



# Inovasi pembelajaran era digital: integrasi TPACK dan deep learning dalam rancangan instruksional mahasiswa calon guru matematika

Dona Fitriawan<sup>1</sup> | Nurfadilah Siregar<sup>2</sup> | Endar Sulistyowati<sup>3</sup>

**How to cite** : Fitriawan, D., Siregar, N., & Sulistyowati, E. (2025). Inovasi pembelajaran era digital: Integrasi TPACK dan deep learning dalam rancangan instruksional mahasiswa calon guru matematika. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 5(2),333-349. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i2.20416>

To link to this article : <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i2.20416>



©2025. The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC BY-SA) 4.0 license.



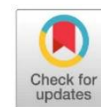
Published Online on 15 Desember 2025



[Submit your paper to this journal](#)



[View Crossmark data](#)



## Inovasi pembelajaran era digital: integrasi TPACK dan deep learning dalam rancangan instruksional mahasiswa calon guru matematika

Dona Fitriawan<sup>1\*</sup>, Nurfadilah Siregar<sup>2</sup>, Endar Sulistyowati<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124, Indonesia

<sup>3</sup> Pendidikan Ekonomi, Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Kumala Metro, Lampung, 34121, Indonesia

\*Corresponding author. Jl. Prof. Dr. H. JI. Profesor Dokter H. Hadari Nawawi, Kota Pontianak, Kalimantan Barat 78124.

E-mail: [donafitriawan@fkip.untan.ac.id](mailto:donafitriawan@fkip.untan.ac.id)<sup>1\*)</sup>  
[nurfadilah.siregar@fkip.untan.ac.id](mailto:nurfadilah.siregar@fkip.untan.ac.id)<sup>2)</sup>  
[endar.sulistyowati@kumala.ac.id](mailto:endar.sulistyowati@kumala.ac.id)<sup>3)</sup>

Received: 22 Mei 2025

Accepted: 9 Desember 2025

Published Online: 15 Desember 2025

### Abstract

*This study aims to analyze the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) competencies of prospective mathematics educator students in designing technology-based and deep learning in the digital era in microteaching courses. TPACK competencies are an important foundation in preparing 21st-century educators who are able to integrate content, pedagogy, and technology in a balanced manner. The research method used a quantitative and qualitative descriptive approach, with a case study of 80 sixth-semester students of the Mathematics Education Study Program. The instruments used included a Likert-scale TPACK questionnaire, a rubric for analyzing teaching devices and videos, and in-depth interview guidelines. The results showed a significant increase in TPACK competencies after the implementation of microteaching, particularly in the aspects of TK, PK, and deep learning integration. These findings indicate the importance of increasing TPACK-based integrative training in the microteaching curriculum, as well as the need for reflective mentoring to foster learning that is adaptive to the demands of the digital era.*

**Keywords:** Deep Learning; Educational Technology, TPACK; 21st Century Learning; Micro Teaching

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kompetensi TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) mahasiswa calon pendidik matematika dalam merancang pembelajaran berbasis teknologi dan deep learning di era digital pada mata kuliah micro teaching. Kompetensi TPACK menjadi fondasi penting dalam menyiapkan pendidik abad ke-21 yang mampu mengintegrasikan konten, pedagogi, dan teknologi secara seimbang. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif, dengan studi kasus pada 80 mahasiswa semester 6 Program Studi Pendidikan Matematika. Instrumen yang digunakan meliputi angket TPACK berskala Likert, rubrik analisis perangkat dan video pengajaran, serta pedoman wawancara mendalam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan signifikan pada kompetensi TPACK setelah pelaksanaan micro teaching, khususnya pada aspek TK, PK, dan integrasi deep learning. Temuan ini menunjukkan pentingnya peningkatan pelatihan integratif berbasis TPACK dalam kurikulum micro teaching, serta perlunya pendampingan reflektif untuk menumbuhkan pembelajaran yang adaptif terhadap tuntutan era digital.

**Kata kunci:** ; Deep Learning, Micro Teaching, TPACK; Pembelajaran Abad 21; Teknologi Pendidikan;



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) Internasional License.

## Pendahuluan

Keterampilan Abad 21 mencakup sejumlah kemampuan yang perlu dimiliki seseorang agar dapat bertahan, belajar, bekerja, dan memberikan kontribusi secara efisien di dunia saat ini yang dipenuhi oleh perubahan, kerumitan, dan perkembangan teknologi. Penekanannya tidak hanya pada pencapaian akademis, tetapi juga pada kemampuan berpikir, bekerja sama, pemanfaatan teknologi, serta sikap dan pemahaman baru (Gurmu et al., 2024; Hidayat et al., 2020). Tiga landasan keterampilan abad 21 menurut Safarati, (2021); adalah: 1) keterampilan berpikir dan inovasi yang berfokus pada: a) berpikir kritis yang mencakup kemampuan untuk berpikir secara logis, menganalisis, dan menyelesaikan masalah yang rumit; b) kreativitas yang berhubungan dengan kemampuan untuk menciptakan, mencari solusi, dan berinovasi; c) kolaborasi yang menunjukkan kemampuan untuk bekerja dalam tim, bertukar ide, dan menyelesaikan perbedaan; d) komunikasi yang berkaitan dengan menyampaikan gagasan dengan baik melalui berbagai platform dan jenis komunikasi; 2) keterampilan literasi digital yang mencakup: a) literasi informasi yang berarti mampu mengakses, menilai, dan menggunakan informasi secara bijaksana; b) literasi media yakni pemahaman tentang cara kerja media serta pengaruhnya terhadap individu dan masyarakat; c) literasi teknologi yang mencakup kemampuan untuk menggunakan teknologi dengan cara yang efektif, aman, dan etis; 3) keterampilan hidup dan karakter dengan penekanan pada: a) fleksibilitas dan adaptasi siap menghadapi perubahan serta bisa menyesuaikan diri dalam berbagai keadaan; b) inisiatif dan pengelolaan diri yang menunjukkan kemampuan untuk bekerja dan belajar secara mandiri serta bertanggung jawab; c) produktivitas dan akuntabilitas yang berarti bekerja dengan efisien dan bertanggung jawab terhadap hasil yang dicapai; d) kepemimpinan dan tanggung jawab sosial yang meliputi kemampuan untuk memimpin dan memberikan kontribusi posisi kepada masyarakat.

Pendidikan di abad ke 21 membutuhkan perubahan dalam metode pembelajaran agar tidak sekadar fokus pada penguasaan materi, tetapi juga menciptakan peserta didik yang kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, dan paham teknologi (Ju et al., 2020). Para peserta didik harus memiliki kemampuan berpikir kritis, berkolaborasi, berkomunikasi, dan berinovasi (4C) serta menguasai literasi digital dan memiliki karakter yang baik (Ilmadi et al., 2020). Dalam menghadapi tantangan global serta digitalisasi dalam pendidikan, calon pendidik perlu memiliki keterampilan yang sesuai. Mereka tidak hanya harus menguasai materi dan teknik mengajar tetapi juga dapat menggunakan teknologi dalam proses pendidikan. Oleh karena itu, pendekatan

TPACK menjadi krusial untuk mempersiapkan pendidik masa depan yang berkompeten, adaptif, dan sesuai dengan kebutuhan zaman (Ichsan et al., 2020).

TPACK merupakan akronim dari *Tecnological Pedagogical Content Knowledge*, yang menggambarkan kerangka pengetahuan yang penting bagi pendidik untuk menggabungkan teknologi dengan baik dalam proses pembelajaran, dengan tetap memperhatikan konten, pedagogi, dan teknologi secara seimbang (Chiu et al., 2024; Hidayat et al., 2020). Terdapat tujuh komponen TPACK beserta indikatornya menurut (Rustaman, 2020); yaitu: 1) *content knowledge* (CK) yang mencakup pengetahuan mengenai materi pelajaran seperti menguasai konsep-konsep matematika dan menjelaskan materi berdasarkan standar kurikulum; 2) *pedagogical knowledge* (PK) yang meliputi pengetahuan mengenai metode, strategi, dan teori pembelajaran seperti menentukan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan karakter peserta didik dan mampu mengelola kelas secara efisien; 3) *technological knowledge* (TK) tentang cara menggunakan teknologi dalam pembelajaran termasuk mengopreasikan perangkat digital semisal geogebra, maple, matlab, google classroom dan mengintegrasikan video, aplikasi, atau LMS ke dalam proses belajar; 4) *pedagogical content knowledge* (TCK) yang menjelaskan cara penyampaian konten secara efektif seperti menjelaskan materi matematika dengan strategi yang mudah dimengerti dan mengatasi miskonsepsi peserta didik selama pembelajaran; 5) *technological content knowledge* (TCK) yang menunjukkan bagaimana teknologi dapat membantu dalam menjelaskan konten misalnya menggunakan simulasi atau perangkat lunak untuk merinci konsep sains atau matematika dan memilih aplikasi yang sesuai untuk setiap jenis materi; 6) *teknological pedagogical knowledge* (TPK) terkait bagaimana teknologi mempengaruhi strategi pengajaran misalnya menyesuaikan cara mengajar ketika menggunakan teknologi dan mendesain aktivitas pembelajaran interaktif yang berbasis digital; 7) *technological pedagogical content knowledge* (TPACK) adalah penggabungan menyeluruh dari ketiga unsur yakni pedagogi, teknologi, dan konten yang mencakup merancang pembelajaran secara efektif, inovatif, dan bermakna dengan memanfaatkan teknologi yang sesuai dengan konten dan strategi pembelajaran serta menciptakan perangkat pembelajaran digital berbasis aplikasi interaktif yang relevan dengan topik yang diajarkan.

*Deep Learning* merupakan suatu metode pembelajaran yang fokus pada penguasaan mendalam tentang konsep, bukan sekadar mengingat informasi (Schoenfeld, 2020); (Fetra Bonita Sari, Risda Amini, 2020). Dengan demikian, peserta didik didorong untuk memahami alasan dan cara kerja suatu hal serta menghubungkannya dengan pengalaman nyata dan

penerapan. Dalam dunia pendidikan, menurut (Ghufron, 2020) *deep learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif, sehingga peserta didik dapat mengingat, memahami, dan menerapkan pengetahuan dengan cara yang lebih luas dan relevan. Sedangkan teknologi menurut (Allo et al., 2020) adalah sarana yang sangat mendukung proses *deep learning* karena fungsi teknologi mencakup: 1) media interaktif semisal video, simulasi, AR, VR yang membuat pembelajaran lebih nyata dan menarik; 2) akses ke sumber belajar yang beragam semisal e-book, platform daring, MOOCs, dan aplikasi pendidikan; 3) mengembangkan kemampuan analisis semisal alat analisis data dan kecerdasan buatan yang dapat membantu peserta didik mengevaluasi pemahaman mereka sendiri; 4) menciptakan pembelajaran yang dapat disesuaikan semisal sistem yang menyesuaikan tingkat kesulitan dan materi sesuai dengan kemampuan peserta didik; 5) memperkuat kolaborasi dan komunikasi seperti forum diskusi online, proyek berbasis cloud, serta pembelajaran jarak jauh.

Teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga dapat berperan sebagai pendorong utama dalam mencapai indikator *deep learning*. Berikut adalah hubungan langsungnya menurut Yuniarti & Hartati, (2020) dan Geiger et al., (2023); yaitu: 1) berpikir kritis penggunaan simulasi, video interaktif, dan soal HOTS dalam LMS seperti moodle dan edmodo yang mendorong eksplorasi lebih mendalam; 2) pemahaman konseptual aplikasi seperti geogebra, desmos, dan phet mendukung visualisasi konsep yang abstrak terutama dalam bidang matematika dan sains; 3) keterkaitan antar peta konsep digital contohnya menggunakan mindmeister, goggle yang membantu dalam mengorganisir dan menghubungkan ide-ide; 4) transfer pengetahuan proyek berbasis masalah menggunakan alat seperti padlet, google docs, dan trello mendorong penerapan dalam kehidupan nyata; 5) refleksi dan metakognisi e-portofolio dan jurnal digital seperti google sites, mahara yang memungkinkan mahasiswa untuk mengevaluasi dan mendokumentasikan proses pembelajaran mereka; 6) kolaborasi aktif platform kolaboratif seperti zoom, microsoft teams, google workspace yang memungkinkan diskusi yang berlangsung di berbagai waktu dan tempat.

Sedangkan *micro teaching* atau pengajaran mikro menurut (Kumalasari & Akmal, 2020); (Tatminingsih, 2020) adalah metode pelatihan yang ditujukan untuk membantu mahasiswa calon pengajar dalam mengasah keterampilan pengajar dengan cara yang lebih sederhana di lingkungan kelas. Sasaran dari pengajaran mikro adalah: 1) melatih keterampilan pengajaran dasar dengan fokus yang tajam; 2) menawarkan umpan balik langsung agar mahasiswa dapat merefleksikan dan memperbaiki diri; 3) meningkatkan rasa percaya diri dan kesiapan sebelum

terjun ke praktik mengajar yang sesungguhnya (PPL/ KKN). Ciri-ciri pengajaran mikro meliputi: 1) skala kecil dengan jumlah peserta belajar yang sedikit (biasanya hanya teman seangkatan); 2) durasi singkat dengan setiap sesi berlangsung antara 5 hingga 15 menit; 3) tujuan yang jelas berfokus pada satu atau dua keterampilan pengajaran saja; 4) lingkungan yang terkontrol dilaksanakan di ruang mikro atau kelas simulasi; 5) umpan balik segera oleh dosen atau rekan sejawat memberikan penilaian. Elemen keterampilan dasar dalam pengajaran micro menurut Haavold et al., (2024) terdiri dari: 1) keterampilan membuka dan menutup sesi pelajaran; 2) keterampilan dalam mengajukan pertanyaan; 3) keterampilan untuk menjelaskan materi; 4) keterampilan memberi dukungan; 5) keterampilan variasi rangsangan; 6) keterampilan mengatur kelas; 7) keterampilan memfasilitasi diskusi dalam kelompok kecil; dan 8) keterampilan dalam melaksanakan evaluasi.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas penerapan TPACK dalam konteks pendidikan, namun sebagian besar masih berfokus pada aspek teoritis dan terbatas pada implementasi teknologi dalam skala terbatas (Nakawa & Kosaka, 2025; Prayitno et al., 2022). Kesenjangan yang nyata pada kurangnya kajian yang mengintegrasikan TPACK dengan pendekatan *deep learning* yakni pembelajaran yang berorientasi pada pemahaman mendalam, reflektif, dan aplikatif terutama dalam konteks pelatihan mengajar calon guru seperti pada mata kuliah *micro teaching*. Selain itu, masih minim penelitian yang mengevaluasi bagaimana calon guru matematika merancang pembelajaran berbasis teknologi dan *deep learning* yang mencerminkan prinsip TPACK secara komprehensif. Keterbatasan pemahaman mahasiswa terhadap integrasi teknologi, pedagogi, dan konten sering kali membuat rancangan pembelajaran mereka belum maksimal dalam mendukung keterampilan abad ke-21 (Rawat, 2024; Sofwan et al., 2024).

Penelitian ini memiliki kebaharuan karena menggabungkan kerangka TPACK dengan pendekatan *deep learning* dalam konteks *micro teaching*, yang selama ini belum banyak dikaji secara empiris di lingkungan Pendidikan calon guru matematika. Kebaharuan penelitian ini terletak pada beberapa aspek yaitu: 1) mengkaji kompetensi TPACK mahasiswa calon guru matematika di mata kuliah *micro teaching* bukan sekadar pada perkuliahan teori atau praktik teknologi, 2) memadukan prinsip *deep learning* dengan desain pembelajaran berbasis TPACK yang mendorong pemahaman mendalam dan berpikir reflektif, 3) menilai kualitas rancangan pembelajaran mahasiswa berdasarkan prinsip teknologi, pedagogi, dan konten secara simultan bukan parsial. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya replikasi dari studi sebelumnya,

melainkan memberikan perspektif baru dalam pengembangan kompetensi calon guru di era digital (Koyuncuoğlu & An, 2021; Prasjo et al., 2020).

Dari penelitian di atas maka dilaksanakan penelitian berjudul “analisis kompetensi TPACK bagi mahasiswa calon guru matematika dalam merancang pembelajaran berbasis teknologi dan *deep learning* di era digital pada mata kuliah *microteaching*” dengan rumusan masalahnya yaitu: 1) bagaimana kompetensi TPACK mahasiswa calon guru matematika pada mata kuliah *microteaching*? 2) bagaimana kualitas rancangan pembelajaran yang dihasilkan mahasiswa dilihat dari prinsip pembelajaran berbasis teknologi dan *deep learning*? 3) apa saja kendala yang dihadapi mahasiswa dalam mengintegrasikan TPACK dalam merancang pembelajaran di era digital?. Perkembangan teknologi digital mendorong perubahan dalam pendidikan, khususnya dalam tahap perancangan dan pelaksanaan pembelajaran. Calon pendidik harus dapat tidak hanya memahami materi tetapi juga menggabungkan teknologi, pedagogi, dan konten secara menyeluruh melalui pendekatan TPACK. Seiring dengan itu, paradigma belajar beralih dari sekadar penguasaan informasi menjadi pembelajaran yang lebih berarti dan mendalam. Kuliah *microteaching* sebagai tempat untuk praktik mengajar menjadi kesempatan yang baik untuk menilai kemampuan mahasiswa dalam merancang pembelajaran yang merefleksikan keterampilan TPACK dan mendukung pembelajaran abad ke 21 (Mario et al., 2023); (Anud & Caro, 2022; Maffia et al., 2025).

Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis kompetensi TPACK mahasiswa calon guru matematika dalam merancang pembelajaran berbasis teknologi dan *deep learning* pada mata kuliah *micro teaching*. Secara lebih rinci, penelitian ini bertujuan untuk: 1) mendeskripsikan kompetensi TPACK mahasiswa calon guru matematika dalam konteks *micro teaching*; 2) menganalisis kualitas rancangan pembelajaran yang dihasilkan mahasiswa berdasarkan prinsip pembelajaran berbasis teknologi dan *deep learning*, 3) mengidentifikasi kendala yang dihadapi mahasiswa dalam mengintegrasikan TPACK ke dalam perancangan pembelajaran Abad 21.

### **Metode Penelitian**

Jenis penelitiannya adalah *mix methods* secara deskriptif dengan pendekatan studi kasus pada mahasiswa di mata kuliah *micro teaching* dan mengukur skala TPACK. Mahasiswa pada semester 6 dari program studi pendidikan matematika sebanyak 80 mahasiswa. Instrumen penelitiannya berupa kuisioner kompetensi TPACK menggunakan skala likert. Rubrik untuk analisis perangkat dan video pengajaran berdasarkan indikator TPACK dari prinsip *deep learning*. Wawancara mendalam untuk mengeksplorasi refleksi dan tantangan. Metode



pengumpulan datanya berupa penyebaran angket TPACK yang didokumentasikan berupa instrument pembelajaran dan rekaman video *micro teaching*. Observasi terarah dan wawancara. Metode analisis data yakni kuantitatif berupa penilaian kuisioner dan pengelompokan tingkat kompetensi dan kualitatif berupa analisis isi dari perangkat pembelajaran, video, dan transkrip wawancara dengan pengkodean tematik.

Indikator penilaian kompetensi TPACK dan *deep learning* yaitu: 1) TK indikatornya memanfaatkan alat digital untuk pembelajaran dengan baik; 2) PK indikatornya menggunakan strategi yang aktif, berorientasi konteks, dan reflektif; 3) CK indikatornya mempresentasikan materi matematika dengan tepat dan bermakna; 4) TPACK indikatornya menyusun perangkat pembelajaran serta mengajar dengan cara yang terintegrasi (isi, metode, dan teknologi) dan *deep learning* terdapat pemindahan konsep, refleksi, penilaian yang otentik, dan hubungan antar topik. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah sistematis untuk memperoleh data yang akurat dan lengkap mengenai kemampuan TPACK mahasiswa serta kualitas desain pembelajaran yang menggunakan teknologi dan *deep learning*. Secara umum, prosedur penelitian ini terbagi menjadi lima tahap sebagai berikut:

#### **Persiapan Penelitian**

Menyusun dokumen proposal dan instrument penelitian berupa kuisioner TPACK, rubrik analisis perangkat pembelajaran atau video, panduan wawancara. Melakukan validasi instrument oleh para ahli dari dosen *micro teaching*, dosen TIK, dan peneliti pendidikan matematika. Mengurus izin untuk pelaksanaan penelitian dari pihak program studi atau LPTK.

#### **Pengumpulan Data**

Menyebarkan kuisioner TPACK kepada seluruh peserta penelitian berupa mahasiswa yang mengambil mata kuliah *micro teaching*. Mengumpulkan dokumen perangkat pembelajaran digital atau video praktik *micro teaching* yang dibuat dan dilaksanakan oleh mahasiswa. Melakukan observasi terarah terhadap praktik *micro teaching* melalui video atau kelas simulasi. Melaksanakan wawancara mendalam dengan sejumlah mahasiswa terpilih untuk mengeksplorasi pandangan, tantangan, dan pengalaman mereka dalam merancang pembelajaran berbasis TPACK dan *deep learning*.

#### **Analisis Data**

Melaksanakan perhitungan dan penjumlahan hasil kuisioner untuk menilai tingkat penguasaan setiap elemen TPACK (TK, PK, CK, TCK, PCK, TPK, TPACK). Melakukan analisis isi terhadap perangkat pembelajaran dan video *micro teaching* dengan menggunakan rubrik yang



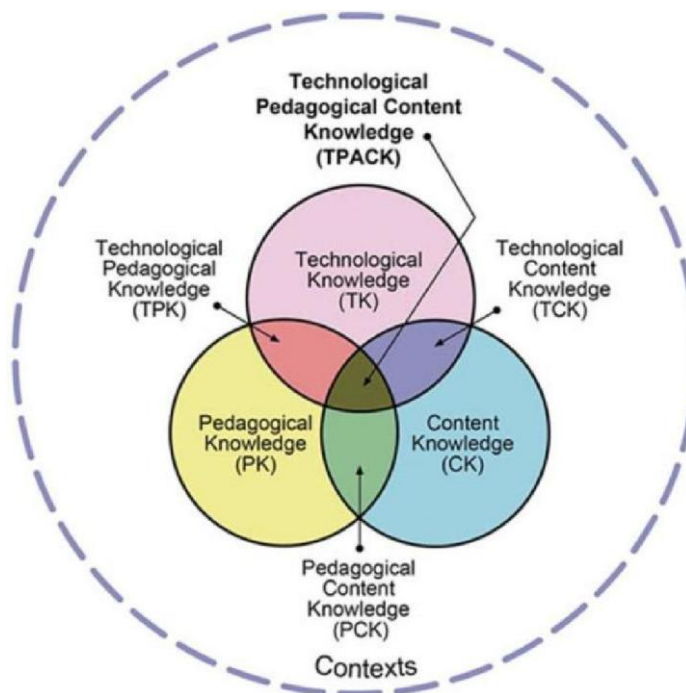
telah disiapkan berdasarkan indikator TPACK dan prinsip *deep learning*. Melaksanakan analisis tematik terhadap hasil wawancara dengan teknik pengkodean untuk menemukan pola dan tantangan umum yang dialami mahasiswa.

### Interpretasi dan Penyimpulan

Menghasilkan hasil kuisioner, analisis dokumen, dan wawancara untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh tentang: tingkat penguasaan TPACK mahasiswa, kualitas desain pembelajaran, factor-faktor yang mendukung dan menghambat integrasi teknologi dalam pembelajaran.

### Hasil dan Pembahasan

Kerangka pemikiran TPACK yang dibuat oleh (Anud & Caro, 2022; Hsu et al., 2020) seperti yang terlihat pada gambar berikut:



**Gambar 1.** Kerangka Kerja TPACK

Penelitian ini dilakukan kepada 40 calon pendidik di semester 6 yang mengampu mata kuliah *micro teaching* tahun ajaran 2024/2025 dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil Skor Kompetensi TPACK Sebelum dan Sesudah *Micro Teaching*

Aspek	Sebelum (%)	Sesudah (%)	Peningkatan (%)	Keterangan
<b>Technological Knowledge (TK)</b>	65	85	+20	Baik ke Sangat Baik
<b>Pedagogical Knowledge (PK)</b>	60	82	+25	Cukup ke Sangat Baik
<b>Content Knowledge (CK)</b>	55	80	+25	Cukup ke Baik
<b>Deep Learning Integration</b>	45	83	+38	Kurang ke Sangat Baik
<b>Total TPACK</b>	225	330	+105	Signifikan Meningkat

Peningkatan kompetensi mahasiswa mencakup seluruh aspek TPACK, dengan total skor yang meningkat tajam dari 225 menjadi 330 (+105 poin). Aspek *Technological Knowledge* (TK) mengalami kenaikan sebesar 20% (dari 65% ke 85%), mengubah predikat mahasiswa dari "Baik" menjadi "Sangat Baik". Sementara itu, *Pedagogical Knowledge* (PK) dan *Content Knowledge* (CK) masing-masing meningkat sebesar 25%, menunjukkan bahwa latihan mengajar secara terbatas (*micro teaching*) efektif dalam memperkuat cara penyampaian materi dan pemahaman konten matematis siswa. Temuan yang paling mencolok adalah pada aspek *Deep Learning Integration*, yang melonjak sebesar 38% dari kategori "Kurang" (45%) menjadi "Sangat Baik" (83%). Hal ini mengindikasikan bahwa mahasiswa tidak hanya sekadar menggunakan teknologi, tetapi sudah mampu mengintegrasikannya untuk mencapai kedalaman kognitif dalam pembelajaran matematika di era digital.

Temuan penelitian ini memberikan perspektif yang kuat mengenai efektivitas pelatihan praktis dalam pengembangan kompetensi digital guru. Peningkatan pada aspek integrasi teknologi dan *deep learning* sejalan dengan studi internasional oleh Chiu et al. (2024) yang menekankan bahwa kompetensi digital guru berkembang paling efektif melalui pendekatan yang mendukung otonomi dan praktik langsung. Selain itu, hasil ini mencerminkan temuan Anud & Caro (2022) di Filipina, yang menyatakan bahwa efikasi diri guru dalam TPACK berkorelasi positif dengan keterampilan instruksional abad ke-21. Di tingkat nasional, temuan ini memperkuat analisis faktor yang dilakukan oleh Prasojo et al. (2020), yang mengonfirmasi bahwa domain TPACK pada calon guru di Indonesia memerlukan keseimbangan antara pemahaman teknologi dan penguasaan konten agar integrasi dapat berjalan maksimal.

Hasil penelitian ini secara eksplisit mendukung kerangka kerja teoretis yang diajukan oleh Koehler et al. (2014) mengenai pentingnya interaksi antara konten, pedagogi, dan teknologi dalam desain instruksional. Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Mario et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pengembangan TPACK guru seringkali dipacu oleh model *Lesson Study* atau praktik mengajar yang reflektif. Penggunaan instrumen yang teruji dalam penelitian ini juga selaras dengan upaya validasi instrumen TPACK untuk calon guru yang dilakukan oleh Schmidt et al. (n.d.), di mana pengukuran berkala sebelum dan sesudah intervensi menjadi kunci untuk melihat progres kompetensi. Secara sistematis, keberhasilan integrasi teknologi dalam penelitian ini mengonfirmasi tinjauan literatur dari Sofwan et al. (2024), yang menyatakan bahwa integrasi teknologi yang sukses memerlukan sinergi yang matang antara pengetahuan pedagogis dan konten spesifik.

Hasil dari analisis perangkat pembelajaran dan video praktek *Micro Teaching* sebagai berikut:

**Tabel 2.** Analisis Perangkat Pembelajaran dan Praktik *Micro Teaching*

Aspek yang Dinilai	Persentase (%) Mahasiswa yang “Baik dan Sangat Baik”
Integrasi Teknologi Tepat Sasaran	58
Strategi Pedagogi Sesuai Tujuan	75
Materi Relevan dan Kontekstual	80
Aktivitas Berpikir Tingkat Tinggi	45
Refleksi dan Penilaian Otentik	37
Keterkaitan antar Konsep	41

Dari table 2, terlihat penelitian ini melibatkan 40 mahasiswa calon pendidik matematika semester 6 pada mata kuliah *micro teaching* tahun ajaran 2024/2025 dengan pendekatan *mixed methods*. Hasil analisis kuantitatif menunjukkan adanya peningkatan signifikan kompetensi TPACK mahasiswa setelah proses *micro teaching* berbasis *deep learning*. Peningkatan tersebut tampak pada seluruh aspek utama, sebagaimana terlihat pada Tabel 1: aspek Technological Knowledge (TK) meningkat dari 65% menjadi 85%, Pedagogical Knowledge (PK) dari 60% menjadi 82%, dan Content Knowledge (CK) dari 55% menjadi 80%. Peningkatan tertinggi terjadi pada integrasi *deep learning* yang melonjak dari 45% menjadi 83%, menandakan kemampuan mahasiswa tidak hanya meningkat dalam penggunaan teknologi, tetapi juga dalam mengaitkannya dengan pemahaman konseptual dan pembelajaran bermakna.

Analisis lebih lanjut memperlihatkan korelasi positif tinggi antara penguasaan prinsip *deep learning* dan keberhasilan *micro teaching* ( $r = 0,78$ ;  $p < 0,01$ ). Mahasiswa yang berhasil mengintegrasikan media teknologi seperti simulasi interaktif, augmented reality (AR), dan GeoGebra menunjukkan performa yang lebih baik dalam presentasi dan penguasaan konsep. Sebaliknya, mahasiswa dengan tingkat integrasi teknologi rendah cenderung fokus pada aspek visual semata dan kurang reflektif terhadap nilai pedagogis dari media yang digunakan. Hal ini diperkuat oleh hasil observasi dan analisis perangkat pembelajaran, di mana 80% mahasiswa dinilai “baik” dalam menyusun materi yang relevan dan kontekstual, namun hanya 45% yang berhasil menampilkan aktivitas berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan 37% yang menunjukkan refleksi mendalam.

Hasil wawancara mendalam terhadap enam mahasiswa mengungkap sejumlah kendala, antara lain: kesulitan memilih teknologi yang sesuai dengan topik matematika tertentu, kecenderungan berfokus pada tampilan visual dibanding efektivitas pedagogisnya, serta kurangnya pelatihan terstruktur dalam mengintegrasikan TPACK ke dalam praktik *micro teaching*. Selain itu, sebagian mahasiswa mengaku belum memahami secara utuh makna pembelajaran mendalam (*deep learning*) baik secara teoritis maupun praktis.

Secara komparatif, temuan ini sejalan dengan penelitian (Pratikna et al., 2020) yang menemukan kompetensi TPACK mahasiswa calon guru matematika berada pada kategori sedang (rata-rata 3,89). Namun, hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan setelah diterapkannya *micro teaching* berbasis *deep learning* dan refleksi video. Temuan ini juga konsisten dengan (Endrawan et al., 2021) yang menegaskan bahwa kemampuan mahasiswa dalam menyusun perangkat pembelajaran dan simulasi pengajaran berbasis TPACK cenderung baik. Akan tetapi, penelitian ini memperluas cakupan dengan menunjukkan bahwa penguasaan prinsip *deep learning* menjadi prediktor kuat keberhasilan integrasi TPACK menjadi sebuah aspek yang belum banyak diteliti sebelumnya.

Dalam konteks internasional, hasil ini memperkuat temuan (Tawagen, 2024) yang menekankan pentingnya literasi teknologi-pedagogik bagi guru abad ke-21, serta (Bueno et al., 2023) yang menegaskan bahwa praktik reflektif dan *project-based learning* dapat meningkatkan integrasi TPACK secara signifikan. Penelitian ini menambahkan dimensi baru, yakni penerapan model *micro teaching* berbasis teknologi sederhana dan refleksi digital yang kontekstual di Indonesia, yang terbukti mampu meningkatkan kesiapan mahasiswa dalam mengintegrasikan TPACK tanpa memerlukan infrastruktur teknologi yang kompleks. Hal ini sejalan dengan (Koehler

et al., 2014) yang menegaskan pentingnya lingkungan belajar kolaboratif dan reflektif dalam membangun kompetensi TPACK, namun penelitian ini menunjukkan bahwa hasil serupa dapat dicapai melalui pendekatan yang efisien dan adaptif terhadap keterbatasan lokal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa kegiatan *micro teaching* berbasis teknologi dan *deep learning* mampu meningkatkan seluruh aspek TPACK mahasiswa secara signifikan. Peningkatan ini tidak hanya bersifat kognitif dan teknologis, tetapi juga transformatif dalam cara mahasiswa merancang, melaksanakan, dan merefleksikan pembelajaran matematika berbasis digital. Hal ini membuktikan bahwa integrasi TPACK yang efektif tidak dapat dilepaskan dari komponen refleksi kritis, pemahaman konseptual, dan literasi digital yang mendalam (Schmidt et al., n.d.).

Dari sisi kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), penelitian ini memberikan tiga implikasi utama. Pertama, secara teoritis, hasil penelitian memperkuat model TPACK (Koyuncuoğlu & An, 2021) dengan menambahkan aspek reflektif berbasis *deep learning* sebagai komponen kunci dalam pembentukan kompetensi calon guru di era digital. Kedua, secara praktis, penelitian ini menawarkan model pembelajaran *micro teaching* berbasis refleksi video dan teknologi kontekstual yang dapat diadopsi oleh LPTK di Indonesia untuk memperkuat kesiapan guru menghadapi pembelajaran abad ke-21. Ketiga, secara inovatif, penelitian ini membuka peluang pengembangan sistem asesmen digital berbasis TPACK dan *deep learning analytics* yang memungkinkan penilaian adaptif dan personalisasi dalam pelatihan calon guru.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi yang telah dilakukan sebelumnya, berikut ini adalah kesimpulan yang dapat diambil: 1) kompetensi TPACK mahasiswa yang sedang belajar menjadi pendidik matematika dalam mata kuliah *micro teaching* berada di kategori cukup hingga baik. Para mahasiswa umumnya telah memahami dengan baik aspek pengetahuan konten (CK) dan pengetahuan pedagogia (PK) tetapi mereka masih mengalami kesulitan dalam menggabungkan teknologi secara menyeluruh dan berarti dalam pengajaran matematika. Rencana pembelajaran berupa perangkat pembelajaran dan praktik *micro teaching* yang disusun oleh mahasiswa belum sepenuhnya mencerminkan prinsip pembelajaran yang mendalam (*deep learning*). Kebanyakan rancangan masih terfokus pada penyampaian materi secara procedural dan belum menekankan aktivitas berpikir tingkat tinggi, hubungan antar konsep, refleksi, serta

transfer pengetahuan. Mahasiswa mengalami berbagai tantangan dalam mengintegrasikan TPACK, seperti keterbatasan dalam literasi teknologi berbasis konten, kurangnya contoh praktik pembelajaran yang mendalam (*deep learning*) serta belum melakukan refleksi dan penilaian yang autentik dalam merancang pembelajaran (Rasheed et al., 2020; Wei et al., 2025).

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kompetensi TPACK mahasiswa calon pendidik matematika dalam mata kuliah *micro teaching* berada pada kategori cukup hingga baik. Mahasiswa menunjukkan penguasaan yang solid pada aspek pengetahuan konten (Content Knowledge/CK) dan pengetahuan pedagogis (Pedagogical Knowledge/PK), namun masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi secara bermakna ke dalam pembelajaran matematika. Komponen TCK (Technological Content Knowledge) dan TPK (Technological Pedagogical Knowledge) masih berada pada kategori sedang, yang menandakan perlunya peningkatan kemampuan dalam memanfaatkan teknologi tidak hanya sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pemahaman konseptual dan berpikir kritis siswa.

Temuan ini muncul dari hasil triangulasi antara angket skala Likert TPACK, analisis perangkat pembelajaran dan video *micro teaching*, serta wawancara reflektif (Chiu et al., 2024). Hasil analisis menunjukkan bahwa mahasiswa lebih fokus pada penyusunan aktivitas prosedural dan penyampaian materi dibandingkan penerapan prinsip *deep learning* yang menekankan pada refleksi, kolaborasi, dan transfer pengetahuan. Faktor penyebabnya antara lain: kurangnya pelatihan berbasis TPACK, minimnya contoh desain pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi secara konseptual, dan belum optimalnya bimbingan reflektif dari dosen pengampu dalam praktik *micro teaching* (Herold-blasius, 2025).

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model pelatihan berbasis TPACK-deep learning yang secara eksplisit melatih mahasiswa dalam: 1) mendesain penilaian autentik dan reflektif, 2) mengintegrasikan teknologi sebagai alat berpikir (*tool for thinking*), bukan sekadar alat bantu visual, dan 3) menerapkan praktik kolaboratif lintas disiplin dalam penyusunan perangkat pembelajaran. Selain itu, penelitian berikutnya dapat memperluas konteks dengan membandingkan kemampuan TPACK mahasiswa dari berbagai universitas atau program studi, untuk mendapatkan gambaran komprehensif mengenai kesiapan calon guru di tingkat nasional.

Secara lebih luas, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap penguatan kompetensi pedagogi digital dalam pendidikan guru matematika di era Society 5.0, di mana pendidik dituntut untuk adaptif, reflektif, dan kreatif dalam memanfaatkan teknologi pembelajaran. Integrasi

TPACK yang efektif berpotensi meningkatkan mutu pembelajaran berbasis teknologi yang mendalam (deep learning), sehingga menghasilkan pendidik masa depan yang tidak hanya mampu menguasai teknologi, tetapi juga menggunakannya untuk mendorong pemikiran kritis, kolaborasi, dan inovasi dalam proses belajar mengajar.

#### Daftar Pustaka

- Allo, K. P., Ode, L., & Ahmad, I. (2020). *Google Scholar Metrics, Pengaruhnya pada Pengelolaan Jurnal Ilmiah*. 97–104. <https://doi.org/10.24252/kah.v8i1a10>
- Anud, E. M., & Caro, V. B. (2022). *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Self-Efficacy and 21 st Century Instructional Skills of Science Teachers in the New Normal*. June. <https://doi.org/10.21275/SR22627125930>
- Bueno, R., Niess, M. L., & Lieban, D. (2023). *Technological pedagogical content knowledge : Exploring new perspectives Technological pedagogical content knowledge : Exploring new perspectives*. March. <https://doi.org/10.14742/ajet.7970>
- Chiu, T. K. F., Falloon, G., Song, Y., Wong, V. W. L., Zhao, L., & Ismailov, M. (2024). A self-determination theory approach to teacher digital competence development. *Computers and Education*, 214(February), 105017. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105017>
- Endrawan, I. B., Hardiyono, B., Satria, M. H., & Kesumawati, S. A. (2021). Pengembangan Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Program Studi Pendidikan Olahraga Strata Satu (S1) Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan dan Bahasa Universitas Bina Darma. *JPKMBD ( Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bina Darma)*, 1(2), 180–186.
- Fetra Bonita Sari, Risda Amini, M. (2020). Analisis Pembelajaran Daring Terhadap Motivasi Belajar Dan Prestasi Belajar Siswa Dimasa Pandemi Covid-19. *Jurnal Basicedu*, 3(2), 524–532.
- Geiger, V., Gal, I., & Graven, M. (2023). The connections between citizenship education and mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 55(5), 923–940. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01521-3>
- Ghufron, M. N. (2020). Kepuasan Pembelajaran Secara Online: Apakah Gaya Belajar Mempunyai Pengaruh? *Quality*, 8(1), 130. <https://doi.org/10.21043/quality.v8i1.7508>
- Gurmu, F., Tuge, C., & Hunde, A. B. (2024). Effects of GeoGebra-assisted instructional methods



- on students' conceptual understanding of geometry. *Cogent Education*, 11(1).  
<https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2379745>
- Haavold, P., Roksvold, J., & Sriraman, B. (2024). Investigations in Mathematics Learning Pre-Service Teachers' Knowledge of and Beliefs About Direct and Indirect Proofs. *Investigations in Mathematics Learning*, 16(4), 336–355.  
<https://doi.org/10.1080/19477503.2024.2363710>
- Herold-blasius, R. (2025). Investigations in Mathematics Learning The role of strategy keys in enhancing heuristics and self-regulation in mathematical problem- solving : A qualitative , explorative , and type- building study with primary school students. *Investigations in Mathematics Learning*, 17(4), 289–308. <https://doi.org/10.1080/19477503.2024.2430135>
- Hidayat, D. R., Rohaya, A., Nadine, F., & Ramadhan, H. (2020). Kemandirian Belajar Peserta Didik Dalam Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi Covid -19. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 34(2), 147–154. <https://doi.org/10.21009/pip.342.9>
- Hsu, C. Y., Liang, J. C., Chuang, T. Y., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2020). Probing in-service elementary school teachers' perceptions of TPACK for games, attitudes towards games, and actual teaching usage: a study of their structural models and teaching experiences. *Educational Studies*, 00(00), 1–17. <https://doi.org/10.1080/03055698.2020.1729099>
- Ichsan, I. Z., Rahmayanti, H., Purwanto, A., Sigit, D. V., Irwandani, I., Ali, A., Susilo, S., Kurniawan, E., & Rahman, M. M. (2020). COVID-19 Outbreak on Environment: Profile of Islamic University Students in HOTS-AEP-COVID-19 and PEB-COVID-19. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 5(1), 167–178. <https://doi.org/10.24042/tadris.v5i1.6283>
- Ilmadi, I., Zarista, R. H., Aden, A., & Sastro, G. (2020). The Effectiveness of Online Learning for Mathematics Students during the Covid-19 Pandemic. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1273–1282. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.372>
- Ju, J., Wei, S. J., Savira, F., Suharsono, Y., Aragão, R., Linsi, L., Editor, B., Reeger, U., Sievers, W., Michalopoulou, C., Mimis, A., Editor, B., Ersbøll, E., Groenendijk, K., Waldrauch, H., Waldrauch, H., Bader, E., Lebhart, G., Neustädter, C., ... Saillard, Y. (2020). Efektivitas PembelajaranD Daring Dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia Di Kelas II A MI Unggulan Miftahul Huda Tumang Cepogo Boyolali. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 43(1), 7728.

- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). *The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework*. 101–111. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5>
- Koyuncuoğlu, Ö., & An, O. (2021). *An Investigation of Graduate Students ' Technological Pedagogical and Content Knowledge ( TPACK )* To cite this article : *An Investigation of Graduate Students ' Technological Pedagogical and Content Knowledge ( TPACK )*.
- Kumalasari, D., & Akmal, S. Z. (2020). Resiliensi akademik dan kepuasan belajar daring di masa pandemi Covid 19: Peran mediasi kesiapan belajar daring. *Persona: Jurnal Psikologi Indonesia*, 9(2), 353–368. <https://doi.org/10.30996/persona.v9i2.4139>
- Maffia, A., Manolino, C., & Miragliotta, E. (2025). There is more to algebra than meets the eye: the case of blindness. *Educational Studies in Mathematics*, 63–77. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10394-0>
- Mario, J., Iglesias, O., Cabero-almenara, J., & Palacios-rodríguez, A. (2023). *Development of the teacher ' s technological pedagogical content knowledge ( TPACK ) from the Lesson Study : A systematic review. February*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1078913>
- Nakawa, N., & Kosaka, M. (2025). Aligning Cross-Curricular Inquiry-Based High School Textbooks with Curriculum Guidelines. *ZDM - Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01701-3>
- Prasojo, L. D., Habibi, A., Mukminin, A., Faiz, M., & Yaakob, M. (2020). *Domains of Technological Pedagogical and Content Knowledge : Factor Analysis of Indonesian In-Service EFL Teachers Domains of Technological Pedagogical and Content Knowledge : Factor. August*. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13437a>
- Pratikna, D. S., Sugiarno, S., & Hartoyo, A. (2020). Pengembangan Instrumen Eksplorasi Konsep Geometri Berstruktur Dari Teori Van Hiele Berbantuan Software Geogebra. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 1(2), 121. <https://doi.org/10.26418/ja.v1i2.42881>
- Prayitno, A. T., Nusantara, T., Hidayanto, E., & Rahardjo, S. (2022). Identification of graph thinking in solving mathematical problems naturally. *Participatory Educational Research*, 9(2), 118–135. <https://doi.org/10.17275/per.22.32.9.2>
- Rasheed, R. A., Kamsin, A., & Abdullah, N. A. (2020). Challenges in the online component of blended learning: A systematic review. *Computers and Education*, 144(September 2019),

103701. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103701>
- Rawat, N. (2024). *Exploring Technological Pedagogical and Content Knowledge of Teacher Educators of Nagaland Abstract* : 7(1), 3772–3782.
- Rustaman, A. H. (2020). *Efektivitas Penggunaan Aplikasi Daring, Video Conference Dan Sosial Media Pada Mata Kuliah Komputer Grafis 1 Di Masa Pandemi Covid-19*. 4(3), 557–562.
- Safarati, R. N. (2021). Dampak Pembelajaran Daring Terhadap Motivasi. *Genta Mulia*, XII(1), 113–118.
- Schmidt, D. A., Thompson, A. D., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (n.d.). *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers*. 42(2), 123–149.
- Schoenfeld, A. H. (2020). Mathematical practices, in theory and practice. *ZDM - Mathematics Education*, 52(6), 1163–1175. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01162-w>
- Sofwan, M., Faiz, M., Yaakob, M., & Habibi, A. (2024). *Technological , pedagogical , and content knowledge for technology integration : a systematic literature review*. 13(1), 212–222. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i1.26643>
- Tatminingsih, S. (2020). Teaching Practice Patterns in ECE Teacher Program in Distance Education in Indonesia. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 857–868. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i1.599>
- Tawagen, J. I. (2024). *Technological Pedagogical Content Acceptance to Elementary Mathematics Teachers*. 9(12).
- Wei, H., Bos, R., & Drijvers, P. (2025). An embodied approach to covariational reasoning : a hand-tracking study. *Educational Studies in Mathematics*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10435-8>
- Yuniarti, R., & Hartati, W. (2020). Persepsi Mahasiswa Tentang Penerapan E-learning pada Masa Darurat Covid-19. *APOTEMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 6(2), 158–167.