

Technological, pedagogical, and content knowledge: Merancang Pembelajaran Matematika yang Powerful

Technological, Pedagogical, and Content Knowledge: Designing Powerful Math Learning

Dedi Muhtadi^{1*}, Eko Yulianto², Muhammad Zulfikar Mansyur³, Sukirwan⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi,
Jl. Siliwangi No. 24, Kota Tasikmalaya 46115 - Indonesia

*E-mail corresponding author: dedimuhtadi@unsil.ac.id

Received: 10 Desember 2023; Revised: 2 Februari 2024; Accepted: 19 Mei 2024

Abstrak. Tujuan pengabdian ini adalah untuk memberikan pelatihan dan workshop perancangan pembelajaran matematika bagi guru sekolah dasar dengan fokus pada integrasi *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge* (TPACK). TPACK merupakan pengetahuan profesionalisme guru yang penting untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, membantu guru merancang pembelajaran yang efektif dan efisien, mulai dari penyusunan skenario, skema alur, perangkat, praktik, hingga evaluasi dan refleksi pembelajaran. Metode pengabdian ini melibatkan pelatihan dan workshop yang diselenggarakan dalam bentuk seminar, pelatihan, pendampingan, *Focus Group Discussion*, dan simulasi. Kegiatan ini diikuti oleh 30 peserta yang merupakan guru inti dari seluruh Sekolah Dasar Negeri di wilayah Kecamatan Cisayong Kabupaten Tasikmalaya. Kegiatan dilaksanakan mulai tanggal 29 Juli hingga 19 Agustus 2023, bertempat di SD Negeri Inpres Cigorowong. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa peserta dapat menyusun skenario, skema alur, serta perangkat pembelajaran berbasis TPACK, termasuk RPP, bahan ajar, LKPD, media berbasis Applet Geogebra, dan instrumen evaluasi. Diskusi dari hasil pengabdian ini menunjukkan bahwa pelatihan dan workshop ini efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam merancang pembelajaran matematika yang terintegrasi dengan teknologi. Implementasi dari hasil pengabdian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah dasar, memperkuat peran TPACK dalam pengajaran, dan memberikan dampak positif pada proses pembelajaran dan prestasi siswa.

Kata Kunci: Perancangan pembelajaran; perangkat pembelajaran; skema alur pembelajaran; skenario pembelajaran; *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge*.

Abstract. The purpose of this study is to provide training and workshops on designing mathematics teaching for elementary school teachers with a focus on integrating Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK). TPACK is a crucial aspect of teachers' professionalism, enabling the integration of technology into teaching, assisting teachers in designing effective and efficient teaching, ranging from the development of teaching scenarios, lesson flow schemes, teaching tools, teaching practices, to evaluation and reflection on teaching. The research methodology involves training and workshops conducted in the form of seminars, training sessions, mentoring, Focus Group Discussions, and simulations. This activity is attended by 30 participants who are core teachers from all public elementary schools in the Cisayong District, Tasikmalaya Regency. The activity takes place from July 29 to August 19, 2023, at SD Negeri Inpres Cigorowong. The research findings indicate that participants are able to formulate teaching scenarios, lesson flow schemes, and TPACK-based teaching tools, including lesson plans, teaching materials, worksheets, Applet Geogebra-based media, and evaluation instruments. Discussion of the research results indicates that these training and workshops are effective in enhancing teachers' understanding and skills in designing technology-integrated mathematics teaching. The implementation of these research findings is expected to enhance the quality of mathematics teaching in elementary schools, strengthen the role of TPACK in teaching, and have a positive impact on the teaching process and students' achievement.

Keywords: learning design; learning devices; learning flow scheme; learning scenarios; Technological, Pedagogical, and Content Knowledge.

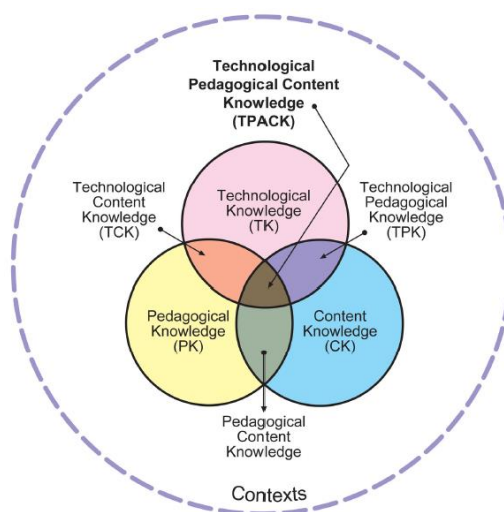
DOI: 10.30653/jppm.v9i3.796



1. PENDAHULUAN

Secara teoritis terdapat 3 faktor utama yang mendukung terciptanya suatu pembelajaran, *pertama*, konten atau isi materi pembelajaran, *kedua*, pedagogis atau cara di mana konten di sampaikan, dan *ketiga*, teknologi atau media yang mendukung terhadap penyampaian konten. Ketiga faktor tersebut telah lama dikonseptualisasikan oleh para ahli sebagai tugas profesionalisme guru untuk menghadirkan pembelajaran yang efektif dan efisien dalam mencapai tujuan pembelajaran. Shulman (1986), misalnya, telah memikirkan bagaimana seorang guru mengambil keputusan tentang apa yang harus diajarkan, bagaimana merepresentasikannya, serta bagaimana menangani masalah kesalahpahaman yang terjadi dalam pembelajaran. Ia dan rekan-rekannya kemudian membangun sebuah kerangka teori “*Pedagogical Content Knowledge (PCK)*” yang menjadi kerangka kerja dalam menganalisis pengetahuan dan kesiapan guru untuk mentransformasi materi dalam suatu pembelajaran. PCK mengkonseptualisasikan hubungan antara pedagogis dan konten yang saling beririsan, di mana irisan di antara keduanya menunjukkan bagaimana pengetahuan guru mengelola suatu topik atau materi menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa atau sebaliknya (Sutamrin dkk., 2022). PCK memiliki peran penting dalam membentuk proses konsepsi serta mengidentifikasi prakonsepsi siswa. Jika guru mampu mengidentifikasi prakonsepsi siswa, maka guru akan mudah untuk memilih informasi yang relevan dengan prakonsepsi siswa, lalu menghubungkan informasi tersebut dengan prakonsepsi yang dimiliki siswa melalui konteks yang sesuai. Dengan cara seperti itu, siswa diharapkan akan lebih mudah untuk memahami dan menginternalisasi konsep yang diajarkan oleh guru.

Mishra & Koehler (2006) kemudian merekonseptualisasikan PCK ke dalam kerangka kerja *Technological, Pedagogical, And Content Knowledge (TPACK)*, yaitu suatu kerangka kerja untuk memahami dan menggambarkan tipe atau jenis pengetahuan yang dibutuhkan oleh guru dalam praktik pedagogik dan pemahaman konsep dengan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran. Ada 3 level pengetahuan yang tersirat dalam kerangka kerja TPACK, yaitu: *pengetahuan dasar*, meliputi: *Technological Knowledge (TK)*, *Pedagogical Knowledge (PK)*, dan *Content Knowledge (CK)*; *pengetahuan perantara*, meliputi: *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, *Technological Content Knowledge (TCK)*, dan *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*; serta *Technological, Pedagogical, And Content Knowledge (TPACK)*. Ketujuh pengetahuan tersebut digambarkan dalam kerangka kerja seperti diperlihatkan pada Gambar 1.

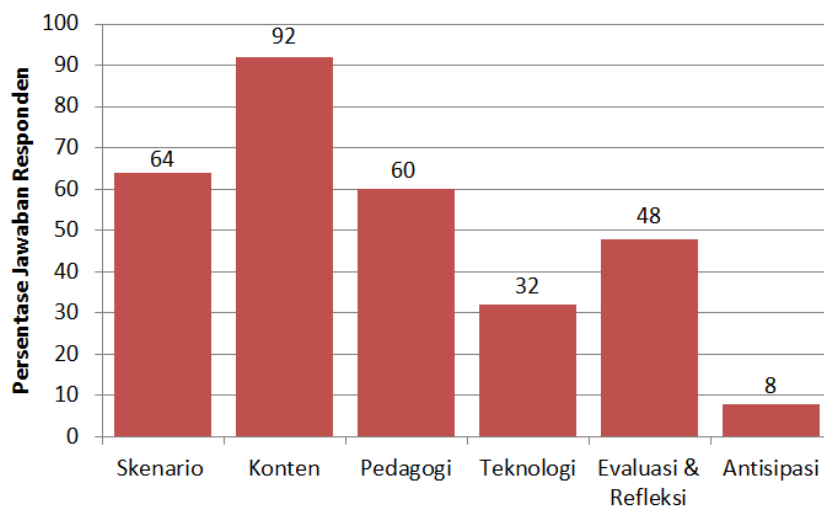


Gambar 1. Kerangka kerja TPACK (Mishra & Koehler, 2006)

Konseptualisasi TPACK seperti yang dilustrasikan pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten saja tidak cukup untuk mempresentasikan pengetahuan profesional guru dalam mengintegrasikan teknologi pada pembelajaran. Untuk mewujudkan TPACK, guru memerlukan pengetahuan untuk mentransformasikan pengetahuan dasar ke dalam pengetahuan perantara (Ay dkk., 2015; Santos & Castro, 2021). Transformasi ini secara eksplisit dapat terlihat dari bagaimana upaya guru dalam merancang suatu pembelajaran, mulai dari: menetapkan skenario pembelajaran, menyusun perangkat pembelajaran, mempraktikkan pembelajaran, serta melakukan evaluasi dan refleksi. Hal ini kemudian menegaskan bahwa kerangka kerja TPACK berperan penting dalam menciptakan pembelajaran yang efektif dan efisien melalui rancangan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi secara komprehensif.

Joan (2013) menegaskan bahwa rancangan pembelajaran merupakan serangkaian aktivitas guru untuk menyajikan pembelajaran pada unit tertentu, mulai dari menyiapkan skenario pembelajaran, melaksanakan pembelajaran, hingga melakukan evaluasi dan refleksi. Titik awal rancangan pembelajaran di mulai dari menyusun skenario pembelajaran dan menjadi bagian yang sangat penting untuk menentukan keberhasilan pembelajaran (Hassan dkk., 2023). Seperti halnya Koehler dkk. (2007) bahwa skenario pembelajaran tidak hanya mencakup pada bagaimana guru menyusun rencana pembelajaran, tetapi bagaimana guru memprediksi, mengelola, dan mengantisipasi pembelajaran hingga dipastikan bahwa pembelajaran sesuai dengan alur yang ditetapkan. Sebagian guru barangkali tidak memikirkan alasan mengapa suatu model pembelajaran itu dipilih ataupun alasan mengapa teknologi tertentu digunakan. Pada kasus yang berbeda guru mengalami hambatan untuk menetapkan model pembelajaran serta teknologi yang relevan untuk mendukung praktik pembelajaran yang efektif dan efisien (Baya'a & Daher, 2015; Kramarski & Michalsky, 2010; Uçar dkk., 2014; Urban dkk., 2018). Hal inilah yang menempatkan pentingnya pengetahuan guru tentang pedagogi, konten, dan teknologi serta bagaimana mengintegrasikannya dalam pembelajaran (Aliustaoğlu & Tuna, 2021; Erdogan & Sahin, 2010; Loong & Herbert, 2018).

Dalam studi pendahuluan yang dilakukan terhadap guru sekolah dasar di Kecamatan Cisayong, Kabupaten Tasikmalaya, pada 11 Juli 2023 diperoleh gambaran tentang bagaimana guru menetapkan skenario pembelajaran; memilih dan menetapkan konten, pedagogi, dan teknologi dalam pembelajaran; serta evaluasi dan refleksi di akhir pembelajaran. Pertanyaan sederhana diajukan terhadap 25 orang guru dalam KKG (Kelompok Kerja Guru) melalui angket tentang apakah guru memilih dan menetapkan skenario pembelajaran, konten, pedagogi, teknologi, melakukan evaluasi dan refleksi, serta antisipasi didaktis-pedagogis. Jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan tersebut disajikan secara akumulatif pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Persepsi guru dalam merancang pembelajaran

Sebagian guru beranggapan bahwa ia telah terbiasa menyusun skenario pembelajaran dalam bentuk rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) (Ramli dkk., 2023; Rikayanti dkk., 2023; Sartika dkk., 2023). Meskipun demikian, skenario pembelajaran yang dirancang oleh guru umumnya berisi tahapan penyampaian konten materi, meliputi: pengertian, contoh soal, dan latihan. Pada Gambar 2 terlihat bahwa persepsi guru pada aspek konten memiliki proporsi paling tinggi dibandingkan aspek lainnya. Hal ini menandakan bahwa dalam perancangan pembelajaran, guru telah melakukan persiapan konten materi dengan baik; memahami konten materi, serta merancang konten materi agar bisa disampaikan dengan mudah kepada siswa. Sebagian guru juga telah menentukan pedagogi yang dianggap relevan dengan konten materi; misalnya dengan menetapkan model pembelajaran berbasis masalah, model *inquiry*, dan seterusnya.

Kondisi sebaliknya, guru belum melakukan persiapan pengelolaan teknologi dengan baik. Pada Gambar 2 terlihat bahwa persepsi guru pada aspek teknologi memiliki proporsi yang cukup rendah dibandingkan dengan aspek lainnya. Hal ini menandakan bahwa dalam perancangan pembelajaran, guru belum menetapkan teknologi sebagai *supporting system* untuk mendukung keberhasilan pembelajaran. Dalam hal ini, penggunaan teknologi baru bersifat situasional ataupun substitusional, misalnya: penggunaan ppt sebagai pengganti tulisan dalam *white board* maupun *software* tertentu untuk menggantikan gambar di papan tulis.

Pada aspek lainnya, guru nampaknya belum memikirkan tentang antisipasi pembelajaran dengan baik apabila terjadi stagnasi dalam pembelajaran. Bahkan untuk suatu antisipasi didaktis, guru hanya melakukan pengulangan dalam penjelasan materi, tetapi tidak merubah pola yang sudah ditetapkan sebelumnya. Dari wawancara terhadap beberapa orang guru diperoleh informasi bahwa ketika guru merancang pembelajaran, guru hanya menentukan materi, memilih model pembelajaran yang sudah terbiasa, serta menggunakan teknologi secara spontan. Hal ini kemudian menguatkan dugaan tentang beberapa permasalahan yang dihadapi oleh guru, di antaranya: (1) guru belum memahami tentang skenario pembelajaran yang sangat berpengaruh terhadap bagaimana materi bisa dipahami oleh siswa, yang didukung oleh penentuan model dan strategi pembelajaran (aspek pedagogi) dan teknologi (aspek teknologi) yang tepat, (2) pemilihan model pembelajaran dan teknologi yang belum terintegrasi dengan konten materi akan berpengaruh pada kontribusi keduanya dalam mencapai tujuan pembelajaran yang optimal, (3) antisipasi pembelajaran baru sebatas melakukan pengulangan tetapi belum sampai kepada pembelajaran yang bermakna, (4) guru belum melakukan evaluasi dan refleksi secara menyeluruh yang mengarah kepada perbaikan pembelajaran.

Dengan mencermati permasalahan yang dihadapi oleh guru SD di Kecamatan Cisayong, maka upaya yang bisa dilakukan adalah mengadakan pelatihan dan workshop perancangan pembelajaran menggunakan kerangka kerja *Technological, Pedagogical, And Content Knowledge* (TPACK). Pelatihan dan workshop ini dilakukan secara berkelanjutan, meliputi: penguasaan materi TPACK dan perancangan pembelajaran, penyusunan perangkat pembelajaran, praktik pembelajaran, serta evaluasi dan refleksi perangkat pembelajaran. Meskipun begitu, pelatihan dan workshop dalam pengabdian ini hanya difokuskan pada perancangan dan penyusunan perangkat pembelajaran, sedangkan untuk tahapan berikutnya akan ditindaklanjuti dengan pengabdian. Subjek pembelajaran yang ditetapkan dalam pengabdian ini adalah matematika, karena matematika dipandang sebagai subjek paling kompleks yang dihadapi guru dalam perancangan pembelajaran. Di samping itu, ketersediaan dosen dalam memfasilitasi bidang ini adalah hal yang paling memungkinkan dibandingkan dengan subjek lainnya.

Berdasarkan pada aspek yang ditargetkan dalam pengabdian ini, maka luaran yang diharapkan adalah: (1) guru mampu menyusun skenario pembelajaran untuk suatu topik matematika tertentu, produknya berupa skenario pembelajaran, (2) guru mampu merancang pembelajaran untuk topik matematika tertentu dengan menggunakan kerangka kerja TPACK, produknya berupa perangkat pembelajaran berbasis TPACK.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam pengabdian ini adalah pelatihan dan *workshop* perancangan pembelajaran matematika menggunakan kerangka kerja *Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK)*. Kegiatan ini dilaksanakan setiap hari Sabtu pada bulan Juli-Agustus 2023, mulai tanggal 29 Juli sampai dengan tanggal 19 Agustus 2023, bertempat di Sekolah Dasar Negeri Inpres Cigorowong, Dusun Singabarong, Desa Sukasetia, Kecamatan Cisayong, Kabupaten Tasikmalaya. Kegiatan ini diikuti oleh 30 orang guru sekolah dasar yang merupakan perwakilan dari masing-masing sekolah dasar yang ada di Kecamatan Cisayong, Kabupaten Tasikmalaya. Para peserta merupakan guru inti dari masing-masing perwakilan sekolah dan diharapkan dapat memberikan pengimbasan kepada guru lainnya di masing-masing sekolah.

Pada tahap pelaksanaan pengabdian, kegiatan pelatihan dan *workshop* ini dibagi menjadi 2 tahap kegiatan: (1) pelatihan perancangan pembelajaran matematika berbasis kerangka kerja TPACK, dan (2) *workshop* penyusunan perangkat pembelajaran matematika yang mendukung pembelajaran bermakna. Kedua tahapan kegiatan tersebut selengkapny diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian kegiatan pelatihan dan *workshop* pembelajaran matematika berbasis TPACK

Tahap	Metode	Uraian kegiatan	Pelaksanaan	Capaian yang ditargetkan
Pelatihan Perancangan Pembelajaran Matematika Berbasis Kerangka Kerja	Seminar	Penjelasan umum tentang konsep dasar TPACK, perencanaan TPACK, dan implikasi TPACK dalam pembelajaran matematika sekolah dasar.	Sabtu, 29 Juli 2023	Para peserta memahami kerangka kerja TPACK serta implikasi TPACK dalam merancang pembelajaran
Kerangka Kerja TPACK	Pelatihan dan pendampingan	Pelatihan penggunaan <i>software Geogebra</i> untuk pembelajaran matematika	Sabtu, 5 Agustus 2023	Para peserta dapat mengoperasikan <i>software Geogebra</i> untuk pembelajaran matematika
<i>Workshop</i> penyusunan perangkat pembelajaran matematika yang mendukung pembelajaran bermakna	<i>Workshop</i>	Penyusunan perangkat pembelajaran matematika berbasis kerangka kerja TPACK	Sabtu, 12 Agustus 2023	Para peserta dapat menyusun perangkat pembelajaran matematika: RPP, Bahan Ajar, LKPD, Media Pembelajaran, dan Instrumen Evaluasi
	FGD (<i>Focus Grup Discussion</i>) dan Simulasi	- Diskusi grup perangkat pembelajaran berdasarkan topik yang sama - Simulasi mengajar	Sabtu, 19 Agustus 2023	- Para peserta dapat mengevaluasi perangkat pembelajaran yang sudah disusun - Para peserta dapat mempraktikkan perangkat pembelajaran

Untuk melihat kemajuan dari para peserta yang mengikuti kegiatan pengabdian, tim pengabdian juga menyiapkan beberapa instrumen, di antaranya: tes pemahaman materi pelatihan,

observasi simulasi mengajar, dan angket persepsi peserta terhadap pengabdian. Tes pemahaman materi pelatihan merupakan tes kognitif yang digunakan untuk mengukur pemahaman peserta terhadap materi pelatihan. Tes ini berbentuk pilihan ganda sebanyak 20 soal yang diberikan kepada peserta di awal dan di akhir sesi pelatihan. Observasi simulasi mengajar merupakan instrumen yang digunakan untuk mengamati proses simulasi mengajar, meliputi: kegiatan pendahuluan (pembukaan, apersepsi, penyampaian tujuan pembelajaran), inti (pembelajaran berbasis kerangka kerja TPACK), dan penutup. Pengamatan dilakukan oleh tim pengabdian dan semua peserta terhadap guru model yang tampil menyajikan pembelajaran. Penilaian terhadap penyajian pembelajaran disusun berdasarkan format skala likert, meliputi: 4 (sangat baik), 3 (baik), 2 (kurang), dan 1 (sangat kurang). Sementara itu, angket persepsi peserta terhadap kegiatan pengabdian merupakan angket yang berisi penilaian peserta terhadap rangkai kegiatan pengabdian. Angket ini juga disusun berdasarkan format skala likert pada rentang angka 1-4. Semua data yang diperoleh melalui instrumen-instrumen tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan perhitungan persentase dan diinterpretasikan berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2. Interpretasi data hasil pengabdian

Rentang Persentasi	Interpretasi
$0 < P \leq 0,20$	Sangat Kurang
$0,20 < P \leq 0,40$	Kurang
$0,40 < P \leq 0,60$	Cukup
$0,60 < P \leq 0,80$	Baik
$0,80 < P \leq 1,00$	Sangat Baik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini disajikan hasil pengabdian pada masyarakat dari setiap tahapan diikuti dengan ulasan pada masing-masing kegiatan serta evaluasinya.

Pelatihan Perancangan Pembelajaran Matematika berbasis Kerangka Kerja TPACK

Pelatihan perancangan pembelajaran dilaksanakan dalam 2 tahapan, yaitu: (1) seminar perancangan pembelajaran menggunakan kerangka kerja TPACK yang dilaksanakan pada Sabtu, 29 Juli 2023, dan (2) pelatihan penggunaan *software Geogebra* yang dilaksanakan pada Sabtu, 5 Agustus 2023. Kegiatan seminar merupakan kegiatan pertama pengabdian yang diawali dengan acara pembukaan pada pukul 09.00 WIB. Dalam sambutannya, ketua tim pengabdian menyampaikan tujuan pengabdian, agenda serta luaran/target yang diharapkan bisa tercapai setelah keseluruhan kegiatan pengabdian dilaksanakan. Kegiatan pembukaan selanjutnya diakhiri dengan sesi foto bersama para peserta, tim pengabdian, ketua PGRI Kecamatan Cisayong, serta ketua Gugus I Kecamatan Cisayong.



Gambar 3. Sesi foto bersama pada pembukaan pengabdian kepada masyarakat

Pada pukul 09.20, kegiatan dilanjutkan dengan pretes seputar pengetahuan guru mengenai TPACK, perangkat pembelajaran, serta teori pembelajaran bermakna. Pretes diberikan dalam bentuk pilihan ganda sebanyak 20 soal menggunakan *google form* selama 15-20 menit. Soal pretes ini sama dengan soal postes yang akan diberikan di akhir sesi pelatihan. Cuplikan dari soal pretes dapat dilihat pada Gambar 4.

TES PEMAHAMAN KOGNITIF

Petunjuk!
Berikut ini disajikan 20 soal pemahaman kognitif mengenai perancangan pembelajaran, meliputi: teori pembelajaran, perangkat pembelajaran, praktik dan evaluasi pembelajaran. Pilihlah salah satu jawaban dari 4 pilihan jawaban yang dianggap benar!

sukirwan@unsil.ac.id [Switch accounts](#)

Not shared

* Indicates required question

Nama *

Your answer

Asal Sekolah *

Your answer

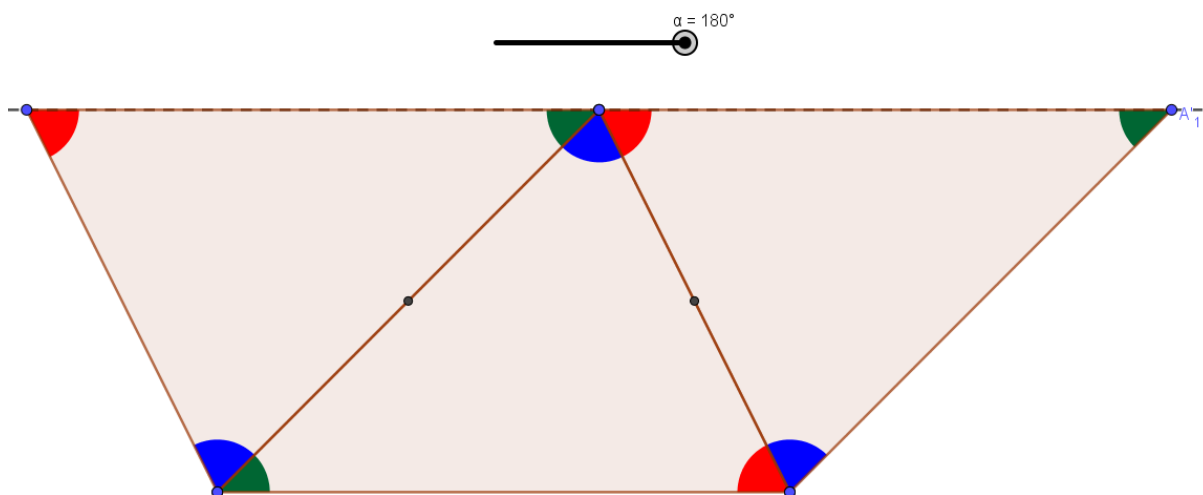
Dalam kerangka profesionalisme sebagai guru, guru perlu menguasai TPACK. Unsur pengetahuan dasar dalam TPACK mencakup

- TK, CK, dan TPK
- TPK, TCK, dan PCK
- TK, PK, dan CK
- TK, PK, dan AK

Gambar 4. Cuplikan tes pemahaman kognitif

Seminar perancangan pembelajaran dimulai pada pukul 09.45. Kegiatan ini dibagi menjadi 3 sesi, yaitu: sesi 1, Kerangka Kerja TPACK dan Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran disampaikan oleh: Dedi Muhtadi, M.Pd., sesi 2, Pembelajaran Matematika berbasis TPACK, disampaikan oleh: Dr. Eko Yulianto, M.Pd., dan sesi 3, Skenario dan Perangkat Pembelajaran berbasis TPACK, disampaikan oleh: Dr. Sukirwan, M.Pd. Ketiga rangkaian kegiatan tersebut berisi penyampaian materi substansial yang harus dikuasai oleh guru untuk merancang pembelajaran matematika berbasis TPACK. Kegiatan seminar diakhiri dengan tes pemahaman kognitif (postes) yang soalnya sama dengan pretes.

Pada hari Sabtu, 5 Agustus 2023, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan *software Geogebra* yang disampaikan oleh Muhammad Zulfikar, M.Pd. Materi pelatihan meliputi: mengenal *Geogebra* dan penggunaan *applet Geogebra* untuk pembelajaran matematika. *Applet Geogebra* merupakan materi yang sangat ditekankan dalam pelatihan ini, karena akan membantu terhadap integrasi teknologi dalam pembelajaran. Dalam hal ini, peran dari *software Geogebra* tidak hanya terbatas pada alat bantu untuk menyelesaikan perhitungan, tetapi media yang mendukung terhadap pencapaian tingkat pemahaman siswa. Sebagai contoh, jumlah sudut dalam suatu segitiga adalah 180^0 karena adanya hubungan antara sudut berpelurus dengan sudut-sudut dalam segitiga, yaitu kekongruenan sudut serta sudut dalam berseberangan.



Gambar 5. *Applet geogebra* pembuktian jumlah sudut dalam segitiga 180^0

Workshop penyusunan perangkat pembelajaran matematika yang mendukung pembelajaran bermakna

Workshop penyusunan perangkat pembelajaran meliputi 2 kegiatan, yaitu: (1) *workshop* penyusunan perangkat pembelajaran matematika berbasis TPACK yang dilaksanakan pada Sabtu, 12 Agustus 2023, dan (2) FDG perangkat pembelajaran serta simulasi pembelajaran yang dilaksanakan pada Sabtu, 19 Agustus 2023. Pada kegiatan *workshop*, setiap peserta mendapatkan tugas untuk menyusun perangkat pembelajaran berbasis TPACK, meliputi: skenario pembelajaran, RPP, bahan ajar, media berbasis *applet Geogebra*, dan instrumen evaluasi. Dalam praktiknya, setiap peserta dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok diskusi berdasarkan topik matematika yang sejenis. Hal ini dilakukan agar para peserta dapat saling berdiskusi dan mempermudah pendampingan yang dilakukan oleh tim pengabdian. Setiap peserta juga diminta untuk saling mengoreksi perangkat pembelajaran yang telah disusun masing-masing menggunakan format yang telah dilatihkan sebelumnya.

FORM KOREKSI PERANGKAT PEMBELAJARAN

Nama Guru :
 Kelas :
 Materi :

NO	Kelengkapan Perangkat Pembelajaran	Ya	Tidak	Catatan Koreksi
A. Skenario Pembelajaran				
1	Skenarip disusun berdasarkan tujuan pembelajaran			
2	Skenario disusun berdasarkan level berpikir siswa (<i>Enactive, Iconic, Symbolic</i>)			
3	Skenario memuat alur/tahapan pembelajaran yang sistematis dan dapat dilalui/dicapai oleh siswa			
4	Menggunakan model pembelajaran yang relevan			
5	Memuat dugaan berpikir siswa dan cara mengantisipasinya			
6	Menggunakan teknologi yang mendukung terhadap pemahaman siswa			
B. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)				
1	Tahapan pembelajaran dalam RPP disusun mengikuti skenario pembelajaran			

Gambar 6. Cuplikan form penilaian sejawat perangkat pembelajaran

Pada hari Sabtu, 19 Agustus 2023, kegiatan dilanjutkan dengan *Focus Group Discussion* (FGD) membahas tentang perangkat pembelajaran yang telah disusun pada kegiatan sebelumnya. Setiap peserta dalam kelompok saling memberikan saran dan masukan untuk perbaikan perangkat pembelajaran yang telah disusun, termasuk mendiskusikan hasil penilaian sejawat di pertemuan sebelumnya. Dalam FGD ini, setiap peserta dikelompokkan berdasarkan jenjang kelas. Dengan cara seperti ini diharapkan para peserta tidak hanya berbagi pengalaman dalam menyusun perangkat pembelajaran, tetapi berbagi pengalaman dalam praktik baik pembelajaran serta cara mengantisipasi pembelajaran, apabila diprediksi siswa tidak dapat melampaui tahapan pembelajaran yang sudah ditentukan. Untuk mengarahkan kegiatan FGD, masing-masing anggota tim pengabdian ditugaskan untuk mendampingi dan memimpin jalannya diskusi. Tim pengabdian membahas satu persatu perangkat pembelajaran yang telah disusun para peserta, hingga semua perangkat pembelajaran dinyatakan siap untuk diimplementasikan.

Kegiatan berikutnya adalah simulasi mengajar. Kegiatan ini dilaksanakan dalam kelompok FGD, di mana para pesertanya berada pada jenjang kelas yang sama. Secara bergiliran, para peserta diminta untuk mensimulasikan perangkat pembelajaran masing-masing selama \pm 30 menit. Dalam hal ini, tim pengabdian dibantu oleh mahasiswa yang telah mendapatkan pelatihan sebelumnya, untuk ikut mendampingi kelompok simulasi. Pada saat peserta melakukan simulasi mengajar, para peserta lainnya melakukan pengamatan dan penilaian menggunakan format yang telah disediakan oleh tim pengabdian. Simulasi mengajar ini dirancang dalam bentuk *peer teaching*, sehingga para peserta tidak hanya bertindak sebagai observer, tetapi juga sebagai siswa. Setelah selesai simulasi, setiap peserta diberikan kesempatan untuk mengemukakan pendapatnya mengenai praktik pembelajaran yang telah dilaksanakan, serta memberikan masukan dan saran untuk perbaikan perangkat dan praktik pembelajaran berikutnya.

FORM PENILAIAN SIMULASI MENGAJAR

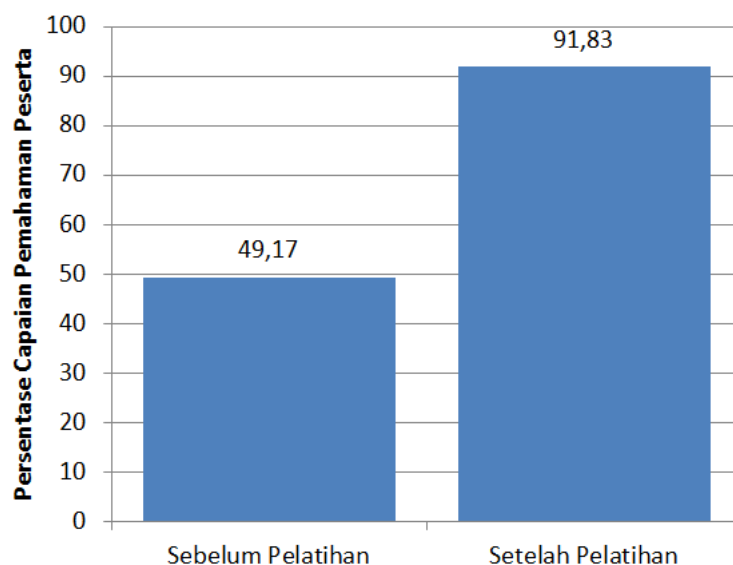
Nama Guru :
 Kelas :
 Materi :

No	Aspek Yang Diobservasi	Skala				Catatan*)
		1	2	3	4	
1	Keterampilan membuka pelajaran	1	2	3	4	
2	Keterampilan melakukan apersepsi, menarik perhatian, dan memotivasi siswa	1	2	3	4	
3	Keterampilan menyajikan masalah awal sebagai <i>starting point</i> pembelajaran	1	2	3	4	
4	Keterampilan dalam memberikan pertanyaan pemantik dan mengarahkan siswa	1	2	3	4	
5	Keterampilan menggunakan teknologi (<i>software Geogebra</i>) yang mendukung terhadap pemahaman siswa	1	2	3	4	
6	Keterampilan mengimplementasikan pembelajaran mengikuti model/tahapan pembelajaran yang sudah dirancang	1	2	3	4	
7	Keterampilan mengembangkan variasi interaksi dan mengantisipasi permasalahan dalam pembelajaran	1	2	3	4	

Gambar 7. Cuplikan form penilaian simulasi mengajar

Diskusi dan Pembahasan

Sebagaimana target yang ingin dicapai dalam pengabdian ini, para peserta mampu menyusun skenario pembelajaran serta merancang pembelajaran matematika menggunakan kerangka kerja TPACK. Untuk mencapai kedua target ini, peserta terlebih dahulu diarahkan untuk memahami kerangka kerja TPACK serta implikasinya dalam pembelajaran. Indikator kinerja dari tingkat pemahaman peserta terhadap kerangka kerja TPACK secara eksplisit digambarkan dari hasil tes pemahaman kognitif berikut ini.

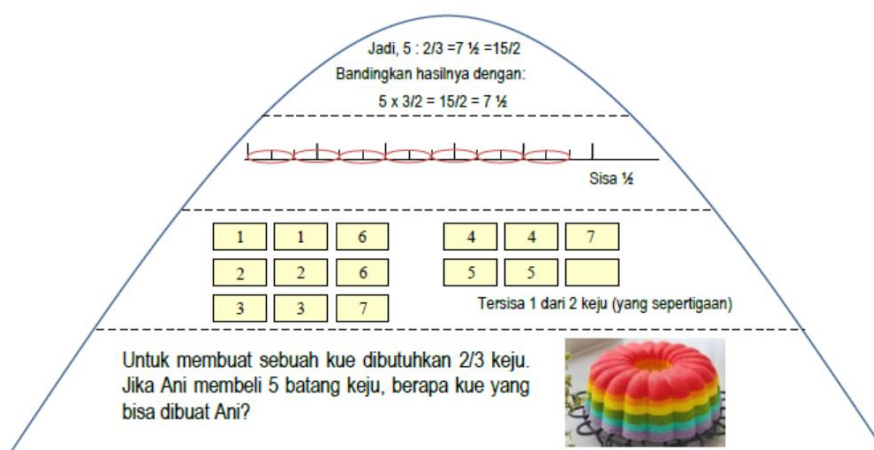


Gambar 8. Hasil tes pemahaman kognitif

Gambar 8 memperlihatkan progres pemahaman peserta terhadap TPACK antara tes yang diberikan sebelum pelatihan (pretes) dan tes yang diberikan setelah pelatihan (postes). Sebelum diberikan pelatihan, tingkat pemahaman peserta mencapai 49,17%, kemudian meningkat sebesar

42,67% menjadi 91,83% setelah mengikuti pelatihan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat pemahaman peserta terhadap kerangka kerja TPACK berada pada kategori sangat baik.

Pencapaian tingkat pemahaman peserta terhadap kerangka kerja TPACK juga nampak relevan dengan luaran utama yang ditargetkan, berupa: (1) kemampuan peserta dalam menyusun skenario pembelajaran, dengan produk utamanya adalah skenario pembelajaran, dan (2) kemampuan peserta dalam merancang pembelajaran, dengan produk utamanya adalah perangkat pembelajaran, meliputi: RPP, bahan ajar, LKPD, media (aplet *GeoGebra*), dan instrumen evaluasi. Untuk menyusun skenario pembelajaran, setiap peserta diarahkan untuk menggunakan pendekatan pembelajaran bermakna dengan menetapkan tahapan-tahapan pembelajaran berdasarkan: (1) teori Bruner, meliputi tahapan: *enactive*, *econic*, dan *symbolic* (Dwijayanti dkk., 2017), (2) *iceberg* model, meliputi tahapan: orientasi pada masalah kontekstual, pemodelan, membangun pengetahuan, dan notasi formal (Haji, 2013), (3) teori Piaget, meliputi tahapan: konkrit, semi konkrit, semi abstrak, abstrak (Fahma & Purwaningrum, 2021), dan (4) teori Vanhiele, meliputi: visualisasi, analisis, deduksi informal, deduksi, dan rigor (Kurniasih, 2017). Salah satu contoh skenario pembelajaran yang disusun oleh peserta disajikan pada Gambar 9.




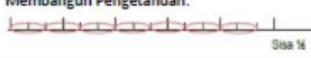
Gambar 9. Skenario pembelajaran model *iceberg*

Salah satu skenario pembelajaran yang dikembangkan oleh peserta adalah skenario pembelajaran model *iceberg*. Skenario model ini mencakup 4 tahapan pembelajaran, yaitu: orientasi pada masalah kontekstual, pemodelan, membangun pengetahuan, dan notasi formal. Seperti pada Gambar 9, tahap orientasi pada masalah kontekstual berada pada level paling bawah, saat guru menyajikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Tahap pemodelan merupakan tahap berikutnya di mana siswa diajak untuk melakukan proses matematis yang sederhana (matematisasi informal). Tahap pemodelan menggambarkan bagaimana siswa dapat menentukan penyelesaian masalah berdasarkan apa yang mereka fahami, misalnya dengan memotong setiap batang keju menjadi 3 bagian sama besar. Pada tahap membangun pengetahuan, siswa diajak untuk berpikir semi abstrak, di mana perhitungan-perhitungan matematis disajikan dalam konteks garis bilangan. Selanjutnya pada tahap puncaknya, siswa diajak berpikir abstrak di mana hasil yang didapatkan berdasarkan tahapan sebelumnya dibandingkan dengan konsep matematis yang sudah formal.

Kegiatan berikutnya adalah membuat skema alur pembelajaran. Skema alur pembelajaran ini merupakan penjabaran dari skenario pembelajaran yang diimplementasikan melalui suatu model pembelajaran yang ditetapkan. Selain itu skema alur pembelajaran juga menyajikan prediksi serta antisipasi pembelajaran termasuk teknologi yang akan digunakan dalam pembelajaran. Gambar 10 berikut ini menyajikan contoh skema pembelajaran yang dijabarkan berdasarkan skenario pembelajaran model *iceberg* dari contoh sebelumnya.

SKEMA ALUR PEMBELAJARAN

Mata pelajaran : Matematika	Model Pembelajaran : <i>Problem-based Learning</i>
Kelas/Semester : V/1	Media : <i>Aplet GeoGebra</i>
Materi : Pembagian Pecahan	Nama Guru : [REDACTED]

Skenario Pembelajaran	Fase PBL	Teknologi	Prediksi Berpikir Siswa	Antisipasi
<p>Penyajian masalah kontekstual: Untuk membuat sebuah kue dibutuhkan $\frac{2}{3}$ keju. Jika Ani membeli 5 batang keju, berapa kue yang bisa dibuat Ani?</p>	<p>Orientasi masalah: Guru menyajikan masalah dalam LK dan ppt Mengorganisasikan siswa: Guru meminta siswa bergabung pada kelompok</p>		<p>Siswa berpikir bahwa banyaknya kue yang bisa dibuat adalah $\frac{2}{3} \times 5 = 10/3$</p>	<p>Guru dapat mengajukan masalah yang diidentik, misalnya jika 1 kue memerlukan 1 keju, bagaimana cara menghitungnya</p>
<p>Pemodelan:  Membangun Pengetahuan: </p>	<p>Membimbing penyelidikan: Pembimbingan dilakukan dengan bantuan <i>scaffolding</i> (LKPD) dan pertanyaan pemantik (dialog guru dan siswa dalam kelompok)</p>	<p>Penggunaan <i>aplet Geogebra</i> untuk menentukan nilai-nilai sepertigaan pada garis bilangan</p>	<p>Siswa berpikir bahwa sisa keju tersebut nilainya adalah $\frac{1}{3}$</p>	<p>Guru menjelaskan bahwa karena 1 kue dibutuhkan 2 keju yang nilainya sepertigaan, tetapi hanya ada 1 keju dari 2 yang dibutuhkan</p>
<p>Notasi formal: $5 : \frac{2}{3} = 7 \frac{1}{2} = \frac{15}{2}$ Bandingkan hasilnya dengan: $5 : \frac{2}{3} = 5 \times \frac{3}{2} = \frac{15}{2}$ Catatan: Guru dapat bertanya terlebih dahulu tentang hasil tersebut kemudian mengarahkan ke pengertian pembagian sebagai perkalian dengan kebalikannya.</p>	<p>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya: <ul style="list-style-type: none"> Guru mengarahkan siswa pada penemuan hasil pembagian pecahan Guru mengarahkan siswa pada masalah yang sejenis (misalkan: $\frac{3}{4} : \frac{2}{3}$) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah: Guru mengarahkan kepada siswa untuk pada konsep pembagian pecahan secara formal</p>	<p>Aplet <i>Geogebra</i> digunakan untuk masalah yang diperluas</p>	<p>Siswa berpikir bahwa pembagian tidak ada kaitannya dengan perkalian</p>	<p>Guru dapat mempertanyakan kepada siswa tentang pecahan $\frac{15}{2}$, bagaimana memperoleh angka 15 dan angka 2 dan apa hubungannya dengan pembagian $15 : \frac{2}{3}$</p>

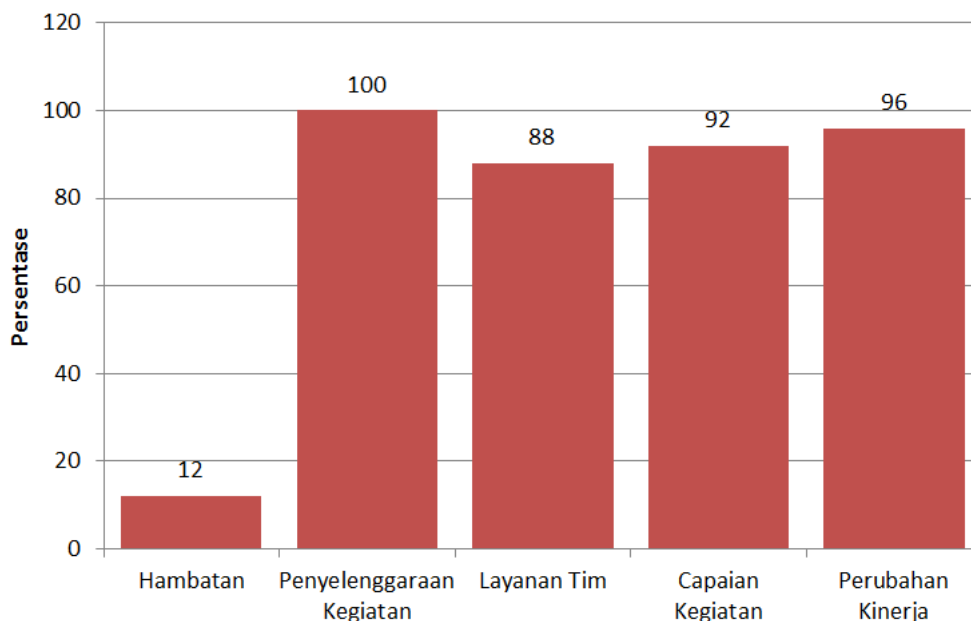
Gambar 10. Skema alur pembelajaran

Skema alur pembelajaran merupakan pengintegrasian skenario pembelajaran dengan model pembelajaran serta teknologi yang digunakan. Skema alur pembelajaran juga memuat prediksi cara berpikir siswa di mana guru memprediksikan jawaban siswa terhadap permasalahan yang diajukan. Selain itu, antisipasi dirancang oleh guru untuk memastikan bahwa siswa akan tetap berada pada alur yang sesuai (*on the track*) sebagaimana ditetapkan dalam skenario pembelajaran. Skema alur pembelajaran ini selanjutnya menjadi rujukan bagi para peserta untuk menyusun perangkat pembelajaran, meliputi: RPP, bahan ajar, LKPD, media pembelajaran berbasis *aplet GeoGebra*, serta instrumen evaluasi.

Skema alur pembelajaran pada dasarnya dirancang berdasarkan kerangka kerja TPACK. Pada Gambar 10, pengetahuan tentang konten terlihat dari bagaimana guru menyusun skenario pembelajaran. Dalam hal ini guru harus memahami secara mendalam tentang karakteristik dari materi pecahan secara komprehensif, misalnya: pembagian sebagai bentuk dari perkalian dengan kebalikan bilangan, pembagian sebagai pengurangan dengan bilangan yang sama, atau membagi sebuah benda menjadi pecahan-pecahan yang nilainya sama. Sementara itu, pengetahuan tentang pedagogik terlihat dari bagaimana guru memilih model pembelajaran serta teknologi yang tepat. Transformasi dari pengetahuan dasar ke pengetahuan perantara disajikan oleh guru dalam mengkolaborasikan antara skenario pembelajaran dengan model pembelajaran (PCK), penggunaan teknologi pada fase skenario pembelajaran yang tepat (TCK), dan penggunaan teknologi pada fase model pembelajaran yang tepat (PCK). Kemampuan melakukan transformasi yang dilengkapi prediksi dan antisipasi memperlihatkan bahwa guru telah menggunakan kerangka kerja TPACK dalam merancang pembelajaran secara utuh, di mana integrasi ketiga pengetahuan dasar benar-benar telah dipertimbangkan dan dianalisis dengan baik.

Dari keseluruhan kegiatan pengabdian yang diselenggarakan di KKG Kecamatan Cisayong, nampaknya terjadi perubahan positif dari para peserta dalam merancang suatu pembelajaran matematika. Perubahan positif tersebut terlihat dari kinerja guru dalam merancang skenario pembelajaran, mengembangkan skema alur pembelajaran, serta menyusun perangkat pembelajaran. Selain itu para peserta juga merasakan adanya arah dan target yang lebih jelas dari

suatu pembelajaran, di mana rancangan pembelajaran menjadi bagian yang sangat penting dari pencapaian tujuan pembelajaran. Hal ini dapat terlihat dari tanggapan peserta terhadap keseluruhan kegiatan pengabdian yang telah diselenggarakan, seperti nampak pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11. Persepsi peserta terhadap kegiatan pengabdian

Gambar 11 memperlihatkan penilaian peserta terhadap penyelenggaraan kegiatan pengabdian. Peserta umumnya memberikan penilaian positif terhadap penyelenggaraan kegiatan pengabdian dan menginginkan untuk diadakan kegiatan sejenis dikemudian hari. Demikian pula untuk aspek layanan tim, capaian kegiatan dan perubahan kinerja. Sementara itu, hanya 12% saja peserta yang mengalami hambatan dalam mengikuti kegiatan, khususnya untuk tugas-tugas yang dibebankan pada peserta selama mengikuti pelatihan. Dengan kata lain, hasil dari kegiatan pengabdian ini dinilai oleh peserta sangat baik.

4. SIMPULAN

Berdasarkan uraian tentang penyelenggaraan serta hasil yang dicapai dari keseluruhan kegiatan pengabdian yang diselenggarakan di KKG Kecamatan Cisayong dapat disampaikan beberapa kesimpulan: (1) perancangan pembelajaran dengan menerapkan kerangka kerja TPACK membantu guru dalam menyusun skenario pembelajaran, skema alur pembelajaran, serta perangkat pembelajaran, (2) perancangan pembelajaran dengan kerangka kerja TPACK mendukung terhadap kinerja profesionalisme guru, (3) perancangan pembelajaran dengan kerangka kerja TPACK membantu guru dalam mencapai pembelajaran yang lebih terarah dan lebih baik. Saran-saran yang bisa dijadikan pedoman untuk penyelenggaraan kegiatan sejenis, di antaranya: (1) untuk melihat hasil pengabdian yang lebih spesifik, kegiatan *inhouse training* perlu diselenggarakan di masing-masing sekolah asal peserta, sehingga para peserta memiliki pengalaman dalam praktek pembelajaran yang terkontrol dengan baik, (2) penggunaan *software* matematika tidak hanya tergantung pada *Geogebra*, tetapi banyak *software* lain yang bisa menjadi alternatif, seperti: *Autograph*, *Geometri Sketchpad*, *Cabri 3D*, dan lain-lain, (3) para peserta dapat menindaklanjuti kegiatan ini dalam bentuk pengabdian tindakan kelas untuk melihat potensi yang lebih terbuka dari aktivitas profesionalisme guru dalam penyelenggaraan kegiatan pembelajaran, dan (4) model kegiatan ini dapat diadopsi dalam kegiatan profesionalisme guru lainnya, seperti: KKG rutin dan Program Pengembangan Keprofesionalisme Berkelanjutan (PKB).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada pimpinan LPPM Universitas Siliwangi yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini, juga kepada ketua Gugus Cisayong, PGRI Kecamatan Cisayong, Ketua KKG Gugus Cisayong, Kepala Sekolah SD Negeri Inpres Cigorowong, serta segenap panitia penyelenggara yang membantu kegiatan pengabdian ini dari mulai persiapan, pengaturan peserta, hingga akhir kegiatan. (Tootell dkk., 2014)

REFERENSI

- Aliustaoğlu, F., & Tuna, A. (2021). Examining the pedagogical content knowledge of prospective mathematics teachers on the subject of limits. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(6), 833–856. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1703148>
- Archambault, L. M., & Barnett, J. H. (2010). Revisiting technological pedagogical content knowledge: Exploring the TPACK framework. *Computers and Education*, 55(4), 1656–1662. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.009>
- Ay, Y., Karadag, E., & Acat, M. B. (2015). The Technological Pedagogical Content Knowledge-practical (TPACK-Practical) model: Examination of its validity in the Turkish culture via structural equation modeling. *Computers and Education*, 88, 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.017>
- Baya'a, N., & Daher, W. (2015). The Development of college instructors' technological pedagogical and content knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1166–1175. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.733>
- Dwijayanti, N., Suharta, I. G. P., & Sariyasa. (2017). Bruner's cognitive stages and their effects on the understanding of fraction concept. *International Research Journal of Engineering, IT and Scientific Research*, 3(4), 37–46. <https://doi.org/10.21744/irjeis.v3i4.497>
- Erdogan, A., & Sahin, I. (2010). Relationship between math teacher candidates' Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) and achievement levels. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2707–2711. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.400>
- Fahma, M. A., & Purwaningrum, J. P. (2021). Teori Piaget dalam pembelajaran matematika. *MUST: Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.30651/must.v6i1.6966>
- Haji, S. (2013). Pendekatan iceberg dalam pembelajaran pembagian pecahan di sekolah dasar. *Infinity Journal*, 2(1), 75. <https://doi.org/10.22460/infinity.v2i1.26>
- Hassan, A. K., Hammadi, S. S., & Majeed, B. H. (2023). The impact of a scenario-based learning model in mathematics achievement and mental motivation for high school students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(7), 103–115. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i07.39263>
- Joan, R. (2013). Flexible learning as new learning design in classroom process to promote quality education. *I-Manager's Journal on School Educational Technology*, 9(1), 37–42. <https://doi.org/10.26634/jsch.9.1.2401>
- Kim, S. (2018). Technological, Pedagogical, and Content Knowledge (TPACK) and beliefs of preservice secondary mathematics teachers: Examining the relationships. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 1–24. <https://doi.org/10.29333/ejmste/93179>

- Koehler, M. J., Mishra, P., & Yahya, K. (2007). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49, 740–762. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>
- Koh, J. H. L., & Chai, C. S. (2016). Seven design frames that teachers use when considering Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). *Computers and Education*, 102, 244–257. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.003>
- Kramarski, B., & Michalsky, T. (2010). Preparing preservice teachers for self-regulated learning in the context of technological pedagogical content knowledge. *Learning and Instruction*, 20(5), 434–447. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.05.003>
- Kurniasih, R. (2017). Penerapan strategi pembelajaran fase belajar model Van Hiele pada materi bangun ruang sisi datar di SMP Islam Al-Azhaar Tulungagung. *Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 2(2), 61–68.
- Loong, E. Y. K., & Herbert, S. (2018). Primary school teachers' use of digital technology in mathematics: the complexities. *Mathematics Education Research Journal*, 30(4), 475–498. <https://doi.org/10.1007/s13394-018-0235-9>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1177/016146810610800610>
- Ramli, M., Widoretno, S., Dwiastuti, S., Sugiharto, B., Prayitno, B. A., Mumpuni, K. E., Prabowo, C. A., Auliananda, S. S., Basuki, Z. A. Y., & Ciptaningrum, P. A. (2023). Peningkatan Pemahaman Penyusunan RPP dan Asesmen Berbasis Learning Progression bagi Guru Biologi. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(2), 338–349. <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i2.357>
- Rikayanti, R., Abadi, A. P., Dewi, I. R., & Adham, M. J. I. (2023). Penyusunan bahan ajar matematika berbasis IT (Edmodo-QR code, Cabry 3D, dan screen shoots O Matic) untuk guru SMK se-Kabupaten Karawang. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 9(1), 257–265. <https://doi.org/10.30653/jppm.v9i1.793>
- Santos, J. M., & Castro, R. D. R. (2021). Technological Pedagogical content knowledge (TPACK) in action: Application of learning in the classroom by pre-service teachers (PST). *Social Sciences & Humanities Open*, 3(1), 100110. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100110>
- Sartika, N. S., Munawaroh, T., Susanti, E. N., Meika, I., Mauladaniyati, R., Sujana, A., Sahrudin, A., Yunitasari, I., Rosdianwinata, E., Rifai, R., Pratidiana, D., Permatasari, P., Uniah, D., & Cahyati, K. (2023). Pelatihan penyusunan bahan ajar berbasis web bagi guru SMP Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(4), 934–945. <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i4.621>
- Shahhida, N., Bakar, A., Maat, S. M., & Rosli, R. (2020). Mathematics teacher's self -efficacy of technology integration and technological pedagogical content knowledge. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 259–276. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.10818.259-276>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand knowledge: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Sutamrin, Rosidah, & Zaki, A. (2022). The Pedagogical Content Knowledge (PCK) of prospective teachers. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 2(4), 399–405. <https://doi.org/10.35877/454ri.eduline1291>
- Tootell, H., Freeman, M., & Freeman, A. (2014). Generation alpha at the intersection of technology, play and motivation. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 82–90. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.19>

- Uçar, M. B., Demir, C., & Hiğde, E. (2014). Exploring the self-confidence of preservice science and physics teachers towards technological pedagogical content knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 3381–3384. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.768>
- Urban, E. R., Navarro, M., & Borron, A. (2018). TPACK to GPACK? The examination of the technological pedagogical content knowledge framework as a model for global integration into college of agriculture classrooms. *Teaching and Teacher Education*, *73*, 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.03.013>