



WORKSHOP MERANCANG E-LKPD BERBASIS TPACK SEBAGAI PERSIAPAN PRAKTEK PENGALAMAN LAPANGAN (PPL) CALON GURU FISIKA

Andi Reski^{1*}, Algiranto², Kristina Uskenat³, Ivyllentine Datu Palittin⁴, Aprilita Ekasari⁵

Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Musamus

*E-mail: andireski_fkip@unmus.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mempersiapkan calon guru fisika menghadapi tuntutan pendidikan abad ke-21 dengan mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten (TPACK) sehingga dapat mengatasi kesenjangan dalam penerapan teknologi dalam praktik mengajar, khususnya dalam pembelajaran fisika. Adapun tujuan dalam workshop ini adalah untuk membekali mahasiswa dengan keterampilan dalam merancang e-LKPD interaktif dan bermakna dengan memanfaatkan berbagai alat dan platform digital seperti Canva, Google Forms, simulasi PhET, dan Heyzine Flipbooks. Pelatihan ini menggabungkan pengetahuan konseptual dan praktik langsung untuk memperdalam pemahaman mahasiswa tentang TPACK dan penerapannya dalam pengajaran fisika. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan pada kompetensi TPACK peserta yang tercermin dari kenaikan skor rata-rata sebesar 39 poin dari pre-test ke post-test. Selain itu, 80% mahasiswa berhasil menghasilkan e-LKPD yang memenuhi standar kualitas tinggi dengan mayoritas menunjukkan integrasi yang efektif antara teknologi, konten, dan pedagogi. Tingkat kepuasan peserta terhadap workshop ini sangat tinggi terhadap relevansi dan efektivitas pelatihan. Inisiatif ini memberikan kontribusi dalam meningkatkan kesiapan calon guru fisika untuk menerapkan pembelajaran berbasis teknologi dan menghadapi tantangan pendidikan modern.

Kata kunci: TPACK; e-LKPD; pendidikan fisika, calon guru; keterampilan abad 21.

WORKSHOP ON DESIGNING E-LKPD BASED ON TPACK AS PREPARATION FOR FIELD EXPERIENCE PRACTICE (PPL) FOR PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS

ABSTRACT

This community service activity aims to prepare pre-service physics teachers to face the demands of 21st-century education by integrating technology, pedagogy, and content (TPACK), thereby addressing the gap in the application of technology in teaching practices, particularly in physics education. The goal of this workshop is to equip students with the skills to design interactive and meaningful e-LKPDs (electronic Student Work Sheets) using various digital tools and platforms such as Canva, Google Forms, PhET simulations, and Heyzine Flipbooks. This training combines conceptual knowledge with hands-on practice to deepen students' understanding of TPACK and its application in physics teaching. Evaluation results show a significant improvement in participants' TPACK competencies, reflected by an average score increase of 39 points from pre-test to post-test. Furthermore, 80% of the students successfully produced e-LKPDs that met high-quality standards, with the majority demonstrating effective integration of technology, content, and pedagogy. The participants' satisfaction with the workshop was very high, particularly regarding the relevance and effectiveness of the training. This initiative contributes to enhancing the readiness of pre-service physics teachers to implement technology-enhanced learning and face the challenges of modern education.

Keywords: TPACK; e-LKPD; physics education; pre-service teachers; 21st-century skills.

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut transformasi besar dalam praktik pembelajaran. Guru tidak lagi berperan semata sebagai penyampai informasi melainkan sebagai fasilitator yang menciptakan pengalaman belajar interaktif, kolaboratif, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Wijayanti et al., 2025). Kebutuhan ini sejalan dengan arah kebijakan pendidikan nasional maupun global yang menekankan pada penguasaan 4C skills (critical thinking, creativity, collaboration, communication) (Saputra & Diyana, 2025). Dalam konteks pembelajaran fisika, tantangan ini semakin kompleks karena materi fisika bersifat abstrak sehingga membutuhkan



pendekatan inovatif berbasis teknologi agar dapat dipahami secara lebih mudah dan bermakna oleh peserta didik.

Namun, hasil observasi awal menunjukkan bahwa keterampilan calon guru fisika dalam mengintegrasikan teknologi kedalam perangkat ajar masih terbatas. Selama praktik pengalaman lapangan (PPL), sebagian besar calon guru cenderung menyiapkan perangkat pembelajaran konvensional berupa LKPD cetak dengan aktivitas yang monoton seperti menjawab soal dan mengerjakan tugas rutin (Kurniawati & Hudha, 2023). Perangkat tersebut kurang mendukung pembelajaran interaktif dan tidak selaras dengan kebutuhan abad 21 (Faresta et al., 2024). Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan antara teori yang diperoleh di perkuliahan dengan praktik pembelajaran yang dilakukan di sekolah. Salah satu solusi yang dapat ditawarkan adalah pemanfaatan lembar kerja peserta didik elektronik (e-LKPD) (Reski et al., 2023). Perangkat ini memungkinkan guru menyajikan pembelajaran fisika secara lebih menarik dengan mengintegrasikan teks, gambar, simulasi, animasi, maupun video eksperimen. Penelitian menunjukkan bahwa e-LKPD mampu meningkatkan motivasi, interaktivitas, serta kemandirian peserta didik dalam proses pembelajaran (Bili et al., 2024; Zulaiha, 2023). Lebih jauh, e-LKPD juga mendorong siswa untuk lebih aktif mengeksplorasi konsep, sehingga pemahaman terhadap materi fisika dapat berkembang secara lebih mendalam.

Pengembangan e-LKPD tidak lepas dari kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). TPACK menekankan keterpaduan antara tiga aspek utama yaitu konten (*content knowledge*), pedagogi (*pedagogical knowledge*), dan teknologi (*technological knowledge*) (Arifuddin et al., 2025). Integrasi yang harmonis antara ketiga aspek tersebut memastikan bahwa perangkat pembelajaran digital tidak hanya sekadar “elektronik” dari sisi tampilan, tetapi juga pedagogis dari sisi strategi, serta substansial dari sisi konten. Bagi calon guru fisika, penguasaan TPACK merupakan kompetensi kunci agar mampu mendesain perangkat pembelajaran digital yang relevan, bermakna, dan sesuai dengan karakteristik siswa (Ginting et al., 2023; Schmid et al., 2020).

Kendati demikian, penguasaan TPACK pada calon guru masih perlu diperkuat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa calon guru sering mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam praktik mengajar secara efektif terutama ketika harus menyesuaikan dengan kebutuhan kurikulum dan kondisi siswa (Reski et al., 2019). Hal ini menunjukkan pentingnya program pendampingan yang tidak hanya memberikan pengetahuan konseptual mengenai TPACK, tetapi juga memberikan pengalaman praktik langsung dalam menyusun perangkat pembelajaran digital. Dengan cara ini, calon guru akan lebih percaya diri dan terampil dalam menghadirkan pembelajaran berbasis teknologi di sekolah. Melihat kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan sebagai bentuk solusi nyata terhadap kebutuhan calon guru fisika. Program pengabdian ini diarahkan untuk memberikan pelatihan sekaligus pendampingan dalam menyusun e-LKPD berbasis TPACK. Melalui kegiatan ini, calon guru tidak hanya memperoleh pemahaman tentang teori TPACK, tetapi juga pengalaman praktis dalam merancang perangkat ajar digital yang sesuai dengan konteks pembelajaran fisika. Lebih jauh, kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kesiapan calon guru menghadapi tantangan pembelajaran abad 21 sekaligus memberikan kontribusi bagi peningkatan kualitas pembelajaran fisika di sekolah mitra.

Selain itu, perkembangan kurikulum di Indonesia menuntut guru untuk lebih kreatif dalam menyiapkan perangkat pembelajaran yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan peserta didik. Salah satu perangkat yang krusial adalah LKPD dan saat ini bertransformasi menjadi e-LKPD. Dengan memanfaatkan teknologi digital, e-LKPD tidak hanya berfungsi sebagai sarana latihan, tetapi juga sebagai media interaktif yang dapat memfasilitasi peserta didik dalam mengeksplorasi konsep fisika melalui simulasi, video, maupun eksperimen virtual (Naen et al., 2024; Sumo et al., 2025). Hal ini menjadikan e-LKPD sebagai inovasi penting untuk menjawab tantangan pembelajaran abad 21 yang menekankan kolaborasi, kreativitas, komunikasi, dan berpikir kritis. Namun, fakta di lapangan menunjukkan bahwa calon guru fisika masih banyak yang belum menguasai keterampilan pengembangan media pembelajaran berbasis TPACK. Saat melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL), sebagian besar masih menyiapkan LKPD konvensional berupa lembar cetak, sehingga peserta didik kurang mendapatkan pengalaman belajar yang sesuai dengan tuntutan era digital (Hamilaturroyya & Adibah, 2025). Keterbatasan ini dapat mempengaruhi kualitas pembelajaran



di sekolah mitra, sekaligus menunjukkan adanya kesenjangan antara teori yang diperoleh di perkuliahan dengan praktik di lapangan.

Oleh karena itu, program pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada workshop penyusunan e-LKPD berbasis TPACK bagi calon guru fisika menjadi sangat relevan. Melalui kegiatan ini, calon guru diharapkan tidak hanya mampu menghasilkan perangkat pembelajaran digital yang inovatif, tetapi juga memiliki pemahaman menyeluruh tentang bagaimana mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten fisika secara sinergis. Dengan demikian, pengabdian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kompetensi calon guru, sekaligus mendukung upaya pemerintah dan perguruan tinggi dalam menyiapkan pendidik yang siap menghadapi dinamika pembelajaran abad 21.

METODE

Kegiatan pengabdian ini menyasar mahasiswa calon guru fisika pada semester menengah hingga akhir yang sedang dipersiapkan untuk melaksanakan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL). Sasaran ini dipilih karena pada tahap tersebut mahasiswa telah menguasai dasar-dasar pedagogi dan konten fisika, sehingga pelatihan penyusunan e-LKPD berbasis TPACK dapat secara langsung diintegrasikan dengan kebutuhan mahasiswa dalam mengembangkan perangkat pembelajaran. Program ini dilaksanakan di lingkungan Program Studi Pendidikan Fisika pada ruang laboratorium fisika yang dilengkapi fasilitas teknologi seperti LCD Proyektor dan jaringan internet. Jumlah peserta yang dilibatkan adalah sekitar 7 orang mahasiswa sesuai kapasitas ruangan dan efektivitas pendampingan selama kegiatan. Lokasi dan jumlah peserta dipilih agar proses pelatihan berjalan kondusif serta memungkinkan adanya interaksi aktif antara narasumber dan peserta.

Tahapan kegiatan terbagi ke dalam tiga bagian utama yaitu persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Pada tahap persiapan, tim pengabdian menyusun modul workshop yang berisi materi konseptual dan langkah-langkah teknis pembuatan e-LKPD berbasis TPACK. Selain itu, dilakukan koordinasi dengan pihak program studi dan dosen pendamping PPL agar kegiatan ini selaras dengan kebutuhan akademik mahasiswa. Tim juga menyiapkan berbagai perangkat lunak yang akan digunakan seperti Canva, Google Form, PhET Simulation dan Heyzine Flipbooks sebagai media pendukung pengembangan e-LKPD. Pelaksanaan workshop dilakukan dalam satu hari penuh yang dibagi ke dalam empat sesi. Sesi pertama berupa pengenalan konsep TPACK dan urgensinya dalam pembelajaran fisika. Sesi kedua berfokus pada praktik merancang struktur e-LKPD melalui analisis kompetensi dasar, indikator, aktivitas siswa, serta penyusunan soal berbasis HOTS. Pada sesi ketiga, peserta diarahkan untuk melakukan digitalisasi rancangan e-LKPD menggunakan aplikasi dan software yang telah disediakan. Sesi keempat merupakan presentasi hasil karya peserta dilanjutkan dengan diskusi terbuka dan pemberian umpan balik konstruktif dari narasumber maupun sesama peserta.

Tahap terakhir adalah evaluasi kegiatan yang dilakukan melalui beberapa instrumen. Pertama, dilakukan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta mengenai konsep TPACK. Kedua, kualitas e-LKPD yang dihasilkan peserta dinilai berdasarkan rubrik penilaian yang mencakup aspek kesesuaian konten, kreativitas, integrasi teknologi, dan kebermaknaan pembelajaran. Ketiga, peserta mengisi angket kepuasan sebagai bahan evaluasi terhadap proses dan pelaksanaan workshop. Data evaluasi ini akan dianalisis untuk mengetahui efektivitas kegiatan serta menjadi dasar perbaikan pada pelaksanaan program sejenis pada masa yang mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Pelaksanaan

Hasil pelaksanaan kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa pelatihan penyusunan e-LKPD berbasis TPACK memberikan dampak positif terhadap calon guru fisika. Antusiasme dan partisipasi peserta terlihat sejak awal kegiatan. Hal ini ditunjukkan melalui keterlibatan aktif dalam sesi diskusi, keberanian mengajukan pertanyaan, serta kesungguhan dalam menyelesaikan tugas yang diberikan. Tingginya partisipasi ini menunjukkan adanya kebutuhan dan ketertarikan calon guru terhadap penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Sejalan dengan temuan sebelumnya bahwa generasi

pendidik muda lebih terbuka terhadap inovasi digital dalam proses pembelajaran (Koehler & Mishra, 2009).



Gambar 1. Kegiatan Workshop

Tahap pelaksanaan merupakan inti dari kegiatan pengabdian masyarakat ini. Dimana teori dan praktik diintegrasikan dalam sebuah workshop yang dirancang secara sistematis untuk memfasilitasi pengembangan kompetensi TPACK calon guru fisika. Pelaksanaan kegiatan dirancang dengan pendekatan *learner-centered* yang menekankan pada partisipasi aktif, pembelajaran kolaboratif, dan pengalaman langsung dalam mengembangkan media pembelajaran digital. Workshop dilaksanakan dalam dua sesi utama yang saling melengkapi yakni sesi pemahaman konseptual TPACK dan sesi praktik pengembangan e-LKPD. Struktur dua sesi ini dirancang berdasarkan prinsip *experiential learning cycle Kolb* (1984) yang menekankan bahwa pembelajaran efektif terjadi melalui siklus pengalaman konkret, observasi reflektif, konseptualisasi abstrak, dan eksperimentasi aktif.

Sesi pertama dimulai dengan pengenalan komprehensif terhadap kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) yang dikembangkan oleh Mishra dan Koehler (2006). Kerangka ini menekankan bahwa pengajaran yang efektif dengan teknologi memerlukan pemahaman tentang hubungan kompleks antara tiga domain pengetahuan utama yaitu Technological Knowledge (TK) atau pengetahuan tentang berbagai teknologi digital dan cara menggunakannya, Pedagogical Knowledge (PK) atau pengetahuan tentang proses, praktik, dan metode pengajaran dan pembelajaran, serta Content Knowledge (CK) atau pengetahuan tentang materi pelajaran yang akan diajarkan dalam hal ini fisika (Reski & Sari, 2020). Mahasiswa diarahkan untuk memahami bahwa integrasi teknologi yang efektif bukan sekadar menambahkan tools digital ke dalam pembelajaran tradisional, melainkan memerlukan transformasi fundamental dalam cara mengonseptualisasikan dan mengimplementasikan pengajaran (Reski et al., 2020). Presentasi interaktif menggunakan contoh-contoh konkret dari pembelajaran fisika untuk mengilustrasikan bagaimana ketiga domain pengetahuan berinteraksi membentuk tujuh konstruk TPACK yaitu Technological Content Knowledge (TCK), Pedagogical Content Knowledge (PCK), Technological Pedagogical Knowledge (TPK), dan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) sebagai sintesis dari ketiganya (Koehler & Mishra, 2009). Sesi teori juga mencakup pengenalan terhadap karakteristik e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik elektronik) yang efektif. Mahasiswa belajar bahwa e-LKPD yang baik bukan hanya versi digital dari lembar kerja cetak, tetapi harus memanfaatkan affordances teknologi digital seperti interaktivitas, multimedia, feedback otomatis, dan personalisasi. Prinsip-prinsip desain pembelajaran multimedia dari (Mayer, 2017) yang diperkenalkan termasuk prinsip multimedia (kombinasi kata dan gambar lebih efektif daripada kata saja), prinsip modalitas (animasi dengan narasi lebih baik daripada animasi dengan teks on-screen), prinsip koherensi (menghilangkan materi yang tidak relevan), dan prinsip personalisasi (menggunakan bahasa percakapan dan gaya yang ramah). Mahasiswa juga diperkenalkan pada berbagai model pembelajaran yang dapat



diintegrasikan dalam e-LKPD, seperti inquiry-based learning, problem-based learning, dan 5E instructional model (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). Pemahaman tentang model-model pembelajaran ini penting karena teknologi harus dipilih dan diintegrasikan sesuai dengan pendekatan pedagogis yang digunakan. Salah satu contoh adalah menggunakan inquiry-based learning yang diintegrasikan dengan simulasi PhET untuk fase eksplorasi dimana siswa melakukan eksperimen virtual dan menemukan pola. Sementara *Google Form* dapat digunakan untuk fase evaluasi dimana siswa merefleksikan pembelajaran (Ge & Lai, 2021).

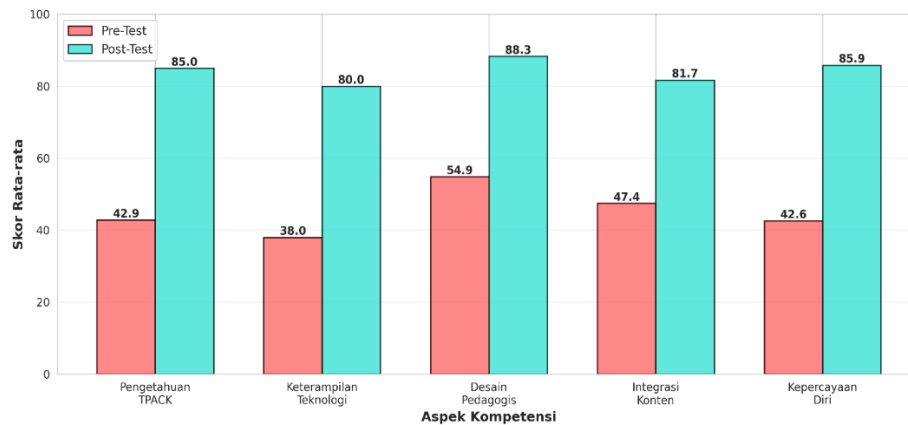
Sesi kedua merupakan sesi praktik intensif dimana mahasiswa secara aktif mengembangkan e-LKPD sendiri dengan bimbingan langsung dari tim pengabdian. Pendekatan *hands-on* ini sejalan dengan teori *constructivism* yang menekankan bahwa pembelajaran terjadi paling efektif ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan sendiri melalui pengalaman langsung. Sesi kedua merupakan sesi praktik intensif dimana mahasiswa secara aktif mengembangkan e-LKPD dengan bimbingan langsung dari tim pengabdian. Setelah perencanaan pedagogis selesai, mahasiswa mulai mengintegrasikan berbagai platform teknologi yang telah disiapkan. Pemilihan empat platform utama yaitu *Canva*, *Google Form*, *PhET Simulation*, dan *Heyzine Flipbooks* dilakukan secara strategis dengan mempertimbangkan kemudahan akses, *user-friendliness*, dan relevansi dengan pembelajaran fisika. *Canva* digunakan sebagai platform utama untuk mendesain layout dan elemen visual e-LKPD. Mahasiswa diajarkan prinsip-prinsip desain visual yang efektif, termasuk penggunaan hierarki visual untuk mengarahkan perhatian, konsistensi dalam penggunaan warna dan font, *white space* yang cukup untuk menghindari *cognitive overload*, serta keseimbangan antara estetika dan fungsionalitas. *Google Form* diintegrasikan sebagai alat asesmen formatif yang *embedded* dalam e-LKPD. Mahasiswa diajarkan untuk merancang berbagai jenis pertanyaan yang tidak hanya mengukur *recall* atau hafalan, tetapi juga pemahaman konseptual, aplikasi, analisis, dan evaluasi sesuai dengan taksonomi Bloom yang telah direvisi (Anderson & Krathwohl, 2001). Mahasiswa diajarkan untuk mengintegrasikan simulasi PhET dengan pendekatan *guided inquiry*, bukan sekedar memberikan simulasi tanpa struktur. Pendekatan *guided inquiry* melibatkan pemberian pertanyaan penuntun (*guiding questions*) yang mengarahkan siswa untuk mengeksplorasi fenomena, mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen virtual, menganalisis data, dan menarik kesimpulan. Penelitian menunjukkan bahwa simulasi dengan *guided inquiry* lebih efektif dibandingkan simulasi dengan *free exploration* dalam meningkatkan pemahaman konseptual. Setelah konten e-LKPD selesai dikembangkan melalui *Canva* dan berbagai elemen interaktif (*Google Form*, *link PhET*) telah diintegrasikan, selanjutnya mahasiswa mengonversi e-LKPD menjadi flipbook digital menggunakan *Heyzine*. Platform ini memungkinkan e-LKPD yang awalnya berupa PDF statis ditransformasi menjadi buku digital interaktif dengan efek *page-flipping* yang menarik (Lumbantobing et al., 2024).

B. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dirancang untuk mengukur keberhasilan kegiatan pengabdian dari berbagai dimensi yaitu peningkatan kompetensi TPACK mahasiswa, kualitas e-LKPD yang dihasilkan, serta kepuasan dan persepsi mahasiswa terhadap kegiatan workshop. Evaluasi yang komprehensif ini penting untuk memastikan akuntabilitas program dan mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki untuk kegiatan serupa di masa depan. Evaluasi kompetensi TPACK dilakukan menggunakan pre-test dan post-test yang diadaptasi dari instrumen *Survey of Preservice Teachers' Knowledge of Teaching and Technology* yang dikembangkan oleh Schmidt et al. (2009). Instrumen ini telah divalidasi dan terbukti *reliable* untuk mengukur tujuh konstruk TPACK. Instrumen disesuaikan dengan fokus pada pembelajaran fisika dan platform teknologi yang digunakan dalam workshop. Pre-test dilaksanakan di awal workshop sebelum sesi teori dimulai untuk mengukur *baseline* kompetensi mahasiswa. Post-test dilaksanakan di akhir workshop setelah semua kegiatan selesai untuk mengukur peningkatan

kompetensi. Kedua tes menggunakan skala Likert untuk memudahkan interpretasi dan analisis statistik.

Analisis hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan signifikan pada semua aspek kompetensi TPACK (Gambar 2). Rata-rata skor pre-test adalah 45.2 dan meningkat menjadi 84.2 pada post-test, dengan gain score rata-rata 39.0 poin (peningkatan 86.3%). Hasil ini mengindikasikan bahwa workshop berhasil meningkatkan kompetensi TPACK mahasiswa secara substansial.

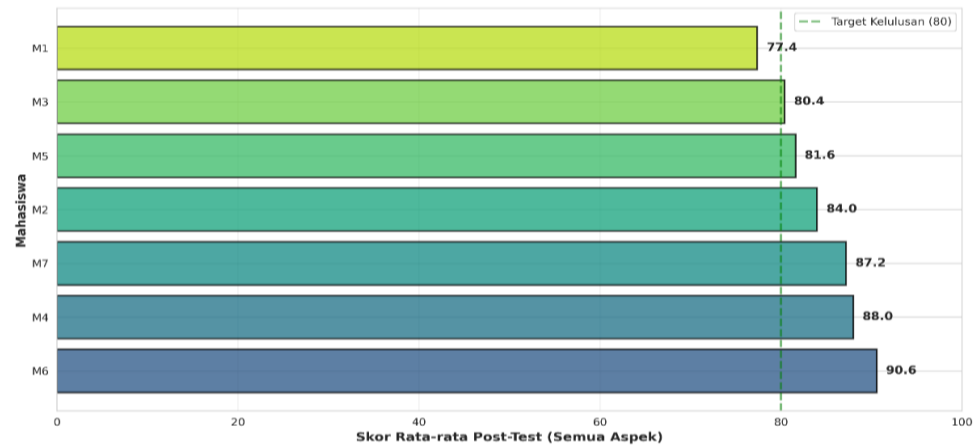


Gambar 2. Peningkatan Kompetensi TPACK Mahasiswa

Kepercayaan Diri (Confidence) mengalami peningkatan tertinggi 43.3 poin, dari 42.6 menjadi 85.9. Peningkatan ini sangat penting karena *self-efficacy* atau kepercayaan diri merupakan prediktor kuat terhadap penggunaan teknologi dalam praktik mengajar (Kamran et al., 2024). Mahasiswa yang percaya diri dengan kemampuan teknologi lebih cenderung untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, bereksperimen dengan tools baru, dan bertahan ketika menghadapi tantangan teknis. Peningkatan kepercayaan diri yang signifikan ini dapat dijelaskan oleh pendekatan *hands-on* yang memberikan mahasiswa pengalaman sukses dalam mengembangkan e-LKPD, serta dukungan dan *feedback* positif dari fasilitator dan *peers*. Pengetahuan TPACK meningkat 42.1 poin dari 42.9 menjadi 85.0 menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya memperoleh keterampilan teknis tetapi juga pemahaman konseptual tentang bagaimana teknologi, pedagogi, dan konten berinteraksi. Pemahaman konseptual ini penting karena memungkinkan mahasiswa untuk transfer pengetahuan ke konteks baru dan membuat keputusan yang sesuai tentang pemilihan dan integrasi teknologi untuk berbagai tujuan pembelajaran dan konten yang berbeda. Keterampilan teknologi meningkat 42.0 poin dari 38.0 menjadi 80.0 dengan standar deviasi gain terendah ($SD = 1.0$) mengindikasikan konsistensi peningkatan yang tinggi diantara semua mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan *platform* yang *user-friendly* dan pendekatan bimbingan langkah demi-langkah efektif untuk semua mahasiswa, terlepas dari level literasi teknologi awal masing-masing. Konsistensi ini juga mengindikasikan kualitas instruksi yang baik dan *scaffolding* yang tepat. Desain Pedagogis meningkat 33.4 poin dari 54.9 menjadi 88.3. Menariknya, aspek ini memiliki *baseline* tertinggi (54.9) menunjukkan bahwa mahasiswa sudah memiliki fondasi pedagogi yang baik dari perkuliahan. Namun, peningkatan yang signifikan menunjukkan bahwa workshop berhasil memperdalam pemahaman mahasiswa tentang bagaimana mendesain pembelajaran yang efektif dengan teknologi, termasuk penerapan model pembelajaran inquiry-based, problem-based, dan 5E dalam konteks digital. Integrasi Konten meningkat 34.3 poin dari 47.4 menjadi 81.7. Aspek ini dan desain pedagogis menunjukkan gain yang relatif lebih rendah dibandingkan aspek lainnya, dengan variabilitas yang lebih tinggi ($SD = 2.8$). Hal ini dapat dijelaskan oleh kompleksitas integrasi konten yang bukan hanya memerlukan penguasaan teknologi dan pedagogi, tetapi juga pemahaman mendalam tentang struktur konten fisika. Mahasiswa yang mencapai skor tinggi pada aspek ini adalah yang mampu mengidentifikasi konsep fisika yang menantang bagi siswa dan merancang aktivitas digital yang secara spesifik mengatasi kesulitan.

Selama sesi praktik, tim pengabdian memberikan bimbingan dan supervisi secara langsung dengan pendekatan *scaffolding* yang diferensiasi sesuai kebutuhan individual mahasiswa. Fasilitator berkeliling memantau progress setiap mahasiswa, mengidentifikasi kesulitan yang dihadapi, dan

memberikan bantuan yang tepat. Untuk mahasiswa yang mengalami kesulitan teknis (misalnya, tidak familiar dengan interface Canva atau kesulitan mengintegrasikan link) maka fasilitator memberikan demonstrasi langkah demi langkah dan memastikan mahasiswa dapat melakukan sendiri sebelum melanjutkan. Untuk mahasiswa yang sudah menguasai aspek teknis namun mengalami kesulitan dalam desain pedagogis (misalnya, pertanyaan yang terlalu mudah atau tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran), fasilitator memberikan pertanyaan reflektif yang mendorong mahasiswa untuk memikirkan kembali desain masing-masing. Hasil analisis individual (Gambar 3) menunjukkan bahwa variasi peningkatan antar mahasiswa yang memberikan masukan penting untuk pendampingan lanjutan.



Gambar 3. Skor Rata-Rata Untuk Tiap Mahasiswa

Analisis individu yang disajikan dalam Gambar 3 menunjukkan variasi yang signifikan dalam peningkatan kompetensi mahasiswa serta memberikan gambaran penting untuk pendampingan lanjutan. Mahasiswa M6, M4, dan M7 yang memperoleh skor rata-rata post-test ≥ 85 telah berhasil mencapai kategori "Sangat Baik". Mahasiswa tersebut telah menunjukkan penguasaan yang holistik terhadap semua aspek TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) sehingga dapat dijadikan sebagai mentor sebaya atau model praktik terbaik bagi mahasiswa lainnya. Sebaliknya, mahasiswa M2, M5, dan M3 dengan skor 80-84 berada dalam kategori "Baik". Meskipun mahasiswa tersebut telah mencapai kompetensi yang memadai akan tetapi masih terdapat area yang perlu ditingkatkan terutama dalam aspek integrasi konten dan desain pedagogis. Adapun mahasiswa M1 yang memperoleh skor 77.4 sedikit berada di bawah target 80 terutama disebabkan oleh skor yang lebih rendah pada keterampilan teknologi (72) dan integrasi konten (75). Oleh karena itu, mahasiswa ini memerlukan pendampingan tambahan serta praktik berkelanjutan untuk mencapai tingkat kompetensi yang diharapkan. Profil individual yang ditunjukkan dalam analisis ini menekankan pentingnya memperhatikan variasi individual guna memberikan dukungan yang tepat. Berdasarkan profil kompetensi masing-masing mahasiswa, penyusunan workshop lanjutan atau pendampingan individual sangat diperlukan untuk meningkatkan hasil pembelajaran yang lebih efektif.

Selanjutnya, hasil penilaian produk e-LKPD menunjukkan bahwa 80% mahasiswa (6 dari 7) berhasil menghasilkan e-LKPD dengan kualitas baik hingga sangat baik. Secara spesifik, dua mahasiswa (M6, M7) mencapai kategori "Sangat Baik" dengan skor 88-90, menunjukkan integrasi TPACK yang holistik, desain visual profesional, alur pembelajaran yang koheren, dan konten fisika yang akurat serta mendalam. E-LKPD ini juga telah digunakan dalam kegiatan PPL dan menerima umpan balik positif dari guru pamong dan siswa. Empat mahasiswa lainnya (M2, M3, M4, M5) memperoleh kategori "Baik" dengan skor 75-82, dimana e-LKPD yang dihasilkan sudah memenuhi standar kualitas yang memadai meskipun masih terdapat beberapa area yang perlu peningkatan, seperti kedalaman konten dan penanganan miskonsepsi. Sementara itu, satu mahasiswa (M1) menghasilkan e-LKPD dengan kategori "Cukup" dengan skor 68, dimana konten yang disajikan akurat dan tujuan pembelajaran jelas, namun integrasi teknologi masih terbatas serta desain visual kurang menarik dan scaffolding yang disediakan belum optimal.

Adapun hasil evaluasi kepuasan menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi di seluruh aspek yang dinilai. Secara spesifik, relevansi materi workshop memperoleh nilai rata-rata (mean) 4.86



dengan standar deviasi (SD) 0.38, yang menunjukkan bahwa semua mahasiswa setuju bahwa materi yang disajikan relevan dengan kebutuhan mahasiswa sebagai calon guru. Kualitas instruksi juga dinilai sangat baik, dengan mean 4.71 (SD = 0.49), yang menunjukkan bahwa mahasiswa merasa instruksi yang diberikan jelas, terstruktur, dan mudah dipahami. Dukungan fasilitator mendapatkan nilai yang sangat memadai dengan mean 4.86 (SD = 0.38), di mana mahasiswa merasa didukung dan dibimbing dengan baik sepanjang workshop. Infrastruktur teknologi yang digunakan dalam workshop memperoleh mean 4.57 (SD = 0.53), yang menandakan bahwa mahasiswa menilai platform yang dipilih user-friendly dan memadai. Secara keseluruhan, tingkat kepuasan mahasiswa sangat tinggi dengan mean 4.86 (SD = 0.38), dimana 100% mahasiswa menyatakan puas dan akan merekomendasikan workshop ini kepada mahasiswa lainnya.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa workshop yang dirancang secara sistematis dengan integrasi teori dan praktik dapat secara efektif meningkatkan kompetensi TPACK mahasiswa calon guru fisika. Pendekatan hands-on, bimbingan personal, dan pembelajaran kolaboratif terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan teknis dan pemahaman konseptual tentang integrasi teknologi, pedagogi, dan konten. Evaluasi yang komprehensif mengonfirmasi efektivitas workshop dalam meningkatkan kompetensi TPACK (rata-rata gain 39.0 poin), menghasilkan produk e-LKPD berkualitas dengan kategori baik, dan menciptakan kepuasan yang tinggi (mean 4.86/5.0). Hasil ini sekaligus menunjukkan dampak workshop berkelanjutan terhadap pengembangan kompetensi para calon guru. Namun demikian, pengembangan kompetensi TPACK bukan proses sekali jadi. Oleh karena itu dibutuhkan pendampingan berkelanjutan, praktik reflektif, dan dukungan institusional untuk memastikan bahwa kompetensi yang dikembangkan dapat dipertahankan dan terus ditingkatkan. Integrasi sistematis TPACK dalam kurikulum pendidikan guru, pengembangan profesional dosen, kemitraan dengan sekolah, dan pembentukan komunitas praktik merupakan langkah-langkah strategis yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan guru fisika yang kompeten, adaptif, dan inovatif di era digital. Kegiatan ini diharapkan tidak hanya memberikan manfaat jangka pendek bagi mahasiswa, tetapi juga memberikan kontribusi jangka panjang terhadap peningkatan kualitas pendidikan guru fisika dan pada akhirnya peningkatan kualitas pembelajaran fisika di sekolah-sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifuddin, A., Khoiriyah, S., Sugianto, H., & Karim, A. R. (2025). Integrating technological pedagogical content knowledge in Learning: A systematic review. *Journal of Research in Instructional*, 5(1), 16–39. <https://doi.org/10.30862/jri.v5i1.429>
- Bili, D., Naen, A. B., Ki'i, O. A., Dewa, E., Mukin, M. U. J., & Maing, C. M. M. (2024). Implementasi Problem Based Learning Terintegrasi TIK: E-LKPD Berbasis Liveworksheet Di SMK Negeri 1 Tana Righu. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 640–651. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1643>
- Faresta, R. A., Nicholas, T. Z. S. B., Chi, Y., Sinambela, I. A. N., & Mopolui, A. Z. (2024). Utilization of Technology in Physics Education: A Literature Review and Implications for the Future Physics Learning. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i1.11676>
- Ge, S., & Lai, X. (2021). Strategies for Information Design and Processing of Multimedia Instructional Software —Based on Richard E. Mayer's Multimedia Instructional Design Principles. *Journal on Educational Technology*, 10(1), 40–46. <https://doi.org/10.20448/2003.101.40.46>
- Ginting, F. W., Sakdiah, H., & Unaida, R. (2023). Analysis of the Need for Development of Virtual Reality-Based Learning Media to Build Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Competencies for Prospective Physics Teachers. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6163>



- Hamilaturroyya, H., & Adibah, I. Z. (2025). Dinamika pengembangan kurikulum di era digital dalam menjawab kesenjangan konsep dan praktik. *Learning*, 5(3), 1245–1259. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i3.6631>
- Kamran, S., Mohammadhasani, N., & Nasab, Y. M. (2024). *The Role of Self-Efficacy Beliefs in Predicting the Level of Teachers' Willingness for Technology Integration in Teaching*. 1–5. <https://doi.org/10.1109/icelet62507.2024.10493066>
- Kurniawati, M. P., & Hudha, M. N. (2023). Peningkatan Motivasi dan Hasil Belajar Fisika Dengan Penggunaan Teknologi Dalam Pembelajaran dan Pendekatan Berdiferensiasi Pada Peserta Didik Kelas X – 1 SMA Negeri 6 Kediri Tahun Pelajaran 2022/2023. *Jurnal Pembelajaran Bimbingan Dan Pengelolaan Pendidikan*, 3(6), 484–499. <https://doi.org/10.17977/um065v3i62023p484-499>
- Lumbantobing, S. S., Nugroho, A. R., Guswantoro, T., Saumanuk, T. E., Nopemnanu, A., & Hartoyo, J. D. (2024). Pelatihan Pembuatan Interactive Learning Module dengan Aplikasi Flipbook bagi Guru di SMA Negeri 1 Jonggol. *Jurnal Comunità Servizio*, 6(2), 554–566. <https://doi.org/10.33541/cs.v6i2.6409>
- Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e-learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(5), 403–423. <https://doi.org/10.1111/JCAL.12197>
- Naen, A. B., Maing, C. M. M., Ki'i, O. A., Mukin, M. U. J., & Dewa, E. (2024). Penguatan Kompetensi Guru Fisika Dalam Penyusunan Perangkat Pembelajaran Inovatif Melalui Program PPG Di LPTK Unwira. *Berbakti*, 2(1), 84–93. <https://doi.org/10.30822/berbakti.v2i1.3366>
- Reski, A., Henukh, A., & Simbolon, M. (2019). Profile Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Prospective Teacher of PPL Participants. *Proceedings of the International Conference on Social Science*. <https://doi.org/10.2991/icss-19.2019.207>
- Reski, A., & Sari, K. (2020). Analisis Kemampuan TPACK Guru Fisika Se-Distrik Merauke. *Jurnal Kreatif Online*, 8(1), 1–8.
- Reski, A., Supriyadi, & Loupatty, M. (2020). *Analysis of Pedagogic Competence and Professional Competence of Physics Teachers*. 473(Icss), 430–434. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201014.093>
- Reski, A., Yuliatun, T., Hasanah, N., & Sari, D. K. (2023). Physics Teachers' Perceptions of Senior High Schools in Merauke on Self-Regulation of Digital Instructional Materials. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 51. <https://doi.org/10.20527/jipf.v7i1.6078>
- Saputra, I. M., & Diyana, T. N. (2025). Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Topik Fisika: Studi Literatur. *Magneton*, 3(2), 132–139. <https://doi.org/10.30822/magneton.v3i2.4510>
- Schmid, M., Krannich, M., & Petko, D. (2020). Technological Pedagogical Content Knowledge. Entwicklungen und Implikationen. *Journal of Leukocyte Biology*, 20(1), 116–124. https://doi.org/10.35468/JLB-01-2020_10
- Sumo, M., Muslimah, M., Suprianto, S., & Kholida, S. I. (2025). Pengembangan LKPD Berbasis Model PjBL Berbantuan PhET Untuk Meningkatkan Kreativitas Ilmiah Siswa SMA materi fisika. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) FKIP UM Metro*, 13(1), 75. <https://doi.org/10.24127/jpf.v13i1.12321>
- Wijayanti, F. D., Sarwanto, S., & Harjunowibowo, D. (2025). A Bibliometric Study of Models Fostering Critical Thinking, Communication, Creativity, and Collaboration Skills. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Sains*, 6(1), 67–79. <https://doi.org/10.51673/jips.v6i1.2454>
- Zulaiha, F. (2023). Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge Calon Guru Fisika Pada Mata Kuliah Pendidikan Teknologi Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 3(1), 202. <https://doi.org/10.52434/jpif.v3i1.2825>