YASIN
Jurnal Pendidikan dan Sosial Budaya

p-ISSN: 2808-2346
e-ISSN: 2808-1854

Terindeks: SINTA 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/yasin.v6i3.10360

ENHANCING PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE THROUGH ICT-MEDIATED MICROTEACHING: A UNIVERSITY-BASED INTERVENTION

Damar Rais[1], Zhang Juan[2], Hamdi Thaib[3]
[1]Universitas Negeri Makassar, Indonesia; [2]Mathematics Teacher at Beijing Middle School, Beijing, China; [3]Universitas Islam Riau, Indonesia
damar.rais@unm.ac.id1; 2466545342@qq.com2; hamdi.thaib@students.uir.ac.id3

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Apr 17, 2026	May15, 2026	May 27, 2026	Jun 1, 2026

Abstract

The development of pedagogical content knowledge (PCK) remains a major challenge in pre-service mathematics teacher education, particularly when they are required to connect content mastery, students' learning difficulties, assessment, and technology-based learning. This study aims to analyze the effectiveness of information and communication technology (ICT)-assisted microteaching in strengthening pre-service mathematics teachers' PCK and technological pedagogical content knowledge (TPACK) through a university-based intervention model. This study used a one-group mixed-methods design with a pretest-posttest, involving 32 pre-service mathematics teachers enrolled in a microteaching course. The intervention was implemented over eight weeks through ICT orientation, collaborative lesson planning, video-recorded microteaching, peer and instructor feedback, and reflective revision. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics, paired-sample t-tests, 95% confidence intervals, and Cohen's dz, while reflection notes and peer-feedback forms were analyzed thematically. The synthetic data used in this manuscript showed substantial increases in PCK rubric scores from 63.70 to 77.62, TPACK self-efficacy from 3.22 to 3.91, ICT self-efficacy from 3.03 to 3.71, and microteaching performance from 67.29 to 80.83. The greatest improvement occurred in the ICT-

Yasin Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

based representation domain, followed by instructional strategies and diagnosis of students' misconceptions. The qualitative findings showed that video-assisted peer feedback helped participants identify mismatches between content and pedagogy, refine instructional representations, and design formative assessment more effectively. This study shows that structured ICT-assisted microteaching can serve as a practical bridge between PCK development and technology integration in pre-service mathematics teacher education at the higher education level.

Keywords: ICT-Assisted Microteaching; Pedagogical Content Knowledge; Pre-Service Mathematics Teachers; Technological Pedagogical Content Knowledge; Teacher Education

Abstrak: Pengembangan *pedagogical content knowledge* (PCK) masih menjadi tantangan utama dalam pendidikan calon guru matematika, terutama ketika mereka dituntut mampu menghubungkan penguasaan konten, kesulitan belajar siswa, penilaian, dan pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas *microteaching* berbantuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam memperkuat PCK dan *technological pedagogical content knowledge* (TPACK) calon guru matematika melalui model intervensi berbasis universitas. Penelitian ini menggunakan desain metode campuran satu kelompok dengan *pretest-posttest*, melibatkan 32 calon guru matematika yang mengikuti mata kuliah *microteaching*. Intervensi dilaksanakan selama delapan minggu melalui orientasi TIK, perencanaan pembelajaran kolaboratif, *microteaching* berbasis rekaman video, umpan balik dari rekan sejawat dan instruktur, serta revisi reflektif. Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji-*t* sampel berpasangan, interval kepercayaan 95%, dan *Cohen's dz*, sedangkan catatan refleksi dan formulir umpan balik rekan sejawat dianalisis secara tematik. Data sintetis yang digunakan dalam naskah ini menunjukkan peningkatan substansial pada skor rubrik PCK dari 63,70 menjadi 77,62, efikasi diri TPACK dari 3,22 menjadi 3,91, efikasi diri TIK dari 3,03 menjadi 3,71, dan kinerja *microteaching* dari 67,29 menjadi 80,83. Peningkatan terbesar terjadi pada domain representasi berbasis TIK, diikuti oleh strategi pembelajaran dan diagnosis miskonsepsi siswa. Temuan kualitatif menunjukkan bahwa umpan balik rekan sejawat berbantuan video membantu peserta mengidentifikasi ketidaksesuaian antara konten dan pedagogi, menyempurnakan representasi pembelajaran, serta merancang penilaian formatif secara lebih baik. Penelitian ini menunjukkan bahwa *microteaching* berbantuan TIK yang terstruktur dapat menjadi jembatan praktik antara pengembangan PCK dan integrasi teknologi dalam pendidikan calon guru matematika di perguruan tinggi.

Kata Kunci: *Microteaching* Berbantuan TIK; *Pedagogical Content Knowledge*; Calon Guru Matematika; *Technological Pedagogical Content Knowledge*; Pendidikan Guru

PENDAHULUAN

Saat ini, program pendidikan guru menuntut calon guru matematika untuk mampu merancang pembelajaran yang tidak hanya akurat secara konseptual, tetapi juga berpusat pada peserta didik dan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) secara bermakna. Tuntutan ini bukanlah hal sederhana. Mengajar matematika berbeda dengan sekadar menguasai rumus atau prosedur hitung. Guru dituntut memiliki kemampuan untuk

mengubah materi pelajaran menjadi berbagai bentuk representasi, aktivitas, pertanyaan, dan penilaian yang bisa dipahami oleh siswa. Kemampuan khusus inilah yang sejak lama dikenal sebagai *pedagogical content knowledge* (PCK), yaitu pengetahuan yang menjelaskan bagaimana guru menghubungkan konten, metode mengajar, karakteristik siswa, kurikulum, dan penilaian dalam praktik pembelajaran yang spesifik terhadap suatu bidang studi (Shulman, 1986).

Perkembangan digital dalam pendidikan matematika kemudian memperluas cakupan kebutuhan tersebut. Kini, calon guru juga diharapkan mengembangkan *technological pedagogical content knowledge* (TPACK), yakni kemampuan memilih dan mengelola teknologi secara pedagogis tepat dan sesuai dengan konten pelajaran matematika (Mishra & Koehler, 2006). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa TPACK tidak cukup hanya ditingkatkan dengan memperkenalkan alat-alat digital kepada calon guru. Kemampuan ini lebih mungkin terbentuk ketika teknologi disematkan dalam tugas-tugas nyata seperti perancangan pembelajaran kolaboratif, *microteaching*, analisis video, dan umpan balik reflektif (Alayyar et al., 2012; Canbazoglu Bilici et al., 2016; Guo et al., 2026).

Dalam konteks ini, *microteaching* menjadi penting karena ia menyederhanakan praktik mengajar ke dalam suasana yang terkendali namun tetap berorientasi pada kinerja. Calon guru dapat merencanakan pelajaran singkat, mempraktikkannya di depan rekan sejawat, menerima umpan balik segera, lalu memperbaiki keputusan pembelajarannya. Berbagai studi melaporkan bahwa *microteaching* mampu meningkatkan kemampuan merancang pembelajaran, pengambilan keputusan, dan rasa percaya diri mengajar. Namun, studi-studi tersebut juga menemukan bahwa calon guru sering kesulitan memadukan konten matematika, pedagogi, penilaian, dan teknologi secara utuh (Aydogan Yenmez et al., 2017; Durdu & Dag, 2017; Udomkan & Suwannoi, 2018).

Di sinilah *microteaching* berbantuan TIK menawarkan perbedaan setidaknya dalam tiga hal. Pertama, berbagai alat digital seperti perangkat lunak geometri dinamis (misalnya GeoGebra), kalkulator grafik, simulasi matematika, papan tulis interaktif, dan platform pembelajaran daring dapat digunakan sebagai representasi pedagogis dari konsep-konsep matematika, bukan sekadar media presentasi yang bersifat hiasan. Kedua, perekaman video dan anotasi memungkinkan calon guru menyaksikan kembali aksi mengajarnya, menyadari respons siswa, dan menggunakan bukti tersebut untuk memperbaiki praktiknya. Ketiga, umpan balik dari teman sejawat bisa diorganisasikan melalui platform daring, sehingga

refleksi menjadi lebih kolaboratif dan mudah dilacak (Franke et al., 2024; Murphy Odo, 2023; Önal, 2019).

Meskipun memiliki banyak potensi, integrasi TIK dalam pendidikan guru matematika masih berjalan timpang. Dukungan dari universitas bisa memengaruhi persepsi dan kompetensi calon guru, tetapi pengaruhnya terhadap TPACK sering kali dimediasi oleh efikasi diri dalam menggunakan TIK (Wang & Zhao, 2021). Selain itu, berbagai studi di pendidikan matematika terus melaporkan kesulitan dalam merancang penilaian berbantuan TIK dan menyelaraskan alat digital dengan konten matematika serta tujuan pembelajaran (Abualrob & Al-Saadi, 2025; Yeh et al., 2015). Temuan-temuan ini mengisyaratkan bahwa diperlukan intervensi terstruktur untuk menghubungkan praktik TIK, pengembangan PCK, dan kinerja *microteaching*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini mengusulkan dan menguji sebuah intervensi *microteaching* berbantuan TIK untuk calon guru matematika di sekolah. Penelitian ini dipandu oleh tiga pertanyaan: (1) Sejauh mana PCK, efikasi diri TPACK, efikasi diri TIK, dan kinerja *microteaching* calon guru matematika meningkat setelah mengikuti intervensi *microteaching* berbantuan TIK? (2) Domain PCK manakah yang menunjukkan peningkatan paling besar? (3) Pola kualitatif seperti apa yang menggambarkan bagaimana umpan balik dari rekan sejawat dan proses refleksi mendukung perbaikan dalam pengajaran matematika yang terintegrasi TIK?

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini dirancang sebagai intervensi universitas dengan metode campuran (*mixed-methods*) satu kelompok (*one-group pretest-posttest*). Komponen kuantitatif membandingkan skor peserta sebelum dan sesudah intervensi, sementara komponen kualitatif mengkaji jurnal refleksi, catatan umpan balik dari rekan sejawat, dan memo observasi dari instruktur. Desain ini sesuai untuk penelitian pendidikan guru yang bersifat formatif, karena intervensi lebih menekankan pada peningkatan praktik mengajar daripada perbandingan antar kelompok yang independen.

Partisipan dan Konteks

Partisipan penelitian ini adalah 32 mahasiswa calon guru matematika jenjang sarjana yang terdaftar dalam mata kuliah *microteaching* di program pendidikan matematika. Kelompok ini terdiri dari 18 mahasiswa perempuan dan 14 mahasiswa laki-laki. Pengalaman awal dengan TIK dilaporkan sendiri oleh 8 partisipan sebagai rendah, 15 partisipan sedang, dan 9 partisipan tinggi. Semua partisipan telah menyelesaikan mata kuliah dasar matematika dan mata kuliah pengantar pedagogi sebelum intervensi dimulai. Partisipasi dalam kegiatan perkuliahan merupakan bagian dari praktik akademik biasa, sedangkan penggunaan data untuk pelaporan penelitian memerlukan persetujuan dan anonimisasi.

Tabel 1. Profil partisipan dan konteks intervensi

Karakteristik	Deskripsi
Ukuran sampel	32 calon guru Matematika
Jenis kelamin	18 perempuan; 14 laki-laki
Pengalaman TIK awal	8 rendah; 15 sedang; 9 tinggi
Konteks perkuliahan	Mata kuliah microteaching pada pendidikan matematika
Durasi intervensi	Delapan minggu

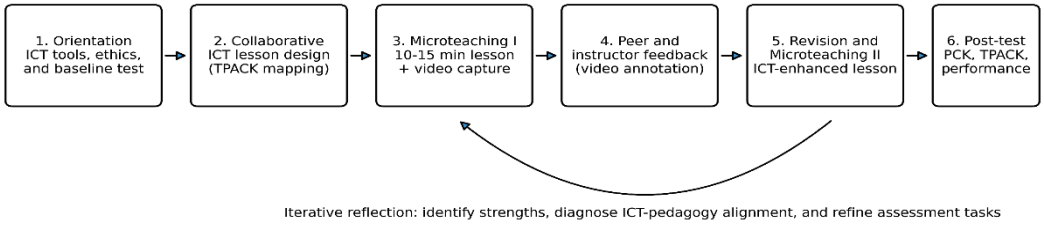
Intervensi *Microteaching* Berbantuan TIK

Intervensi ini disusun berdasarkan siklus *microteaching* iteratif yang menggabungkan pengembangan keterampilan TIK dengan perancangan pembelajaran berorientasi PCK. Partisipan terlebih dahulu menganalisis topik Matematika dan miskonsepsi umum yang sering dialami siswa, memilih alat TIK yang sesuai, lalu memetakan setiap alat ke tujuan konten, strategi mengajar, dan tugas penilaian. Selanjutnya, setiap partisipan melakukan sesi *microteaching* awal, menerima umpan balik dari rekan sejawat dan instruktur menggunakan rubrik terstruktur, merevisi rencana pembelajaran, dan menyampaikan sesi *microteaching* kedua yang lebih diperkaya dengan TIK.

Tabel 2. Urutan aktivitas microteaching berbantuan TIK

Minggu	Aktivitas	Luaran utama
1	Orientasi dan asesmen awal	Persetujuan, pretest PCK/TPACK/efikasi diri TIK
2	Eksplorasi alat TIK dan lokakarya representasi sains	Daftar penggunaan alat dan rencana representasi
3	Perencanaan pembelajaran kolaboratif menggunakan pemetaan TPACK	Rencana pembelajaran terintegrasi TIK
4-5	Microteaching I dan perekaman video	Bukti video dan catatan observasi
6	Umpan balik rekan/instruktur dan analisis reflektif	Matriks umpan balik dan prioritas revisi

Minggu	Aktivitas	Luaran utama
7	Revisi pembelajaran dan Microteaching II	Penampilan mengajar yang direvisi
8	Pascasesmen dan sintesis refleksi	Skor posttest dan refleksi tematik



Gambar 1. Model intervensi microteaching berbantuan TIK berbasis universitas

Instrumen

Empat instrumen digunakan untuk menilai luaran intervensi. PCK diukur menggunakan rubrik yang diadaptasi dari literatur PCK sains dan TPACK-P, mencakup orientasi kurikulum, diagnosis miskonsepsi siswa, strategi pembelajaran, representasi TIK, dan desain penilaian. Efikasi diri TPACK dan efikasi diri TIK diukur menggunakan skala Likert lima poin. Kinerja *microteaching* dinilai melalui observasi penampilan mengajar, meliputi pembukaan pelajaran, penjelasan materi sains, penggunaan TIK, keterampilan bertanya, interaksi kelas, dan penutup.

Tabel 3. Instrumen dan fokus analisis

Instrumen	Skala	Fokus
Rubrik PCK	0-100	Kesesuaian konten-pedagogi sains; miskonsepsi; strategi pembelajaran; representasi TIK; penilaian
Skala efikasi diri TPACK	1-5	Keyakinan dalam mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten sains
Skala efikasi diri TIK	1-5	Keyakinan dalam memilih, mengatasi masalah, dan menerapkan alat TIK
Rubrik observasi microteaching	0-100	Penampilan mengajar selama microteaching yang direkam video
Formulir refleksi dan umpan balik rekan	Pengodean terbuka	Kekuatan, kelemahan, prioritas revisi, dan saran rekan yang dirasakan

Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji-t sampel berpasangan (*paired-samples t-test*), interval kepercayaan 95% untuk selisih rata-rata, dan ukuran efek Cohen's dz effect size. Signifikansi statistik ditetapkan pada $p < 0,05$. Peningkatan PCK per domain juga diperiksa untuk mengidentifikasi aspek PCK mana yang paling responsif

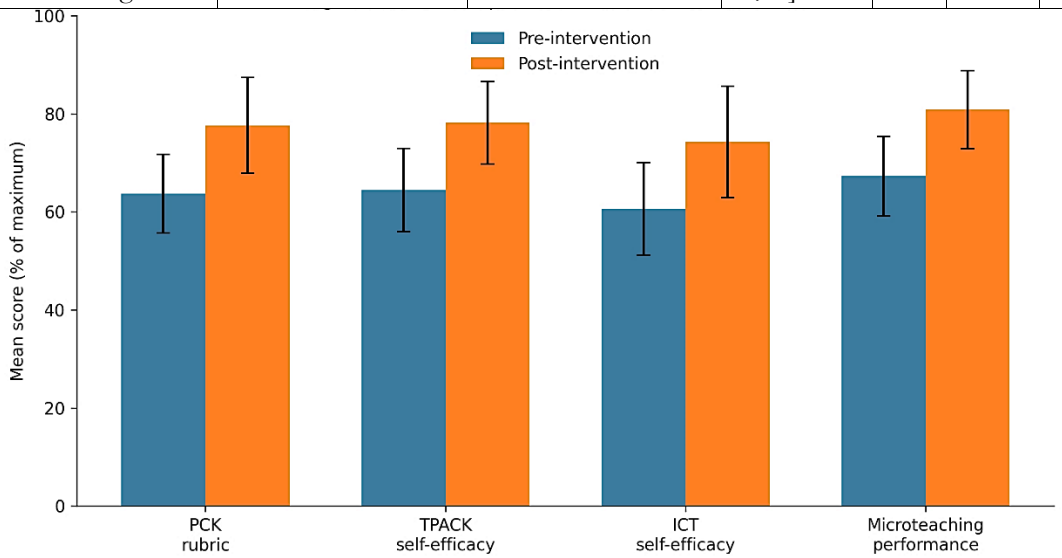
terhadap intervensi. Data kualitatif dari jurnal refleksi dan formulir umpan balik rekan dikode secara induktif, kemudian dikelompokkan ke dalam tema-tema yang lebih luas yang terkait dengan pengembangan PCK dan TPACK.

HASIL

Setelah delapan minggu mengikuti intervensi *microteaching* berbantuan TIK, seluruh luaran yang diukur menunjukkan peningkatan yang berarti. Tabel 4 menyajikan perbandingan nilai sebelum dan sesudah intervensi. Nilai rubrik PCK naik dari rata-rata 63,70 menjadi 77,62, dengan selisih hampir 14 poin. Artinya, calon guru semakin mampu menghubungkan konten sains dengan cara mengajar yang tepat. Efikasi diri TPACK juga meningkat dari 3,22 menjadi 3,91, sementara efikasi diri TIK naik dari 3,03 menjadi 3,71. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kepercayaan diri mereka dalam memadukan teknologi, pedagogi, dan konten ikut bertumbuh. Begitu pula dengan kinerja *microteaching*: nilai rata-ratanya melonjak dari 67,29 menjadi 80,83. Semua perbedaan tersebut signifikan secara statistik dengan $p < 0,001$.

Tabel 4. Perbandingan nilai pretes dan postes pada luaran utama

Luaran	Rata-rata pretes (SD)	Rata-rata postes (SD)	[95% CI]	t(31)	p	dz
Skor rubrik PCK	63,70 (8,03)	77,62 (9,75)	[12,08-15,77]	15,39	<0,001	2,72
Efikasi diri TPACK	3,22 (0,43)	3,91 (0,42)	[0,57-0,80]	12,15	<0,001	2,15
Efikasi diri TIK	3,03 (0,47)	3,71 (0,57)	[0,56-0,81]	11,29	<0,001	2,00
Kinerja microteaching	67,29 (8,14)	80,83 (7,95)	[11,09-16,01]	11,24	<0,001	1,99



Gambar 2. Skor luaran yang distandardisasi sebagai persentase dari skor maksimum

Pola peningkatan ini mendukung asumsi bahwa *microteaching* dapat memicu perkembangan PCK, terutama ketika peserta diminta untuk mengambil keputusan secara sadar tentang bagaimana menyajikan materi, mengantisipasi kesulitan siswa, serta merancang penilaian. Selain itu, membaiknya efikasi diri TPACK dan TIK juga menegaskan bahwa penguasaan teknologi akan lebih kuat jika praktik TIK ditempatkan dalam konteks perancangan dan pengajaran yang otentik, bukan sekadar latihan teknis yang terpisah. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa eksplorasi langsung, perencanaan pembelajaran kolaboratif, dan praktik mengajar berskala kecil dapat memupuk domain-domain TPACK yang berkaitan dengan teknologi.

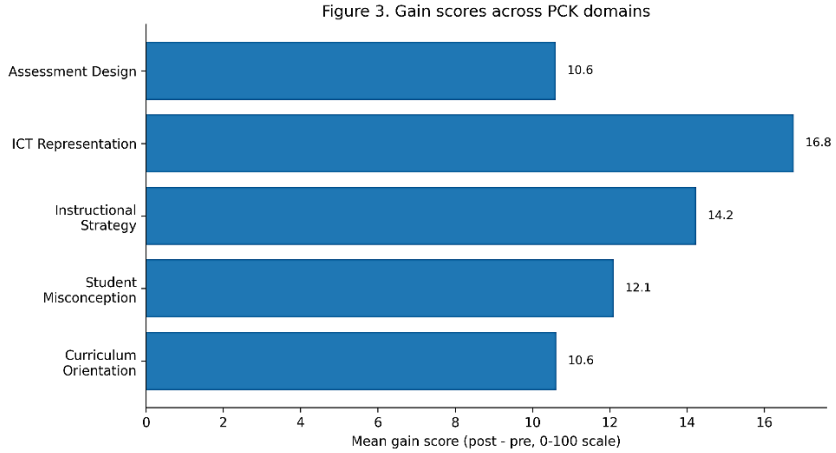
Peningkatan pada Setiap Domain PCK

Jika dilihat lebih rinci per domain, tidak semua aspek PCK mengalami kemajuan yang sama. Peningkatan tertinggi terjadi pada domain representasi TIK, disusul oleh strategi pembelajaran dan diagnosis miskonsepsi siswa. Adapun desain penilaian meningkat dalam skala yang lebih kecil namun tetap bermakna. Hal ini mengindikasikan bahwa menyusun penilaian masih menjadi titik lemah calon guru ketika mereka mengintegrasikan TIK ke dalam pembelajaran sains.

Tabel 5. Skor PCK per domain sebelum dan sesudah intervensi

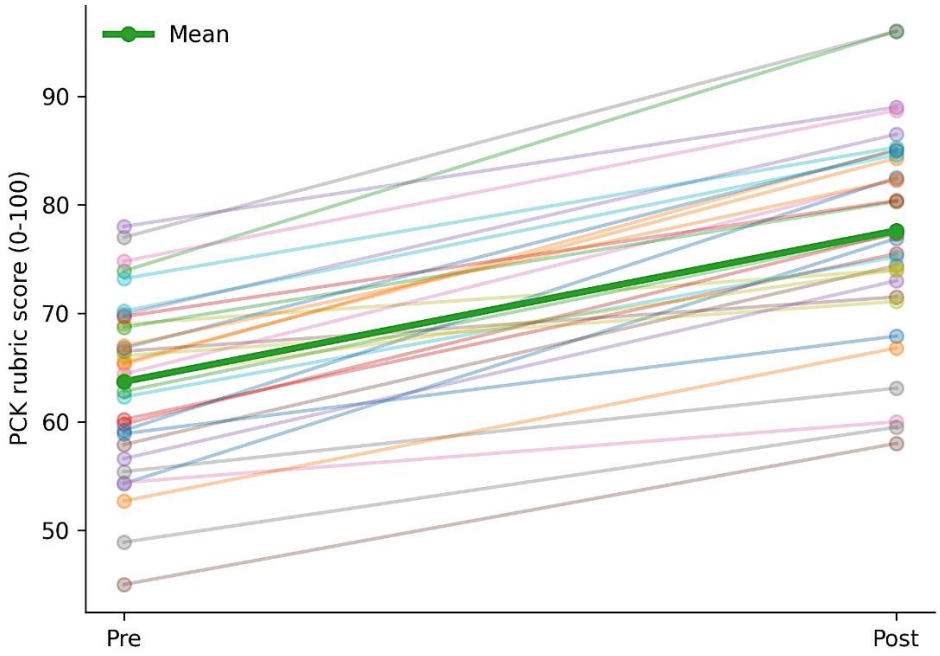
Domain PCK	Rata-rata pretes (SD)	Rata-rata postes (SD)	Peningkatan rata-rata	t(31)	p
Orientasi Kurikulum	63,29 (6,11)	73,91 (6,95)	10,62	15,09	<0,001
Miskonsepsi Siswa	58,14 (7,68)	70,24 (10,31)	12,10	12,82	<0,001
Strategi Pembelajaran	61,62 (8,24)	75,85 (8,51)	14,23	19,64	<0,001
Representasi TIK	56,09 (6,39)	72,85 (6,86)	16,76	22,02	<0,001
Desain Penilaian	58,69 (6,82)	69,28 (8,16)	10,60	15,48	<0,001

Figure 3. Gain scores across PCK domains



Gambar 3. Rata-rata peningkatan skor antar domain PCK

Melonjaknya domain representasi TIK menunjukkan bahwa calon guru diuntungkan oleh proses diminta menjelaskan mengapa suatu alat digital cocok untuk menjelaskan konsep sains tertentu. Sebagai contoh, mereka menggunakan simulasi untuk memperlihatkan proses yang tidak kasatmata seperti pergerakan partikel, sementara mikroskop digital dan tugas berbasis gambar digunakan untuk mendukung pengamatan serta penjelasan berbasis bukti. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa TIK seharusnya diperlakukan sebagai sumber daya representasional dan alat untuk menyelidiki, bukan sekadar alat bantu presentasi.



Gambar 4. Perubahan individual skor rubrik PCK.

Pola Kualitatif dari Refleksi dan Umpan Balik Rekan Sejawat

Melalui pengodean tematik terhadap catatan refleksi dan umpan balik dari rekan, muncul empat tema utama. **Pertama**, para peserta semakin sadar bahwa menjelaskan materi sains secara ilmiah membutuhkan strategi representasi yang matang, terutama karena siswa sering membawa miskonsepsi. **Kedua**, meninjau ulang rekaman video membantu mereka melihat celah antara rencana pembelajaran dan praktik mengajar yang sesungguhnya. **Ketiga**, umpan balik dari teman sejawat turut memperbaiki cara mereka menggunakan TIK: alih-alih sekadar menampilkan animasi yang menarik perhatian, mereka mulai menghubungkan simulasi atau media visual dengan pertanyaan-pertanyaan, prediksi, dan bukti ilmiah. **Keempat**, merancang penilaian tetap menjadi aspek tersulit, karena peserta cenderung membuat soal yang hanya menguji hafalan, bukan tugas penilaian formatif yang memanfaatkan TIK.

Tabel 6. Tema kualitatif dari data refleksi dan umpan balik rekan sejawat

Tema	Pola ilustratif	Implikasi terhadap PCK/TPACK
Representasi konsep sains yang abstrak	Peserta merevisi penjelasan mereka dengan menggunakan simulasi, diagram, dan jeda video agar proses yang tak terlihat menjadi teramati.	Memperkuat representasi konten
Pertanyaan berorientasi miskonsepsi	Umpan balik dari rekan sering mendorong penyaji untuk mengantisipasi gagasan salah siswa dan menggunakan pertanyaan probing.	Meningkatkan pengetahuan tentang peserta didik dan strategi pembelajaran
Kesesuaian TIK dengan pedagogi	Peserta beralih dari sekadar menyisipkan gambar atau slide dekoratif menuju penggunaan alat yang terhubung dengan prediksi, inkuiri, atau penjelasan.	Meningkatkan integrasi TPACK
Tantangan dalam desain penilaian	Peserta masih kesulitan merancang tugas penilaian formatif yang memanfaatkan bukti digital atau respons siswa secara langsung.	Perlu dukungan lebih lanjut pada PCK terkait penilaian

Pola-pola kualitatif di atas menjelaskan mengapa intervensi ini berhasil mendongkrak representasi TIK dan strategi pembelajaran, tetapi peningkatan pada desain penilaian relatif lebih kecil. Refleksi melalui video membuat praktik mengajar menjadi tampak nyata, sehingga peserta dapat membandingkan apa yang mereka rencanakan dengan apa yang benar-benar terjadi di kelas. Hal ini sejalan dengan temuan-temuan terdahulu bahwa praktik mengajar berskala kecil yang difasilitasi rekaman video serta umpan balik dari teman sejawat dapat mendorong refleksi yang lebih dalam dan perbaikan tindakan mengajar yang lebih aplikatif. Temuan ini juga menggarisbawahi perlunya petunjuk terstruktur ketika calon guru diminta memberikan umpan balik tentang integrasi teknologi, karena tanpa arahan, umpan balik dari rekan cenderung hanya menyentuh fitur permukaan dan kurang menyoroti keselarasan pedagogis.

PEMBAHASAN

temuan kuantitatif dan kualitatif dari penelitian ini menunjukkan bahwa *microteaching* berbantuan TIK dapat berfungsi sebagai jembatan praktis antara PCK dan TPACK bagi calon guru matematika. Seperti telah diuraikan pada bagian hasil, terjadi peningkatan simultan pada PCK, efikasi diri TPACK, efikasi diri TIK, dan kinerja mengajar calon guru matematika setelah mengikuti intervensi selama delapan minggu. Temuan ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya bahwa kegiatan langsung seperti *microteaching*, perancangan pembelajaran kolaboratif, dan umpan balik dari rekan sejawat secara signifikan dapat mengembangkan TPACK calon guru matematika. Sebuah studi yang mengintegrasikan

kerangka TPACK ke dalam mata kuliah metode pembelajaran matematika juga membuktikan bahwa *microteaching* dan demonstrasi mengajar memungkinkan calon guru mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan mereka serta meningkatkan praktik mengajar.

Yang menarik, intervensi ini tidak memperlakukan kemampuan TIK sebagai keterampilan teknis yang berdiri sendiri, melainkan sebagai bagian integral dari proses merancang representasi matematika (misalnya representasi grafik, tabel, simbol, atau model geometri dinamis), mendiagnosis kesalahan konsep siswa dalam matematika, menyusun aktivitas pemecahan masalah, dan merevisi penilaian. Struktur terintegrasi inilah yang kemungkinan besar menjelaskan mengapa keempat luaran meningkat secara simultan. Pendekatan ini sejalan dengan gagasan bahwa penguasaan teknologi akan lebih kuat jika praktik TIK ditempatkan dalam konteks perancangan dan pengajaran yang otentik, bukan sekadar latihan teknis yang terpisah. Dengan kata lain, intervensi ini berhasil menciptakan kondisi di mana calon guru matematika tidak hanya belajar *tentang* TIK, tetapi belajar *dengan* dan *melalui* TIK untuk tujuan pedagogis yang spesifik terhadap konten matematika seperti menggunakan perangkat lunak geometri dinamis untuk mengeksplorasi teorema atau simulasi untuk memvisualisasikan konsep abstrak seperti limit dan peluang.

Dukungan Universitas dan Efikasi Diri TIK dalam Konteks Pembelajaran Matematika

Temuan ini juga menegaskan bahwa dukungan universitas memiliki peran penting, terutama ketika diterjemahkan menjadi kesempatan pedagogis yang konkret. Menyediakan platform digital, perangkat lunak matematika (misalnya GeoGebra, MATLAB, atau kalkulator grafik), atau alat perekam video saja tidaklah cukup jika calon guru tidak dituntun untuk menggunakannya dalam pengambilan keputusan mengajar yang spesifik terhadap topik matematika. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa meskipun guru matematika sering menggunakan teknologi dasar seperti papan tulis pintar dan perangkat lunak presentasi, mereka masih mengalami kekurangan signifikan dalam dimensi desain dan kemahiran TPACK, yang berdampak pada kemampuan mereka mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam pembelajaran matematika.

Di sinilah efikasi diri TIK memainkan peran penting. Sebagaimana ditemukan dalam penelitian ini, calon guru matematika yang merasa lebih mampu menggunakan teknologi cenderung lebih berani bereksperimen dengan berbagai representasi digital (misalnya memanipulasi objek geometri 3D atau membuat simulasi aljabar) dan lebih terbuka terhadap

umpan balik. Interpretasi ini konsisten dengan bukti empiris bahwa efikasi diri TIK berperan sebagai mediator antara dukungan kelembagaan dan perkembangan TPACK calon guru. Temuan ini memiliki implikasi penting bagi pendidikan guru matematika: intervensi tidak cukup hanya berfokus pada penyediaan infrastruktur dan pelatihan teknis; intervensi juga harus membangun kepercayaan diri calon guru matematika dalam menggunakan teknologi untuk tujuan pengajaran. Kepercayaan diri ini, seperti dijelaskan dalam teori efikasi diri Bandura, sebagian besar dibangun melalui pengalaman penguasaan (*mastery experiences*), yaitu keberhasilan dalam mengajar matematika dengan TIK yang diikuti dengan umpan balik dan revisi.

Refleksi Berbantuan Video dan Umpan Balik Rekan Sejawat dalam Microteaching Matematika

Pola kualitatif dari refleksi dan umpan balik rekan sejawat mengungkapkan bahwa refleksi melalui video membuat praktik mengajar matematika menjadi tampak nyata, sehingga peserta dapat membandingkan apa yang mereka rencanakan dengan apa yang benar-benar terjadi di kelas. Calon guru matematika melaporkan bahwa menonton rekaman diri mereka sendiri membantu menyadari, misalnya, bagaimana mereka menjelaskan langkah-langkah penyelesaian soal, apakah mereka memberikan waktu berpikir yang cukup, atau bagaimana mereka merespons jawaban siswa yang keliru. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa *microteaching* berbantuan video dan umpan balik dari rekan dapat mendorong refleksi yang lebih dalam serta perbaikan praktik mengajar yang lebih aplikatif. Sebuah studi terbaru menemukan bahwa program pelatihan yang mengintegrasikan *microteaching* dengan teknologi visualisasi video, tinjauan sejawat, dan refleksi diri berhasil meningkatkan efikasi diri guru secara signifikan serta membantu calon guru dalam memahami dan menganalisis dinamika interaksi kelas secara lebih holistik.

Selain itu, penelitian lain mengonfirmasi bahwa penggunaan video *microteaching* yang direkam sendiri dan umpan balik dari rekan secara efektif meningkatkan keterampilan dan kemampuan reflektif calon guru, membantu transisi mereka ke profesi mengajar, serta meningkatkan pengambilan keputusan pedagogis mereka. Namun, temuan kami juga menggarisbawahi perlunya petunjuk terstruktur dalam proses umpan balik. Tanpa arahan yang jelas, umpan balik dari rekan cenderung hanya menyentuh fitur permukaan—seperti penampilan, suara, atau kelancaran penyampaian dan kurang menyoroti keselarasan pedagogis antara penggunaan alat TIK, konsep matematika, dan strategi pembelajaran. Hal

ini sejalan dengan rekomendasi bahwa program pendidikan guru harus menerapkan pedoman yang jelas untuk proses umpan balik sejawat, dengan fokus pada umpan balik yang konstruktif untuk menciptakan lingkungan belajar yang kolaboratif dan inklusif.

Tantangan dalam Desain Penilaian Pembelajaran Matematika Berbantuan TIK

Salah satu temuan paling signifikan dari penelitian ini adalah peningkatan yang relatif lebih kecil pada domain desain penilaian dibandingkan dengan domain PCK lainnya. Meskipun calon guru matematika berhasil memperbaiki cara mereka merepresentasikan materi (misalnya menggunakan grafik dinamis atau manipulasi virtual) dan menyusun strategi pembelajaran (misalnya pemecahan masalah berbantuan TIK), mereka masih mengalami kesulitan ketika diminta merancang penilaian yang benar-benar memanfaatkan potensi TIK. Temuan ini mencerminkan tantangan yang lebih luas dalam pendidikan guru matematika, di mana merancang penilaian berbantuan TIK dan menyelaraskan alat digital dengan konten matematika serta tujuan pembelajaran masih menjadi area yang sulit. Studi deskriptif tentang integrasi laboratorium virtual dalam pengajaran matematika juga mengungkapkan bahwa meskipun guru menguasai domain non-teknologi seperti CK, PK, dan PCK, mereka menunjukkan tingkat kompetensi yang rendah pada domain terkait teknologi, termasuk TK, TPK, dan TPACK secara keseluruhan. Kesenjangan ini mengindikasikan bahwa pengalaman mengajar saja tidak cukup untuk mengembangkan kemampuan integrasi teknologi; diperlukan pelatihan profesional yang disesuaikan dan dukungan berkelanjutan.

Implikasi dari temuan ini sangat jelas: intervensi di masa depan harus secara eksplisit menyediakan contoh-contoh penilaian formatif berbantuan TIK yang kontekstual dan aplikatif dalam pembelajaran matematika. Calon guru perlu dibekali dengan model-model konkret, seperti meminta siswa menggambar grafik fungsi, tugas prediksi berbasis simulasi (misalnya memprediksi perilaku fungsi kuadrat dengan menggeser parameter), interpretasi data dari perangkat lunak statistika, anotasi langkah-langkah penyelesaian soal menggunakan papan tulis interaktif, hingga rubrik penilaian sejawat untuk presentasi proyek matematika. Tanpa dukungan semacam ini, calon guru matematika mungkin akan mengintegrasikan TIK hanya pada tahap presentasi dan representasi menggunakan teknologi sebagai alat bantu yang menarik—namun belum sampai pada pemanfaatan TIK untuk mengumpulkan bukti otentik tentang pemahaman matematis siswa, seperti kemampuan bernalar, memecahkan masalah, atau mengomunikasikan ide matematika. Kemampuan untuk mendesain penilaian yang terintegrasi TIK merupakan aspek krusial dari TPACK yang matang, karena penilaian

merupakan jembatan antara pembelajaran dan pengambilan keputusan instruksional. Mengabaikan aspek ini berarti intervensi hanya menghasilkan calon guru yang mahir secara teknis namun belum kompeten secara pedagogis dalam ranah penilaian.

Kontribusi, Implikasi, dan Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dan praktis bagi pendidikan guru matematika. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat model TPACK dengan menunjukkan secara empiris bagaimana keempat komponennya yaitu; PCK, TPACK, efikasi diri TPACK, dan efikasi diri. TIK dapat dikembangkan secara simultan melalui intervensi terstruktur yang menekankan pada praktik otentik, kolaborasi, dan refleksi dalam konteks pembelajaran matematika. Secara praktis, penelitian ini menawarkan model intervensi *microteaching* berbantuan TIK yang dapat diadopsi atau diadaptasi oleh lembaga pendidikan guru matematika, terutama di negara berkembang yang tengah berupaya mengintegrasikan TIK ke dalam kurikulum.

Implikasi utama dari penelitian ini adalah bahwa pendidikan guru matematika tidak dapat lagi memisahkan pelatihan TIK dari pelatihan pedagogi konten. Keduanya harus dipadukan dalam pengalaman belajar yang otentik, di mana calon guru secara aktif merancang, mengimplementasikan, dan merevisi pembelajaran matematika dengan dukungan umpan balik yang terstruktur. Selain itu, program pendidikan guru perlu secara sengaja membangun efikasi diri TIK calon guru melalui pengalaman keberhasilan bertahap, mulai dari tugas sederhana (misalnya menggunakan GeoGebra untuk menggambar grafik) hingga kompleks (misalnya merancang simulasi interaktif untuk eksplorasi teorema Pythagoras). Terakhir, penilaian berbantuan TIK dalam matematika harus mendapat perhatian yang lebih besar dalam kurikulum pendidikan guru, karena area ini terbukti paling menantang.

Penelitian ini bukannya tanpa keterbatasan. Pertama, desain satu kelompok tanpa kelompok kontrol membatasi kemampuan kita untuk secara definitif mengatribusikan peningkatan semata-mata pada intervensi. Kedua, ukuran sampel yang relatif kecil (n=32) dan penggunaan sampel konvenien membatasi generalisasi temuan. Ketiga, data dikumpulkan dalam satu institusi, sehingga konteks institusional mungkin memengaruhi hasil. Keempat, penelitian ini hanya mengukur efek jangka pendek; tidak diketahui apakah peningkatan yang diamati bertahan seiring waktu atau ditransfer ke praktik mengajar di kelas yang sebenarnya. Penelitian longitudinal di masa depan dengan kelompok kontrol, sampel

yang lebih besar dan beragam, serta pengukuran di kelas nyata sangat diperlukan untuk mengatasi keterbatasan ini.

KESIMPULAN

Artikel ini menyajikan sebuah intervensi *microteaching* berbantuan TIK yang dirancang untuk meningkatkan PCK calon guru matematika dalam konteks pendidikan guru matemmatika. Dengan menggunakan kumpulan data konstruksi untuk 32 partisipan, analisis menunjukkan peningkatan substansial pada skor rubrik PCK, efikasi diri TPACK, efikasi diri TIK, dan kinerja *microteaching*. Peningkatan terbesar pada domain PCK terjadi pada representasi TIK, yang mengindikasikan bahwa *microteaching* terstruktur dapat membantu calon guru mengubah alat digital menjadi representasi sains yang bermakna. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa model intervensi praktis yang menggabungkan perencanaan pembelajaran kolaboratif, eksplorasi TIK, *microteaching* yang direkam video, umpan balik dari rekan sejawat, dan revisi reflektif. Model ini berguna bagi para pendidik guru yang ingin melampaui sekadar lokakarya teknis TIK menuju pengembangan terintegrasi antara konten, pedagogi, teknologi, dan penilaian. Namun, naskah ini masih menggunakan data sintetis dan tidak boleh disajikan sebagai studi empiris sebelum data aktual dikumpulkan dan dianalisis. Penelitian ke depan sebaiknya menerapkan model ini dengan data kelas yang autentik, menyertakan kelompok pembanding jika memungkinkan, serta menguji transfer jangka panjang ke praktik mengajar di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

Abualrob, M. M. A., & Al-Saadi, S. H. (2025). Evaluating the role of technological pedagogical content knowledge in ICT-enhanced science education. *International Journal of Information and Education Technology, 15*(1), 117–126. https://doi.org/10.18178/ijiet.2025.15.1.2224

Aktaş, İ., & Özmen, H. (2020). Investigating the impact of TPACK development course on pre-service science teachers' performances. *Asia Pacific Education Review, 21*(4), 667–682. https://doi.org/10.1007/s12564-020-09653-x

Alayyar, G. M., Fisser, P., & Voogt, J. (2012). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service science teachers: Support from blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology, 28*(8), 1298–1316. https://doi.org/10.14742/ajet.773

Aumann, A., Schnebel, S., & Weitzel, H. (2023). The EnTPACK rubric: Development, validation, and reliability of an instrument for measuring pre-service science teachers'

enacted TPACK. *Frontiers in Education, 8*, Article 1190152. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1190152

Aydogan Yenmez, A., Özpinar, İ., & Gökçe, S. (2017). Examining changes in preservice mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge from their microteaching. *Educational Sciences: Theory & Practice, 17*(5), 1699–1732. https://doi.org/10.12738/estp.2017.5.0454

Canbazoglu Bilici, S., Guzey, S. S., & Yamak, H. (2016). Assessing pre-service science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) through observations and lesson plans. *Research in Science & Technological Education, 34*(2), 237–251. https://doi.org/10.1080/02635143.2016.1144050

Durdu, L., & Dag, F. (2017). Pre-service teachers' TPACK development and conceptions through a TPACK-based course. *Australian Journal of Teacher Education, 42*(11), 150–171. https://doi.org/10.14221/ajte.2017v42n11.10

Ekawati, Y. N., Yuliasri, I., Saleh, M., & Haryanti, R. P. (2026). Blended collaborative peer review of teaching during teaching practice: Fostering pre-service teachers' TPACK. *Issues in Educational Research, 36*(1), 53–78.

Franke, U., Backfisch, I., Scherzinger, L., Tolou, A., Thyssen, C., Brahm, T., Rudolf, I., & Lachner, A. (2024). Do prompts and strategy instruction contribute to pre-service teachers' peer-feedback on technology-integration? *Educational Technology Research and Development, 72*, 3117–3138. https://doi.org/10.1007/s11423-024-10403-8

Guo, C., Mu, M., Chen, J., & Chen, X. (2026). Supporting pre-service teachers' TPACK development and technology integration in collaborative lesson planning. *Humanities and Social Sciences Communications, 13*, Article 322. https://doi.org/10.1057/s41599-026-06679-1

Karakaş, A., & Yükselir, C. (2025). Peer and instructor feedback on pre-service EFL teachers' reflection types and levels in video-mediated microteaching. *Studies in Educational Evaluation, 85*, Article 101457. https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2025.101457

Kartal, T., Öztürk, N., & Ekici, G. (2012). Developing pedagogical content knowledge in preservice science teachers through microteaching lesson study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 46*, 2753–2758. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.560

Koh, J. H. L., & Divaharan, S. (2013). Towards a TPACK-fostering ICT instructional process for teachers: Lessons from the implementation of interactive whiteboard instruction. *Australasian Journal of Educational Technology, 29*(2), 233–247. https://doi.org/10.14742/ajet.97

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Yilmaz Ozden, S., & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education, 71*, 206–221. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020

Murphy Odo, D. (2023). Perceptions of preservice English teachers regarding peer reaction video feedback on their microteaching. *SAGE Open, 13*(4). https://doi.org/10.1177/21582440231210652

Muslimin, A. I., Mukminatien, N., & Ivone, F. M. (2022). The effect of technology based instruction lesson plan on EFL pre-service teachers' TPACK self-efficacy. *World Journal of English Language, 12*(6), 304–314. https://doi.org/10.5430/wjel.v12n6p304

Önal, A. (2019). An exploratory study on pre-service teachers' reflective reports of their video-recorded microteaching. *Journal of Language and Linguistic Studies, 15*(3), 806–830. https://doi.org/10.17263/jlls.631520

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4–14. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

Udomkan, W., & Suwannoi, P. (2018). Developing pre-service science teachers' pedagogical content knowledge by using training program. *AIP Conference Proceedings, 1923*(1), Article 030055. https://doi.org/10.1063/1.5019546

Wang, Q., & Zhao, G. (2021). ICT self-efficacy mediates most effects of university ICT support on preservice teachers' TPACK: Evidence from three normal universities in China. *British Journal of Educational Technology, 52*(6), 2319–2339. https://doi.org/10.1111/bjet.13141

Yeh, Y.-F., Chien, S.-P., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2015). Rubrics of TPACK-P for teaching science with ICTs. In Y.-S. Hsu (Ed.), *Development of science teachers' TPACK: East Asian practices* (pp. 53–70). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-287-441-2_4