7.1.2813.9-18>
- Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM - Mathematics Education*, 55(7), 1199–1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
- Hasse, C. (2017). Technological literacy for teachers. *Oxford Review of Education*, 43(3), 365–378. <https://doi.org/10.1080/03054985.2017.1305057>
- Ilyas, M., Meiyani, E., Ma'rufi, M., & Kaewhanam, P. (2022). Improving students' ability in learning mathematics by using the science, technology, engineering, and mathematics

- (STEM) approach. *Frontiers in Education*, 7(October), 1–12. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.966687>
- In'am, A., & Hajar, S. (2017). Learning geometry through discovery learning using a scientific approach. *International Journal of Instruction*, 10(1), 55–70. <https://doi.org/10.12973/iji.2017.1014a>
- Kleickmann, T., Richter, D., Kunter, M., Elsner, J., Besser, M., Krauss, S., Cheo, M., & Baumert, J. (2015). Content knowledge and pedagogical content knowledge in Taiwanese and German mathematics teachers. *Teaching and Teacher Education*, 46, 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.11.004>
- Melaibari, S. O. M., & Ismail, N. (2023). The effect of realistic mathematics education on undergraduate freshmen students' mathematical competencies. *Applied Mathematics and Information Sciences*, 17(1), 55–66. <https://doi.org/10.18576/amis/170108>
- Rahayu, D. V., Muhtadi, D., & Ridwan, I. M. (2022). Pedagogical content knowledge guru dalam pembelajaran matematika daring. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 281-292. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i2.720>
- Rakes, C. R., Wesneski, A., & Laws, R. (2023). Building mathematics learning through inquiry using student-generated data: Lessons learned from plan-do study-act cycles. *Education Sciences*, 13(9), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci13090919>
- Siswono, T. Y. E., Hartono, S., & Kohar, A. W. (2020). Deductive or inductive? prospective teachers' preference of proof method on an intermediate proof task. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 417–438. <https://doi.org/10.22342/jme.11.3.11846.417-438>
- Susilawati, W., Widiastuti, T., & Abdullah, R. (2022). Pelatihan desain technological pedagogical, content knowledge pembelajaran matematis menuju pendidik profesional. *Wikrama Parahita: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 98-106. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v6i1.3804>
- Thompson, P. W. (2020). Constructivism in mathematics education. *Encyclopedia of Mathematics Education*, 14(1983), 127–134.
- Wahyuni, F. T. (2019). Hubungan antara Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) dengan Technology Integration Self Efficacy (TISE) Guru Matematika di Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 2(2), 109-122. <http://dx.doi.org/10.21043/jpm.v2i2.6358>
- Wang, G., Kang, Y., Li, F., Zhen, Y., Chen, X., & Huang, H. (2022). An evidence-based study on the current status of Chinese secondary school mathematics teachers' autonomous learning capacity across demographic and contextual factors. *Frontiers in Psychology*, 13(October), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1042838>
- Yeung, W. L., & Ng, O. L. (2023). Characterizing touchscreen actions in technology enhanced embodied learning for mathematics instruction in K-12 setting – A systematic review (2010–2023). *Computers and Education*, 124, 104881. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104881>
- Yurinda, B., & Widyasari, N. (2022). Analisis technological pedagogical content knowledge (TPACK) guru profesional dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 8(1), 47-60. <https://doi.org/10.24853/fbc.8.1.47-60>
- Zaeni, A., Rahayu, W., & Makmuri, M. (2021). Pengembangan instrumen self assessment technological pedagogical content knowledge (tpack) calon guru matematika berbasis hots. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 6(1), 59-68. <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v6i1.4960>