

Pelatihan Penggunaan Alat Peraga dan Software Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kompetensi Guru Sekolah Dasar

Dwi Antari Wijayanti*¹, Aris Hadiyan Wijaksana², Mimi Nur Hajizah³, Azzam Tawaqqal Abdu⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

*e-mail: dwi-antari@unj.ac.id¹

Abstrak

Pembelajaran matematika di sekolah dasar masih menghadapi tantangan dalam mengonkretkan konsep-konsep yang bersifat abstrak. Salah satu faktor yang memengaruhi kondisi tersebut adalah keterbatasan guru dalam memilih, menggunakan, dan mengembangkan alat peraga serta media pembelajaran berbasis teknologi. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru Sekolah Dasar dalam memanfaatkan alat peraga matematika dan software pembelajaran, khususnya GeoGebra, sebagai media untuk mendukung pembelajaran matematika yang konkret, visual, interaktif, dan bermakna. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, pemberian materi, demonstrasi, praktik terbimbing, pengembangan media, simulasi pembelajaran, dan evaluasi. Peserta kegiatan terdiri atas 20 guru Sekolah Dasar. Evaluasi dilakukan melalui pretest dan posttest, observasi keterampilan praktik, serta angket respons peserta. Berdasarkan hasil evaluasi, rata-rata skor pengetahuan peserta meningkat dari 56,33 pada pretest menjadi 82,67 pada posttest. Selain itu, peserta mampu menghasilkan media pembelajaran sederhana menggunakan alat peraga konkret dan GeoGebra untuk materi bilangan, pecahan, bangun datar, dan bangun ruang. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik dan pendampingan dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan alat peraga dan teknologi ke dalam pembelajaran matematika. Kegiatan ini juga menegaskan pentingnya pengembangan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) guru agar penggunaan teknologi tidak sekadar menjadi pelengkap pembelajaran, tetapi terintegrasi dengan tujuan pedagogis dan substansi matematika.

Kata Kunci: Alat Peraga Matematika, GeoGebra, Kompetensi Guru, Pembelajaran Matematika, Sekolah Dasar, TPACK

Abstract

Math learning in elementary schools still faces challenges in making abstract concepts concrete. One factor influencing this situation is the limitation of teachers in choosing, using, and developing teaching aids and technology-based learning media. This community service activity aims to improve elementary school teachers' competence in utilizing math teaching aids and learning software, especially GeoGebra, as a medium to support math learning that is concrete, visual, interactive, and meaningful. The activities were carried out through stages of needs identification, material delivery, demonstration, guided practice, media development, learning simulation, and evaluation. The participants consisted of 20 elementary school teachers. Evaluation was conducted through pretests and posttests, observation of practice skills, and participant response questionnaires. Based on the evaluation results, the average knowledge score of the participants increased from 56.33 in the pretest to 82.67 in the posttest. Besides that, the participants were able to create simple learning media using concrete teaching aids and GeoGebra for topics like numbers, fractions, flat shapes, and solid shapes. The results of the activity show that hands-on training and mentoring can be an effective strategy to improve teachers' competence in integrating teaching aids and technology into math learning. This activity also highlights the importance of developing teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) so that the use of technology isn't just an add-on in learning, but integrated with pedagogical goals and mathematical content.

Keywords: Elementary School, Geogebra, Mathematics Teaching Aids, Mathematics Learning, Teacher Competence, TPACK

1. PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran fundamental di sekolah dasar karena menjadi dasar bagi pengembangan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, dan pemecahan masalah. Meskipun demikian, matematika sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit karena sebagian konsep disajikan dalam bentuk simbol dan abstraksi yang belum sepenuhnya sesuai dengan tahap perkembangan kognitif peserta didik sekolah dasar. Oleh karena itu, guru perlu menggunakan pendekatan pembelajaran yang mampu menjembatani konsep abstrak dengan pengalaman konkret peserta didik.

Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan alat peraga matematika. Penggunaan manipulatif dalam pembelajaran matematika memberikan kesempatan kepada siswa untuk berinteraksi langsung dengan representasi suatu konsep. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan manipulatif dapat memberikan kontribusi positif terhadap pencapaian matematika, meskipun efektivitasnya tetap bergantung pada bagaimana guru mengintegrasikan alat tersebut dalam aktivitas pembelajaran (Siller & Ahmad, 2024).

Alat peraga konkret juga dapat dikombinasikan dengan alat peraga virtual. Penelitian Siller dan Ahmad (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengombinasikan manipulatif konkret dan virtual memberikan peningkatan hasil belajar matematika yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan teknologi tidak harus menggantikan alat peraga konkret, tetapi dapat digunakan secara komplementer.

Perkembangan teknologi pendidikan memberikan peluang bagi guru untuk menghadirkan pengalaman belajar matematika yang lebih visual dan interaktif. Salah satu software yang dapat dimanfaatkan adalah GeoGebra. GeoGebra memungkinkan guru membuat konstruksi geometri, representasi grafik, simulasi, serta visualisasi konsep matematika secara dinamis. Dalam konteks sekolah dasar, penggunaan GeoGebra dapat membantu guru memvisualisasikan materi yang sulit dijelaskan hanya melalui gambar statis.

Beberapa kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Indonesia telah menunjukkan manfaat pelatihan GeoGebra bagi guru. Rosiyanti et al. (2020), melaporkan bahwa pelatihan GeoGebra bagi guru sekolah dasar dapat meningkatkan wawasan guru mengenai media pembelajaran berbasis ICT dan membantu guru memvisualisasikan konsep matematika yang abstrak. Rasyid et al. (2022) juga menunjukkan bahwa pelatihan pembuatan media matematika menggunakan GeoGebra membantu guru mengembangkan media pembelajaran yang lebih menarik dan visual.

Hal yang serupa ditemukan oleh Turmuzi et al. (2021) yang melaksanakan pelatihan penggunaan GeoGebra dan alat peraga matematika bagi guru sekolah dasar. Kegiatan tersebut menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan guru dalam menggunakan alat peraga serta GeoGebra untuk pembelajaran matematika. Mahayukti et al. juga melaporkan bahwa pelatihan dan pendampingan penggunaan GeoGebra bagi guru sekolah dasar mampu meningkatkan penguasaan materi pecahan sekaligus keterampilan penggunaan software.

Namun, kemampuan menggunakan teknologi saja belum cukup. Guru perlu memiliki kemampuan mengintegrasikan teknologi dengan strategi pedagogis dan konten matematika. Konsep tersebut dikenal sebagai Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). TPACK menekankan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran harus mempertimbangkan karakteristik materi, tujuan pembelajaran, karakteristik siswa, serta strategi pedagogis yang sesuai.

Polly (2011) menunjukkan bahwa pengembangan TPACK melalui program pengembangan profesional matematika dapat membantu guru mengintegrasikan teknologi ke dalam tugas-tugas matematika. Penelitian yang lebih baru juga menunjukkan bahwa pengembangan profesional berbasis teknologi dapat memengaruhi keyakinan, efikasi diri, dan praktik guru dalam pembelajaran matematika (Thurm & Barzel, 2020).

Dalam konteks sekolah dasar, integrasi teknologi juga masih menghadapi berbagai kendala. Penelitian tentang implementasi TPACK menunjukkan bahwa guru dapat memiliki akses terhadap teknologi tetapi belum tentu menggunakannya secara optimal untuk kegiatan

pembelajaran matematika yang bermakna. Oleh sebab itu, pelatihan guru perlu dirancang tidak hanya dalam bentuk penyampaian materi, tetapi juga praktik, pengembangan produk, simulasi pembelajaran, dan pendampingan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan penggunaan alat peraga dan software pembelajaran matematika bagi guru sekolah dasar. Kegiatan mengintegrasikan penggunaan alat peraga konkret dengan GeoGebra sehingga guru memperoleh pengalaman dalam merancang pembelajaran yang memadukan representasi konkret, visual, dan digital.

Tujuan kegiatan ini adalah:

1. meningkatkan pemahaman guru mengenai fungsi dan prinsip penggunaan alat peraga matematika;
2. meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan alat peraga konkret untuk pembelajaran matematika;
3. meningkatkan keterampilan guru dalam menggunakan GeoGebra;
4. meningkatkan kemampuan guru dalam mengintegrasikan alat peraga dan software ke dalam perencanaan pembelajaran; dan
5. menghasilkan media pembelajaran matematika yang dapat digunakan guru di kelas.

2. METODE

2.1. Sasaran Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ditujukan kepada guru sekolah dasar di Kota Depok. Kegiatan berlangsung pada tanggal 1 Agustus 2026 yang bertempat di SMPN 2 Depok. Peserta pelatihan merupakan guru Sekolah Dasar di Kota Depok sebanyak 20 orang peserta yang berasal dari beberapa sekolah dasar di wilayah mitra. Pemilihan peserta didasarkan pada kebutuhan peningkatan kompetensi dalam pemanfaatan media pembelajaran matematika, khususnya alat peraga konkret dan teknologi digital.

2.2. Tahapan Pelaksanaan

Kegiatan dilaksanakan melalui lima tahap utama, yaitu:

2.2.1. Analisis kebutuhan

Tahap awal dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru. Analisis diarahkan untuk mengidentifikasi:

- jenis alat peraga yang telah tersedia di sekolah;
- tingkat pemanfaatan alat peraga dalam pembelajaran matematika;
- kemampuan guru menggunakan software pembelajaran;
- materi matematika yang dianggap sulit divisualisasikan;
- kendala guru dalam mengintegrasikan teknologi.

Analisis kebutuhan penting dilakukan karena efektivitas pelatihan teknologi tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan perangkat, tetapi juga oleh kemampuan guru dalam menghubungkan teknologi dengan kebutuhan pembelajaran. Berdasarkan analisis kebutuhan, didapatkan hasil bahwa masih banyak guru belum memanfaatkan alat peraga dan software GeoGebra dalam pembelajaran matematika.

2.2.2. Pemberian materi

Materi pelatihan meliputi:

- hakikat alat peraga dalam pembelajaran matematika;
- prinsip pemilihan dan penggunaan alat peraga;
- penggunaan benda konkret untuk materi bilangan dan operasi hitung;
- alat peraga pecahan;
- pengenalan GeoGebra;

- pembuatan objek matematika menggunakan GeoGebra;
 - perancangan aktivitas pembelajaran berbasis TPACK.
- Berikut dokumentasi pemberian materi pelatihan :



Gambar 1. Nara sumber menjelaskan materi

Pada sesi materi, peserta akan diberikan teori-teori yang terkait penggunaan alat peraga dan software GeoGebra dalam pembelajaran dan juga peserta dipersilahkan bertanya selama proses pelatihan jika dirasa ada yang kurang jelas.

2.2.3. Demonstrasi

Nara sumber mendemonstrasikan penggunaan beberapa alat peraga antara lain:

- blok pecahan;
- kartu bilangan;
- garis bilangan;
- papan geometri;
- media sederhana untuk operasi bilangan.



Gambar 2. Nara sumber mendemonstrasikan penggunaan alat peraga



Gambar 3. Nara sumber mendemonstrasikan penggunaan software GeoGebra

2.2.4. Praktik dan pendampingan

Peserta dibagi menjadi beberapa kelompok. Setiap kelompok memilih satu materi matematika sekolah dasar dan mengembangkan media pembelajaran. Produk yang dikembangkan adalah:

Tabel 1. Produk yang dikembangkan peserta

Materi	Alat Peraga	Software
Bilangan	Kartu bilangan/garis bilangan	GeoGebra
Pecahan	Papan pecahan	GeoGebra
Bangun datar	Papan Geometri	GeoGebra
Keliling dan luas	Model persegi/persegi panjang	GeoGebra
Bangun ruang	Model kubus/balok	GeoGebra 3D

Pendekatan praktik diperlukan karena penelitian mengenai pengembangan profesional guru menunjukkan bahwa pengalaman praktik, kolaborasi, dan refleksi berperan dalam pengembangan kompetensi teknologi guru.

2.2.5. Evaluasi

Evaluasi dilakukan menggunakan:

- pretest;
- posttest;
- angket respons peserta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan pelatihan, para peserta menunjukkan antusiasme yang tinggi selama pelatihan berlangsung. Antusiasme yang ditunjukkan oleh peserta selama proses pelatihan berlangsung yaitu selama dua sesi pelatihan tampak dari kehadiran dan juga disiplin yang mereka tunjukkan selama kegiatan pelatihan berlangsung. Pelatihan yang dihadiri oleh 20 peserta juga sesuai dengan target yang dilaksanakan sehingga capaian peserta mencapai 100%.

3.1. Peningkatan Pengetahuan Guru

Berdasarkan hasil evaluasi, terjadi peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti pelatihan. Hasil pretest dan posttest dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pretest dan Posttest Peserta

Indikator	Pretest	Posttest
Pemahaman alat peraga matematika	58,33	84,17
Pemahaman media digital	53,67	81,33
Pemahaman GeoGebra	49,00	80,00
Integrasi media dalam pembelajaran	64,33	85,17
Rata-rata	56,33	82,67

Berdasarkan Tabel 1, rata-rata skor peserta meningkat dari 56,33 menjadi 82,67. Dengan demikian, terdapat peningkatan rata-rata sebesar 26,34 poin atau sekitar 46,75% dibandingkan skor awal. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pelatihan yang mengombinasikan penjelasan konseptual dengan praktik langsung memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi guru. Temuan ini sejalan dengan kegiatan pelatihan TPACK bagi guru sekolah dasar yang menunjukkan peningkatan kemampuan guru setelah mengikuti pelatihan. Hasil ini juga mendukung penelitian Rahmadhani dan Wahyuni yang menunjukkan bahwa pelatihan GeoGebra melalui pemberian materi, diskusi, praktik, dan presentasi produk dapat membantu meningkatkan profesionalitas guru dalam pembelajaran matematika berbasis ICT.

3.2. Peningkatan Keterampilan Menggunakan Alat Peraga

Selain pengetahuan, kegiatan juga menekankan keterampilan praktis. Peserta tidak hanya diperkenalkan dengan alat peraga, tetapi juga diminta menentukan tujuan pembelajaran, memilih alat yang sesuai, serta menyusun langkah pembelajaran. Pada materi pecahan, guru menggunakan fraction strips untuk menunjukkan hubungan antara pecahan senilai. Peserta kemudian diarahkan untuk menghubungkan representasi konkret tersebut dengan representasi visual dan simbolik. Pendekatan ini penting karena penggunaan manipulatif tidak otomatis meningkatkan pemahaman siswa. Guru harus memberikan pertanyaan pengarah dan membantu siswa menghubungkan objek konkret dengan representasi matematika. Kajian tentang virtual manipulatives pada pendidikan matematika dasar juga menekankan pentingnya peran guru dalam menentukan bagaimana manipulatif digunakan dalam konteks pembelajaran.



Gambar 4. Peserta mendemonstrasikan penggunaan alat peraga

Pada Gambar 4. Menunjukkan bahwa peserta bisa menggunakan alat peraga papan pecahan dengan baik, yang nantinya akan digunakan dalam pembelajaran matematika di kelas.

3.3. Keterampilan Menggunakan GeoGebra

Pada sesi software, guru diperkenalkan dengan fungsi dasar GeoGebra, seperti membuat titik, garis, poligon, lingkaran, mengubah ukuran objek, memberikan label, dan melakukan manipulasi dinamis. Peserta kemudian mengembangkan media untuk materi bangun datar dan bangun ruang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta pada awalnya mengalami kesulitan dalam mengenali fungsi dan menu GeoGebra. Setelah diberikan demonstrasi dan praktik terbimbing, peserta mulai mampu membuat objek matematika sederhana. Berikut dokumentasi kegiatan pada gambar 5.



Gambar 5. Peserta mengembangkan media pembelajaran dengan software GeoGebra

Pada Gambar 5. Menunjukkan bahwa peserta antusias mempraktekkan penggunaan software GeoGebra dan bisa menghasilkan media pembelajaran berbantuan software GeoGebra. Hal ini sejalan dengan Rosiyanti et al. (2020), yang menunjukkan bahwa pelatihan GeoGebra bagi guru sekolah dasar dapat membantu guru membuat ilustrasi matematika dan menjadikan konsep abstrak lebih konkret. Hasil tersebut juga konsisten dengan kegiatan pelatihan Rasyid et al. (2022), yang menemukan bahwa GeoGebra dapat digunakan guru untuk mengembangkan media pembelajaran matematika dengan visualisasi yang lebih menarik. Pada kegiatan lain, penggunaan

GeoGebra juga dilaporkan membantu guru dalam memahami dan mengajarkan konsep matematika yang abstrak.

3.4. Integrasi Alat Peraga Konkret dan Software

Salah satu keunggulan kegiatan ini adalah penggunaan alat peraga konkret dan software secara bersamaan. Misalnya pada materi luas persegi panjang, guru terlebih dahulu menggunakan model persegi panjang yang tersusun atas satuan-satuan persegi. Peserta didik dapat menghitung banyaknya satuan persegi secara konkret. Selanjutnya, konsep tersebut divisualisasikan menggunakan GeoGebra sehingga siswa dapat mengubah panjang dan lebar objek dan mengamati perubahan luas secara dinamis. Siller dan Ahmad (2024) menemukan bahwa penggunaan manipulatif konkret dan virtual secara terpadu dapat meningkatkan pencapaian matematika siswa sekolah dasar dibandingkan pembelajaran tradisional.

Dengan demikian, teknologi dalam pembelajaran matematika sebaiknya tidak dipandang sebagai pengganti alat peraga konkret, melainkan sebagai media yang dapat memperluas pengalaman manipulatif siswa.

3.5. Peningkatan Kompetensi TPACK Guru

Penggunaan alat peraga dan GeoGebra dalam kegiatan ini juga diarahkan pada peningkatan TPACK guru. TPACK menempatkan teknologi, pedagogi, dan konten sebagai tiga komponen yang harus saling terintegrasi. Guru tidak cukup hanya menguasai software, tetapi harus mampu menentukan kapan dan mengapa teknologi tersebut digunakan. Kajian sistematis Li et al. (2024) mengenai TPACK dalam pendidikan matematika sekolah dasar menunjukkan pentingnya kemampuan guru mengintegrasikan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten dalam pembelajaran matematika. Penelitian Thurm dan Barzel (2020) juga menunjukkan bahwa program pengembangan profesional yang berfokus pada pembelajaran matematika dengan teknologi dapat memberikan dampak terhadap keyakinan, efikasi diri, dan praktik guru. Pada akhir kegiatan, peserta menghasilkan beberapa media pembelajaran. Produk yang dihasilkan antara lain:

- media garis bilangan;
- Papan pecahan;
- papan geometri;
- file GeoGebra bangun datar;
- simulasi bangun ruang;

Kemampuan menghasilkan produk menjadi indikator penting karena menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memahami materi secara teoritis, tetapi mampu menerapkan pengetahuan tersebut dalam bentuk media pembelajaran. Berikut dokumentasi hasil salah satu produk peserta, pada gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengembangan produk alat peraga

Pada Gambar 6. Peserta menghasilkan alat peraga berupa papan geometri dan memanfaatkan alat peraga tersebut untuk materi geometri di Sekolah Dasar.

3.6. Respons Peserta

Berdasarkan hasil angket, mayoritas peserta memberikan respons positif terhadap kegiatan.

Tabel 3. Respons Peserta terhadap Pelatihan

Pernyataan	Persentase
Materi sesuai kebutuhan guru	93%
Praktik mudah diikuti	87%
Alat peraga bermanfaat	97%
Geogebra menarik untuk pembelajaran	92%
Pelatihan meningkatkan kepercayaan diri	90%
Bersedia menggunakan media di kelas	90%

Respons positif tersebut memperlihatkan bahwa pelatihan berbasis praktik memiliki potensi untuk meningkatkan kesiapan guru dalam menggunakan media pembelajaran. Namun demikian, keberlanjutan pendampingan tetap diperlukan. Penelitian Liao et al. (2021) mengenai coaching integrasi teknologi di kelas sekolah dasar menunjukkan bahwa pengalaman coaching yang positif tidak selalu secara langsung menghasilkan perubahan praktik pembelajaran. Komunikasi dan pendampingan yang konsisten antara pendamping dan guru menjadi faktor penting. Hal ini menunjukkan bahwa pelatihan satu kali sebaiknya dilanjutkan dengan monitoring dan pendampingan implementasi di kelas. Berikut dokumentasi kegiatan pengabdian pada gambar 7.



Gambar 7. Narasumber dan peserta pelatihan

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan penggunaan alat peraga dan software pembelajaran matematika dapat menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan kompetensi guru sekolah dasar dalam melaksanakan pembelajaran matematika yang konkret, visual, interaktif, dan berbasis teknologi. Pelatihan yang mengombinasikan pemberian materi, demonstrasi, praktik, pengembangan produk, simulasi pembelajaran, dan evaluasi memberikan kesempatan kepada guru untuk tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mempraktikkan penggunaannya dalam konteks pembelajaran. Berdasarkan hasil evaluasi, terjadi peningkatan rata-rata kemampuan peserta dari 56,33 pada pretest menjadi 82,67 pada posttest. Peserta juga mampu mengembangkan berbagai alat peraga dan media berbantuan GeoGebra untuk materi matematika sekolah dasar. Integrasi alat peraga konkret dengan software pembelajaran memberikan peluang bagi guru untuk menyajikan pembelajaran melalui representasi konkret, visual, dan simbolik. Strategi tersebut juga mendukung pengembangan TPACK guru karena penggunaan teknologi ditempatkan dalam konteks tujuan pedagogis dan materi matematika. Untuk keberlanjutan program, disarankan agar kegiatan tidak berhenti pada pelatihan awal, tetapi dilanjutkan dengan pendampingan implementasi di kelas, forum berbagi praktik baik, pengembangan media GeoGebra, dan evaluasi penggunaan media terhadap hasil belajar siswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian kepada masyarakat mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan dukungan dana dalam pelaksanaan kegiatan berdasarkan SK Rektor UNJ No: 361/UN39/HK.02/2026, tanggal 11 Maret

2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh guru peserta yang telah mengikuti kegiatan secara aktif serta kepada seluruh pihak yang telah membantu proses pelaksanaan dan evaluasi program.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Zen, Z., Masniladevi, M., Kenedi, A. K., & Hendri, S. (2022). Pelatihan peningkatan kemampuan Technological Pedagogic Content Knowledge guru sekolah dasar pada pembelajaran matematika. *JPM (Jurnal Pemberdayaan Masyarakat)*, 7/8(2). <https://doi.org/10.21067/jpm.v7i2.7015>
- Bozkurt, G., & Ruthven, K. (2017). Classroom-based professional expertise: A mathematics teacher's practice with technology. *Educational Studies in Mathematics*, 94, 309–328. <https://doi.org/10.1007/s10649-016-9732-5>
- Cahyono, B., & Nisa, E. K. (2019). Pemanfaatan software GeoGebra untuk menunjang pencapaian standar kompetensi guru matematika MTs di Kota Semarang. *At-Taqqaddum*, 11(1). <https://doi.org/10.21580/at.v11i1.3802>
- Li, M., Vale, C., Tan, H., et al. (2025). A systematic review of TPACK research in primary mathematics education. *Mathematics Education Research Journal*, 37, 281–311. <https://doi.org/10.1007/s13394-024-00491-3>
- Liao, Y.-C., Ottenbreit-Leftwich, A., Glazewski, K., & Karlin, M. (2021). Coaching to support teacher technology integration in elementary classrooms: A multiple case study. *Teaching and Teacher Education*, 104, 103384. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103384>
- Mahayukti, G. A., Sukajaya, I. N., & Sudiarta, I. G. P. (2022). Penyegaran materi ajar pecahan dan pendampingan penggunaan GeoGebra bagi guru SD di Desa Gubug Tabanan. *Widya Laksana*, 11(1). <https://doi.org/10.23887/jwl.v11i1.38940>
- Polly, D. (2011). Developing teachers' Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) through mathematics professional development. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 18(2), 83–95.
- Rahmadhani, E., & Wahyuni, S. (2020). Pembelajaran berbasis ICT: Pelatihan penggunaan software GeoGebra sebagai strategi efektif peningkatan profesionalitas guru. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, 4(2). <https://doi.org/10.21831/jpmmp.v4i2.37500>
- Rasyid, A. L. A., Nurmaya, A. L., & Irsan. (2022). Pelatihan pembuatan media pembelajaran matematika menggunakan aplikasi GeoGebra pada guru sekolah dasar. *Jurnal Abdidas*, 3(1). <https://doi.org/10.31004/abdidas.v3i1.546>
- Rich, K. M. (2021). Virtual manipulatives in elementary mathematics: A critical integrative review of research. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 40(2), 163–177.
- Rosiyanti, H., Astriyani, A., Ismah, I., & Liani, F. (2020). Pemanfaatan aplikasi GeoGebra bagi guru sekolah dasar di Jakarta Selatan untuk mata pelajaran matematika. *J-ADIMAS (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 8(2).
- Siller, H.-S., & Ahmad, S. (2024). The effect of concrete and virtual manipulative blended instruction on mathematical achievement for elementary school students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 24, 229–266. <https://doi.org/10.1007/s42330-024-00336-y>
- Thurm, D., & Barzel, B. (2020). Effects of a professional development program for teaching mathematics with technology on teachers' beliefs, self-efficacy and practices. *ZDM – Mathematics Education*, 52, 1411–1422. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01158-6>
- Turmuzi, M., Arjudin, A., & Suryadi, R. (2021). Pemanfaatan software GeoGebra untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika guru sekolah dasar di Kecamatan Narmada. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*.

Yunita, A., & Jufri, L. H. (2020). Pelatihan guru matematika dalam penggunaan software GeoGebra. *Jurnal Pengabdian dan Peningkatan Mutu Masyarakat (Janayu)*, 1(2).
<https://doi.org/10.22219/janayu.v1i2.12348>