

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS PBL
TERINTEGRASI TPACK UNTUK MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN ABAD 21
SISWA KELAS VI SEKOLAH DASAR**

Jenal Nirwana¹, Ana Fitrotun Nisa², Tuti Purwoningsih³

^{1,3}Universitas Terbuka, ²Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

1530087081@ecampus.ut.ac.id, [2ananisa@ymail.com](mailto:ananisa@ymail.com), [3tuti@ecampus.ut.ac.id](mailto:tuti@ecampus.ut.ac.id)

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of a learning device based on Problem Based Learning (PBL) integrated with the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework in developing 21st-century skills among sixth-grade elementary students. The developed learning device consists of a Teaching Module, Student Worksheets (LKPD), and assessment tools for evaluating the four core 21st-century skills (critical thinking, creativity, collaboration, and communication). The research employed the ADDIE development model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The implementation was carried out through a limited trial at SDN Lamajang 03 and a wider trial in four elementary schools within the Lamajang cluster, involving a total of 181 students. The effectiveness of the device was measured using N-Gain analysis based on students' pre- and post-learning 21st-century skill scores. The findings indicate that the PBL–TPACK–based learning device is effective in enhancing students' 21st-century skills. In the limited trial, the average 4C score increased from 2.34 to 3.77, categorized as moderate to high improvement. In the wider trial, the score increased from 2.84 to 3.87, categorized as high improvement. The integration of PBL and TPACK successfully created active, collaborative, and contextual learning experiences, contributing positively to student competence development in accordance with the Merdeka Curriculum. These results confirm that the PBL–TPACK–based learning device is both feasible and effective for use in elementary IPAS learning.

Keywords: 21st-century skills, PBL, TPACK

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 peserta didik kelas VI Sekolah Dasar. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan terdiri atas Modul Ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), serta instrumen penilaian keterampilan abad ke-21 yang mencakup keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Implementasi dilakukan melalui uji coba

terbatas di SDN Lamajang 03 dan uji coba luas di empat sekolah dasar yang tergabung dalam Gugus Lamajang, dengan jumlah subjek penelitian sebanyak 181 peserta didik. Efektivitas perangkat pembelajaran diukur menggunakan analisis N-Gain berdasarkan skor keterampilan abad ke-21 peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK efektif dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 peserta didik. Pada uji coba terbatas, rata-rata skor keterampilan 4C meningkat dari 2,34 menjadi 3,77 dengan kategori peningkatan sedang hingga tinggi. Sementara itu, pada uji coba luas, skor meningkat dari 2,84 menjadi 3,87 dengan kategori peningkatan tinggi. Integrasi PBL dan TPACK mampu menciptakan pengalaman belajar yang aktif, kolaboratif, dan kontekstual sehingga memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan kompetensi peserta didik sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Dengan demikian, perangkat pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK dinyatakan layak dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran IPAS di Sekolah Dasar

Kata Kunci: Keterampilan Abad ke-21, PBL, TPACK

PENDAHULUAN

Pendidikan dasar memiliki peran strategis dalam membentuk kompetensi awal peserta didik agar mampu menghadapi tantangan abad ke-21. Perubahan global yang ditandai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut sekolah untuk menyiapkan generasi yang tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan berkolaborasi, dan kecakapan berkomunikasi (4C). Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi melalui Kurikulum Merdeka menegaskan pentingnya pembelajaran yang berpusat pada

peserta didik, berorientasi pada kompetensi, dan mendorong pengembangan keterampilan abad 21 melalui aktivitas berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*).

Namun, realitas di lapangan masih menunjukkan kesenjangan antara tuntutan kurikulum dengan pelaksanaan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada Gugus Lamajang, ditemukan bahwa sebagian besar guru belum memiliki perangkat pembelajaran yang secara khusus memadukan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) dengan kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge*

(TPACK). Pembelajaran cenderung masih berorientasi pada penyampaian materi secara konvensional, minim penggunaan teknologi yang bermakna, dan belum sepenuhnya memfasilitasi keterampilan abad 21. Hal ini berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan menyelesaikan masalah, serta terbatasnya kreativitas dan kemampuan komunikasi serta kolaborasi dalam kegiatan pembelajaran.

Model PBL merupakan salah satu pendekatan yang diyakini mampu menstimulasi aktivitas berpikir tingkat tinggi melalui proses penyelidikan dan pemecahan masalah autentik. PBL memiliki sintaks yang mencakup orientasi masalah, pengorganisasian aktivitas belajar, penyelidikan mandiri dan kelompok, pengembangan serta penyajian hasil karya, serta refleksi dan evaluasi. Ketika dipadukan dengan pendekatan TPACK yang menekankan integrasi optimal antara konten, pedagogi, dan teknologi, pembelajaran menjadi lebih kontekstual, interaktif, dan relevan dengan kehidupan nyata siswa. Integrasi ini memungkinkan pembelajaran berlangsung lebih

bermakna dan mendorong peningkatan keterampilan 4C secara komprehensif.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perpaduan PBL dan TPACK memberikan dampak positif terhadap hasil belajar maupun keterampilan abad 21. Gunawan et al. (2020) menemukan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran berbasis masalah meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep secara signifikan. Ihsan (2023) serta Witarsa & Siregar (2023) menegaskan bahwa perangkat ajar berbasis TPACK mampu memperkuat efektivitas PBL dan meningkatkan motivasi serta partisipasi siswa dalam pembelajaran. Namun, penelitian mengenai pengembangan perangkat pembelajaran PBL terintegrasi TPACK pada jenjang sekolah dasar, khususnya pada mata pelajaran IPAS dengan topik Enam Benua di Dunia, masih terbatas. Selain itu, pengembangan perangkat yang secara langsung menargetkan peningkatan keterampilan 4C siswa melalui pendekatan PBL dan TPACK belum banyak dikaji secara mendalam.

Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian untuk mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis Problem Based

Learning terintegrasi TPACK yang sesuai dengan kebutuhan guru dan karakteristik Kurikulum Merdeka. Perangkat ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan pembelajaran yang belum efektif, sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa kelas VI sekolah dasar. Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah menghasilkan perangkat pembelajaran dengan karakteristik berbasis PBL terintegrasi TPACK dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa kelas VI SD, menguji validitas atau kelayakan perangkat pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK yang dikembangkan guna meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa kelas VI SD, dan menguji efektivitas perangkat pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK yang dikembangkan dalam upaya meningkatkan keterampilan abad ke-21 siswa kelas VI SD.

KAJIAN PUSTAKA

Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran merupakan seperangkat dokumen dan alat yang digunakan guru untuk merencanakan, melaksanakan, dan

mengevaluasi pembelajaran secara sistematis. Dalam konteks Kurikulum Merdeka, Permendikbudristek Nomor 16 Tahun 2022 dan Nomor 12 Tahun 2024 menegaskan bahwa perangkat ajar meliputi Capaian Pembelajaran (CP), Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Modul Ajar (MA), bahan ajar, serta asesmen formatif dan sumatif yang dirancang untuk mendukung tercapainya kompetensi siswa. Modul Ajar berfungsi sebagai panduan utama kegiatan pembelajaran dan memuat tujuan pembelajaran, langkah pembelajaran, serta penilaian, dengan penekanan pada pembelajaran yang efisien, efektif, dan berorientasi pada siswa (Maulida, 2022; Angraini et al., 2021).

LKPD sebagai bagian dari asesmen dan bahan ajar berperan penting dalam memandu siswa melakukan penyelidikan, pemecahan masalah, serta aktivitas berbasis PBL, sehingga membantu mengembangkan keterampilan proses dan pemahaman konsep (Edi Ansyah et al., 2021). Integrasi pendekatan TPACK dalam perangkat pembelajaran memastikan keterpaduan aspek teknologi, pedagogi, dan konten sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik,

interaktif, dan relevan dengan tuntutan abad 21 (Rusilowati et al., 2019). Penilaian dalam perangkat pembelajaran berfungsi memberikan informasi autentik tentang perkembangan sikap, pengetahuan, dan keterampilan siswa, sesuai prinsip sahih, objektif, dan berkelanjutan sebagaimana diatur dalam Permendikbud Nomor 23 Tahun 2016. Secara keseluruhan, perangkat pembelajaran yang lengkap terdiri dari Modul Ajar, LKPD, dan instrumen penilaian memiliki peran penting dalam menciptakan pembelajaran yang efektif, bermakna, serta mampu mengembangkan keterampilan abad 21. Dalam penelitian ini, perangkat yang dikembangkan difokuskan pada Modul Ajar berbasis PBL terintegrasi TPACK, LKPD, dan rubrik penilaian keterampilan abad 21.

Problem Based Learning (PBL)

Problem Based Learning (PBL) merupakan pendekatan pembelajaran berlandaskan konstruktivisme yang menempatkan siswa sebagai pengkonstruksi pengetahuan melalui aktivitas pemecahan masalah autentik. PBL menciptakan pembelajaran aktif karena siswa terlibat dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan

menemukan solusi terhadap masalah kontekstual (Dewi & Fauziati, 2021; Amir et al., 2020). Peran guru bergeser menjadi fasilitator yang membimbing proses penyelidikan dan kolaborasi, sementara siswa membangun pemahaman secara mandiri maupun kelompok. Langkah PBL meliputi orientasi masalah, pengorganisasian belajar, penyelidikan, pengembangan dan penyajian hasil karya, serta evaluasi proses dan solusi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa PBL meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta pemahaman konsep ilmiah (Zainal, 2022; Kurniawan et al., 2020; Muliana et al., 2024). Kelebihan PBL mencakup pembelajaran aktif, retensi pengetahuan yang tinggi, motivasi belajar, dan penguatan kerja kelompok, meskipun implementasinya membutuhkan waktu lebih panjang, sumber daya memadai, dan kompetensi guru yang baik. Dalam konteks pembelajaran abad ke-21, PBL terbukti efektif mengembangkan keterampilan 4C berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi serta literasi teknologi ketika diintegrasikan dengan TPACK, sehingga pembelajaran menjadi lebih

kontekstual, inovatif, dan relevan dengan kebutuhan siswa di era digital.

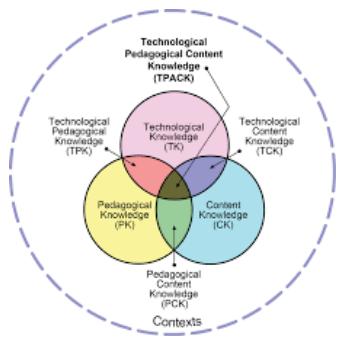
Secara praktis, penerapan PBL dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar telah terbukti mampu meningkatkan partisipasi dan keaktifan siswa melalui keterlibatan langsung dalam proses investigasi masalah yang dekat dengan kehidupan mereka. Model ini mendorong siswa untuk membangun pemahaman secara mandiri, sekaligus belajar bekerja sama dalam kelompok kecil untuk merumuskan solusi yang dapat dipertanggungjawabkan. Selain itu, PBL membantu guru mengalihkan pola pembelajaran dari *teacher-centered* menjadi *student-centered*, sehingga ruang bagi eksplorasi, kreativitas, dan berpikir kritis menjadi lebih luas. Penelitian-penelitian terdahulu juga menegaskan bahwa PBL efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, serta keterampilan proses sains pada siswa sekolah dasar, terutama ketika didukung oleh media pembelajaran dan teknologi yang relevan. Dengan demikian, PBL tidak hanya menawarkan pendekatan yang sesuai dengan karakteristik siswa SD, tetapi juga selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan

pembelajaran kontekstual, kolaboratif, dan berpusat pada peserta didik.

TPACK

Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) merupakan kerangka konseptual yang menjelaskan integrasi tiga komponen utama dalam pembelajaran, yaitu pengetahuan konten (CK), pedagogik (PK), dan teknologi (TK), sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif, relevan, dan adaptif terhadap perkembangan zaman. Kerangka ini menekankan bagaimana guru mampu memilih dan mengombinasikan teknologi yang tepat dengan strategi pedagogis dan karakteristik materi agar pembelajaran lebih bermakna (Mishra & Koehler, 2006). Dalam konteks Kurikulum Merdeka, TPACK menjadi landasan penting bagi guru untuk merancang pembelajaran berbasis kompetensi, diferensiasi, dan pemanfaatan teknologi sebagai pendukung aktivitas belajar. Berbagai studi menunjukkan bahwa penerapan TPACK dapat meningkatkan keterlibatan siswa, memperkaya sumber belajar, serta memperkuat keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan

komunikasi (Gunawan et al., 2020; Ihsan, 2023).



Gambar 1. Kerangka TPACK

(<http://TPACK.org/>)

Integrasi TPACK juga berperan dalam mengoptimalkan media digital seperti video, presentasi interaktif, pencarian informasi daring, dan platform kolaboratif, yang memungkinkan pengalaman belajar lebih interaktif dan personal. Dengan demikian, TPACK tidak hanya membantu guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis teknologi, tetapi juga memastikan bahwa teknologi digunakan secara terarah untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar.

Keterampilan Abad 21

Keterampilan abad ke-21 atau 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, dan communication*, menjadi fondasi penting dalam pendidikan dasar karena menentukan kesiapan siswa menghadapi tantangan

era digital. Keterampilan ini dibutuhkan agar siswa mampu berpikir kritis dalam menganalisis informasi, menghasilkan ide kreatif, bekerja sama secara efektif, dan berkomunikasi dengan jelas. Dasar (2020) menegaskan bahwa pembelajaran abad ke-21 menuntut guru untuk merancang pengalaman belajar yang mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi, bukan sekadar penguasaan konten. Penguatan 4C pada tingkat sekolah dasar dapat dilakukan melalui aktivitas pembelajaran autentik, seperti diskusi pemecahan masalah, proyek kolaboratif, presentasi, eksperimen terbuka, hingga penggunaan media digital. Almarzooq et al. (2020) menekankan bahwa guru berperan sebagai fasilitator yang mendorong siswa berpikir kritis, berinovasi, dan berkomunikasi secara efektif. Dalam kerangka teori yang lebih luas, Trilling dan Fadel (2009) memasukkan 4C sebagai inti kompetensi belajar, sekaligus menambahkan keterampilan informasi-media-teknologi dan keterampilan hidup-karier sebagai dimensi pelengkap. Selaras dengan itu, standar Indonesian *Partnership for 21st Century Skills* (IP-21CSS) juga menempatkan kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, dan komunikasi sebagai aspek utama yang harus dikembangkan melalui pembelajaran kontekstual dan berbasis proyek. Secara keseluruhan, keterampilan abad 21 merupakan kemampuan komprehensif yang mengintegrasikan kecakapan berpikir, interaksi sosial, dan literasi teknologi, sehingga penting

untuk diembangkan sejak pendidikan dasar agar siswa mampu beradaptasi dan berperan aktif dalam kehidupan modern.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Pada tahap analisis dilakukan identifikasi kebutuhan guru dan siswa melalui angket *google form*, telaah kurikulum, serta analisis karakteristik peserta didik. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli (materi, media, dan penilaian), lembar observasi keterampilan abad 21 (4C), serta angket respon guru dan siswa. Uji coba perangkat dilakukan dalam dua tahap, yaitu uji coba terbatas di SDN Lamajang 03 dan uji coba luas di empat sekolah negeri dalam Gugus Lamajang dengan total 181 siswa kelas VI. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan skor validitas, rata-rata gain, dan kategori efektivitas, serta didukung analisis kualitatif melalui catatan observasi dan masukan guru selama implementasi pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK.



Gambar 2. *Model ADDIE*
(<https://nbfsoft.com/2023/01/model-addie/>)

Instrumen penilaian dalam penelitian ini terdiri dari empat jenis. Pertama, angket uji validasi yang digunakan untuk menilai kelayakan Modul Ajar, LKPD, dan lembar penilaian. Angket ini berbentuk skala Likert empat tingkat dan divalidasi oleh dua dosen ahli. Kisi-kisi mencakup aspek informasi umum, komponen inti, dan kelengkapan lampiran untuk MA; aspek identitas, format, isi, dan bahasa untuk LKPD; serta aspek format, isi, dan bahasa untuk instrumen penilaian. Validasi dilakukan untuk memastikan kesesuaian isi, konsistensi konstruk, dan kelayakan perangkat sebagai media pembelajaran. Instrumen kedua adalah lembar observasi keterampilan abad 21, yang digunakan untuk menilai empat kategori 4C, yaitu berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Setiap kategori disusun berdasarkan indikator perilaku yang dapat diamati langsung selama kegiatan

pembelajaran berbasis PBL berlangsung.

Tabel 1. Analisis Kevalidan

Instrumen lainnya yaitu tes keterampilan abad 21, berupa lembar penilaian aktivitas yang memuat indikator kemampuan 4C yang lebih operasional, seperti kemampuan mengambil keputusan, menghasilkan ide, bekerja sama, serta menyampaikan pendapat. Instrumen ini digunakan untuk memperkuat hasil observasi. Instrumen keempat adalah survei analisis kebutuhan guru, yang digunakan pada tahap awal untuk menggali kondisi pembelajaran di sekolah. Survei mencakup pengetahuan guru tentang pembelajaran abad 21, pelaksanaan 4C, integrasi TPACK, kendala implementasi, dan kebutuhan perangkat pembelajaran.

Uji keefektifan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini dianalisis menggunakan Uji N-Gain, yang bertujuan mengetahui peningkatan keterampilan abad ke-21 siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK. Perhitungan N-Gain dilakukan dengan membandingkan skor posttest dan

pretest menggunakan rumus $N\text{-Gain} = (Skor Posttest - Skor Pretest) / (Skor Ideal - Skor Pretest)$. Hasil perhitungan

Rata-rata Total (\bar{x})	Klasifikasi Kevalidan
$3.26 < \bar{x} \leq 4.0$	Sangat baik
$2.51 < \bar{x} \leq 3.25$	Baik
$1.76 < \bar{x} \leq 2.5$	Cukup
$1 < \bar{x} \leq 1.75$	Kurang

kemudian diklasifikasikan berdasarkan kriteria Hake (1999), yaitu kategori tinggi ($g > 0.7$), sedang ($0.3 \leq g \leq 0.7$), dan rendah ($g < 0.3$). Selain itu, tingkat keefektifan perangkat pembelajaran ditentukan melalui persentase interpretasi efektivitas, yaitu tidak efektif ($< 40\%$), kurang efektif (40–55%), cukup efektif (56–75%), dan efektif ($> 76\%$). Penggunaan Uji N-Gain ini memberikan gambaran komprehensif mengenai peningkatan keterampilan 4C siswa sekaligus memastikan efektivitas penerapan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

Tabel 2. Kategori Pembagian N-Gain Skor

Nilai N-Gain	Interpretasi
$g > 0.7$	Tinggi
$0.3 \leq g \leq 0.7$	Sedang
$g < 0.3$	Rendah

Tabel 3. Kriteria Penentuan Tingkat Keefektifan

HASIL dan PEMBAHASAN

Karateristik Perangkat Pembelajaran Berbasis Model *Problem Based Learning* Terintegrasi TPACK

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki ciri khas yang menggabungkan sintaks *Problem Based Learning* (PBL) dengan integrasi pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten (TPACK). Perangkat ini dikembangkan untuk topik *Enam Benua di Dunia* pada mata pelajaran IPAS kelas VI SD dan dirancang untuk mendorong pengembangan keterampilan abad 21 (4C): berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Penerapan PBL memungkinkan siswa belajar melalui pemecahan masalah autentik, sedangkan kerangka TPACK memastikan bahwa pengintegrasian teknologi, strategi pedagogis, dan konten materi berjalan selaras dan bermakna.

Karakteristik *Problem Based Learning* (PBL) dalam perangkat ini mengikuti lima sintaks pembelajaran. Pada tahap orientasi terhadap masalah, siswa diarahkan untuk mengamati gambar dan video

mengenai	benua	sehingga
Percentase (%)	Tafsiran	
< 40%	Tidak Efektif	
40 - 55	Kurang Efektif	
56 - 75	Cukup efektif	
> 76	Efektif	
menumbuhkan rasa ingin tahu dan kemampuan menganalisis informasi awal. Tahap mengorganisasi siswa untuk belajar dilakukan melalui pembentukan kelompok kecil dan pembagian peran yang mendorong kolaborasi dan tanggung jawab bersama. Pada tahap membimbing penyelidikan, guru memfasilitasi diskusi kelompok dan memastikan seluruh siswa terlibat aktif dalam proses inkui. Tahap mengembangkan dan menyajikan hasil karya ditunjukkan dengan presentasi hasil analisis setiap kelompok yang melatih kemampuan komunikasi dan kreativitas siswa. Pada tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah siswa bersama guru melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran dan hasil penyelidikan sehingga mereka dapat menyimpulkan pemahaman secara mandiri. Secara keseluruhan, penerapan sintaks PBL ini berjalan efektif dan menunjukkan dampak positif terhadap pengembangan keterampilan 4C siswa.		

Karakteristik TPACK dalam perangkat pembelajaran tampak melalui keseimbangan antara aspek teknologi, pedagogi, dan konten. Pada aspek *Technological Knowledge* (TK), guru memanfaatkan media digital seperti *PowerPoint*, video *YouTube*, dan LKPD berbasis teknologi untuk mendukung pembelajaran interaktif. Pada aspek *Pedagogical Knowledge* (PK), guru menerapkan strategi PBL secara konsisten mulai dari penentuan masalah hingga refleksi untuk memastikan siswa belajar secara aktif, kolaboratif, dan berpusat pada pemecahan masalah. Sementara itu, pada aspek *Content Knowledge* (CK), guru menguasai materi *Enam Benua di Dunia* serta mampu mengaitkannya dengan visual, peta digital, dan contoh kontekstual, sehingga konten pembelajaran menjadi lebih mudah dipahami dan relevan bagi siswa. Integrasi pada ketiga aspek ini membuat perangkat pembelajaran memiliki struktur kuat, kontekstual, dan sesuai tuntutan kurikulum.

Secara keseluruhan, perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi karakteristik utama PBL dan TPACK. Perangkat ini tidak hanya memfasilitasi proses belajar aktif

dan kolaboratif, tetapi juga memastikan bahwa teknologi digunakan secara tepat guna untuk meningkatkan pemahaman konten dan keterampilan abad 21 siswa. Dampak positif terlihat dari keterlibatan siswa yang tinggi, peningkatan kualitas diskusi, kemampuan analisis yang lebih baik, serta hasil karya siswa yang lebih sistematis dan kreatif.

Kelayakan dan Validitas Perangkat Pembelajaran yang Dikembangkan

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari Modul Ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan Instrumen Penilaian Keterampilan Abad 21. Ketiga perangkat tersebut divalidasi oleh dosen ahli melalui proses expert judgment untuk memastikan tingkat kelayakan dan kevalidannya sebelum diuji cobakan di sekolah. Validasi dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD), di mana para validator memberikan penilaian serta masukan perbaikan yang kemudian dijadikan dasar untuk revisi perangkat agar sesuai dengan karakteristik siswa dan kebutuhan pembelajaran di Gugus Lamajang. Proses validasi menilai kelayakan perangkat berdasarkan aspek isi, penyajian, bahasa, dan

kesesuaian perangkat dengan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi dengan TPACK. Secara umum, hasil validasi menunjukkan bahwa semua perangkat pembelajaran berada pada kategori “sangat layak”, sehingga dapat digunakan dalam uji coba lapangan.

Kevalidan Modul Ajar dinilai oleh ahli materi pendidikan dasar dengan mempertimbangkan kesesuaian isi dengan Kurikulum Merdeka, kejelasan tujuan pembelajaran, integrasi sintaks PBL, serta pemanfaatan teknologi sesuai kerangka TPACK. Modul Ajar memperoleh skor total 70,00 dengan skor rata-rata 3,88, yang termasuk kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa struktur, isi, dan strategi pembelajaran dalam Modul Ajar telah sesuai dengan tujuan pengembangan perangkat berbasis PBL terintegrasi TPACK, serta layak diterapkan dalam pembelajaran IPAS kelas VI. Validasi LKPD dilakukan oleh ahli materi dan ahli media untuk menilai kesesuaian isi, kejelasan format, kualitas bahasa, serta integrasi PBL dan TPACK dalam langkah-langkah aktivitas siswa. LKPD memperoleh skor total 15,46 dengan skor rata-rata 3,86, termasuk dalam kategori sangat layak.

Hasil ini menunjukkan bahwa LKPD telah memenuhi fungsi sebagai panduan utama siswa dalam menjalankan proses penyelidikan berbasis masalah. Format yang sistematis, tampilan yang menarik, dan bahasa yang komunikatif mendukung LKPD sebagai instrumen yang efektif untuk mengembangkan keterampilan 4C siswa. Instrumen penilaian yang dikembangkan terdiri dari indikator penilaian kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Validasi dilakukan oleh ahli evaluasi dan ahli materi. Instrumen memperoleh skor total 11,66 dengan skor rata-rata 3,88, termasuk kategori sangat layak. Hasil ini membuktikan bahwa indikator, rubrik, dan format penilaian dalam instrumen telah sesuai untuk mengukur keterampilan abad 21 siswa dalam konteks pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK. Berikut hasil validasi perangkat pembelajaran oleh validator:

Tabel 4. Skor Validasi Perangkat Pembelajaran

No	Instrumen	Skor
1	Modul Ajar	3,88
2	LKPD	3,86
3	Lembar Penilaian Keterampilan Abad 21	3,88
Total Skor		11,62
Rerata		3,87

No	Instrumen	Skor
Kategori Kevalidan	Sangat Baik	

Setelah ketiga perangkat (Modul Ajar, LKPD, Instrumen Penilaian) dianalisis, diperoleh skor rata-rata keseluruhan sebesar 3,87, yang berada dalam kategori “Sangat Layak” sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari aspek isi, kebahasaan, penyajian, dan integrasi pendekatan PBL terintegrasi TPACK. Dengan demikian, perangkat pembelajaran ini dinyatakan layak digunakan untuk mendukung pengembangan keterampilan abad 21 siswa kelas VI SD di Gugus Lamajang.

Efektivitas Perangkat Pembelajaran Yang Dikembangkan

Efektivitas perangkat pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi TPACK dianalisis melalui perbandingan nilai pretest dan posttest menggunakan uji N-Gain, baik pada uji coba terbatas maupun uji coba secara luas. Selain itu, observasi terhadap keterampilan abad 21 (berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi) dilakukan

untuk menguatkan hasil analisis kuantitatif.

Tabel 5. Analisis Data N-Gain Dimensi Berpikir Kritis Uji Coba Terbatas

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_score	3	.80	.84	.8181	.02139
NGain_persen	3	80.11	84.21	81.8097	2.13885
Valid N (listwise)	3				

Sajian tabel 5 di atas memberikan gambaran terhadap dimensi keterampilan berpikir kritis pada uji coba terbatas. Nilai N-Gain berada pada rentang 0,80–0,84 dengan rata-rata 0,8181 (kategori tinggi). Observasi menunjukkan peningkatan skor berpikir kritis dari kategori cukup menjadi sangat baik di seluruh aspek (percaya diri, kritis, mandiri).

Tabel 6. Analisis N-Gain Dimensi Berpikir Kritis Uji Coba Secara Luas

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_score	12	.82	.94	.8803	.03453
NGain_persen	12	81.82	93.65	88.0280	3.45335
Valid N (listwise)	12				

Pada tebel 6 di atas hasil uji coba secara luas, nilai N-Gain meningkat dengan rentang 0,82–0,94 dan rata-rata 0,8803 (kategori tinggi).

Observasi di empat sekolah juga menunjukkan peningkatan konsisten dari skor rata-rata 2,74 menjadi 3,85. Temuan ini membuktikan bahwa perangkat pembelajaran efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Tabel 7. Analisis N-Gain Dimensi Kreativitas Uji Coba terbatas

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_score	3	.89	.92	.9088	.01549
NGain_persen	3	89.41	92.50	90.8842	1.54911
Valid N (listwise)	3				

Tabel 7 menunjukkan nilai N-Gain pada dimensi keterampilan kreativitas uji coba terbatas, nilai N-Gain berada pada rentang 0,89–0,92 dengan rata-rata 0,9088 (kategori tinggi). Observasi menunjukkan peningkatan pada aspek terbuka & responsif, percaya diri, dan tanggung jawab.

Tabel 8. Analisis N-Gain Dimensi Kreativitas Uji Coba Secara Luas

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_score	12	.94	.97	.9543	.01159
NGain_persen	12	93.58	97.30	95.4277	1.15938
Valid N (listwise)	12				

Tabel 8 menunjukkan hasil uji secara coba luas, nilai N-Gain meningkat pada rentang 0,94–0,97 dengan rata-rata 0,9543 (kategori

tinggi). Observasi empat sekolah menunjukkan peningkatan rata-rata dari 2,91 menjadi 3,95. Hasil ini menunjukkan perangkat secara konsisten efektif meningkatkan kreativitas siswa.

Tabel 9. Analisis N-Gain Dimensi Kolaborasi Uji Coba Secara Terbatas

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_score	3	.84	.85	.8456	.00395
NGain_persen	3	84.17	84.96	84.5646	.39490
Valid N (listwise)	3				

Pada dimensi keterampilan kolaborasi, seperti yang terlihat pada tabel 9 uji coba terbatas menghasilkan nilai N-Gain 0,84–0,85 (rata-rata 0,8456, kategori tinggi). Observasi menunjukkan peningkatan kemampuan bekerjasama, adaptasi, dan empati dari rata-rata 2,64 menjadi 3,79.

Tabel 10. Analisis N-Gain Dimensi Kolaborasi Uji Coba Secara Luas

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_score	12	.83	.95	.9095	.04446
NGain_persen	12	82.61	95.45	90.9476	4.44621
Valid N (listwise)	12				

Table 10 menunjukkan nilai N-Gain pada uji coba luas, nilai N-Gain berada pada rentang 0,83–0,95 (rata-rata 0,9095, kategori tinggi). Observasi menunjukkan peningkatan dari rata-rata 2,87 menjadi 3,89 pada seluruh

aspek kolaborasi. Perangkat pembelajaran terbukti efektif mengembangkan kemampuan kerja sama siswa.

Tabel 11. Analisis N-Gain Dimensi Komunikasi Uji Coba Secara Terbatas

Descriptive Statistics					
N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	
NGain_score	3	.86	.88	.8691	.00667
NGain_persen	3	86.34	87.64	86.9065	.66655
Valid N (listwise)	3				

Table 11 menunjukkan nilai N-Gain uji coba terbatas pada dimensi komunikasi, hasil analisis menunjukkan nilai N-Gain 0,86–0,88 (rata-rata 0,8691, kategori tinggi), dengan peningkatan observasi dari 2,19 menjadi 3,76.

Tabel 12. Analisis N-Gain Dimensi Komunikasi Uji Coba Secara Luas

Descriptive Statistics					
N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	
NGain_score	12	.80	.86	.8267	.01505
NGain_persen	12	80.36	86.09	82.6662	1.50485
Valid N (listwise)	12				

Table 12 menunjukkan nilai N-Gain pada uji coba luas pada dimensi komunikasi, hasil analisis menunjukkan nilai N-Gain berkisar 0,80–0,86 (rata-rata 0,8267, kategori tinggi). Observasi menunjukkan peningkatan kemampuan komunikasi dari 2,84 menjadi 3,80. Perangkat terbukti efektif meningkatkan kemampuan komunikasi

siswa baik dalam konteks terbatas maupun luas

Efektivitas Keterampilan Abad 21 secara keseluruhan pada uji coba terbatas dapat terlihat pada table 13, nilai N-Gain keseluruhan berada pada rentang 0,82–0,91 dengan rata-rata 0,8594 (kategori tinggi). Observasi empat aspek meningkat signifikan dari 2,15–2,64 menjadi 3,66–3,79.

Tabel 13. Analisis N-Gain Keterampilan Abad 21 Uji Coba Terbatas

Descriptive Statistics					
N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	
NGain_score	4	.82	.91	.8594	.03888
NGain_persen	4	81.62	90.85	85.9436	3.88761
Valid N (listwise)	4				

Pada uji coba secara luas, nilai N-Gain meningkat pada rentang 0,82–0,95 dengan rata-rata 0,8921 (kategori tinggi) seperti yang terlihat pada table 14. Observasi di empat sekolah juga menunjukkan peningkatan dari kisaran 2,7–2,9 menjadi 3,80–3,95 pada seluruh aspek.

Tabel 14. Analisis N-Gain Keterampilan Abad 21 Uji Coba Secara Luas

Descriptive Statistics					
N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	
NGain_score	16	.82	.95	.8921	.04946
NGain_persen	16	81.98	95.41	89.2083	4.94629
Valid N (listwise)	16				

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis PBL terintegrasi TPACK sangat efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 siswa kelas VI SD, baik pada uji coba terbatas maupun uji coba luas. Peningkatan terjadi secara konsisten pada keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi.

SIMPULAN dan SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis Problem Based Learning (PBL) yang terintegrasi dengan kerangka TPACK terbukti layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran IPAS kelas VI SD. Perangkat yang meliputi Modul Ajar, LKPD, dan lembar penilaian dirancang secara sistematis sehingga mampu memfasilitasi proses pembelajaran yang aktif, kolaboratif, dan berorientasi pada pemecahan masalah. Validasi ahli menunjukkan bahwa perangkat berada pada kategori sangat layak, sementara uji coba terbatas dan luas menunjukkan peningkatan signifikan pada empat keterampilan abad 21, yaitu berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Dengan demikian, perangkat ini berkontribusi dalam

menyediakan model pembelajaran inovatif yang relevan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

Berdasarkan temuan tersebut, guru disarankan untuk mengadaptasi perangkat ini sesuai konteks dan kondisi sarana sekolah, terutama pada tahap penyelidikan yang memerlukan dukungan teknologi. Sekolah diharapkan menyediakan fasilitas digital yang memadai untuk mendukung pembelajaran berbasis PBL–TPACK. Penelitian selanjutnya dapat memperluas penerapan perangkat pada mata pelajaran lain serta menggunakan desain eksperimen untuk menguji efektivitas secara lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Almarzooq, Z. I., Lopes, M., & Kochar, A. (2020). Virtual Learning During the COVID-19 Pandemic: A Disruptive Technology in Graduate Medical Education. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(20), 2635–2638. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.015>
- Amir, N. F., Magfirah, I., Malmia, W., Fakultas, T., Dan, K., Pendidikan, I., Iqra, U., JI, B., Baslamah, A., Si, M., & Namlea, M. (2020). PENGUNAAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING (PBL) PADA PEMBELAJARAN TEMATIK SISWA SEKOLAH DASAR (The Use of Problem

- Based-Learning (PBL) Learning Model in Thematic Teaching for the Elementary School's Students). *Uniqbu Journal of Social Sciences (UJSS)*, 1(2), 22–34.
- Angkur, M. F. M., Palmin, B., & Yurnia, R. (2022). Kesulitan Guru dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran. *JIPD) Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 6(2), 130–136.
<http://unikastpaulus.ac.id/jurnal/index.php/jipdhttps://doi.org/10.36928/jipd.v6i2.1386>
- Angraini, L. M., Wahyuni, P., Astri Wahyuni, Dahlia, A., Abdurrahman, A., & Alzaber, A. (2021). Pelatihan Pengembangan Perangkat Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) bagi Guru-Guru di Pekanbaru. *Community Education Engagement Journal*, 2(2), 62–73.
<https://doi.org/10.25299/ceej.v2i2.6665>
- Ayunda, D., Kustiawan, A., & Erlin, E. (2022). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbasis Tpack Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *J-KIP (Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan)*, 3(3), 584.
<https://doi.org/10.25157/jkip.v3i3.8628>
- Dasar, D. I. S. (2020). *Mengajarkan Keterampilan Abad 21 4C (Communication , Collaboration , Critical Thinking and Problem Solving , Creativity and Innovation)*. 7(September), 185–197.
- Dewi, L., & Fauziati, E. (2021). Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar dalam Pandangan Teori Konstruktivisme Vygotsky. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 163–174.
<https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikandasar.v3i2.1207>
- Edi Ansyah, Y. P. N. L., Pranata, Y., Latipah, N., Fatmawati, U., & Bengkulu, S. (2021). Pengembangan LKPD IPA Berbasis Problem Based Learning pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Siswa SMP Kelas VII. *Jurnal Pendidikan Tematik*, 2(3), 283–288.
- Fauzi Fahmi. (2021). Standar Proses Dalam Meningkatkan Mutu Pembelajaran Di Sekolah. *PENDALAS: Jurnal Penelitian Tindakan Kelas Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1–16.
<https://doi.org/10.47006/pendalas.v1i1.60>
- Febrita, I., & Harni. (2020). Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran Tematik Terpadu terhadap Berpikir Kritis Siswa di Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 4(2), 1619–1633.
- Fitriati, & Lisa, S. (2015). Jurnal Pendidikan Matematika Jurnal Pendidikan Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 41–60.
- Gunawan, D., Sutrisno, S., & Muslim, M. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berdasarkan TPACK untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 249.
<https://doi.org/10.36709/jpm.v11i2.11518>
- Ihsan, M. A. N. (2023). MENINGKATKAN AKTIVITAS

- BELAJAR DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA MUATAN PPKn MENGGUNAKAN MODEL PROJECT PADA SISWA SEKOLAH DASAR. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Konseling*, 1(3), 652–659.
- Khovivah, A., Gultom, E. S., & Lubis, S. S. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis Problem Based Learning Dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *LENZA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 152–161. <https://doi.org/10.24929/lensa.v12i2.258>
- Kurniawan, I. K., Parmiti, D., & Kusmaryatni, N. (2020). Pembelajaran IPA dengan Model Problem Based Learning Berbantuan Media Audio Visual Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(2), 80. <https://doi.org/10.23887/jeu.v8i2.28959>
- Maulida, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi: Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 5(2), 130–138. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>
- Muliana, Fonna, M., & Nufus, H. (2024). Pengaruh Penerapan Problem Based Learning (PBL) Terhadap Keterampilan Abad 21. *Ar-Riyadhiyyat: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 22–30.
- Mustika, D., Ambiyar, A., & Aziz, I. (2021). Proses Penilaian Hasil Belajar Kurikulum 2013 di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(6), 6158–6167. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1819>
- Nilam, N., Fitri, R., & Selaras, G. H. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning. *EduNaturalia: Jurnal Biologi Dan Kependidikan Biologi*, 4(2), 69. <https://doi.org/10.26418/edunatura lia.v4i2.65774>
- Pohan, S. A., & Dafit, F. (2021). Pelaksanaan Pembelajaran Kurikulum 2013 di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1191–1197. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.898>
- Review, J., Dasar, P., Pendidikan, J. K., Penelitian, H., & Accepted, R. R. (2023). *DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK Program Studi Magister PGSD , UPI Kampus Cibiru – Universitas Pendidikan Indonesia Program Studi Magister PGSD , UPI Kampus Cibiru – Universitas Pendidikan Indonesia Program Studi Magister PGSD , UPI Kampus Cibiru – Univers. 9(1), 9–16.*
- Rusilowati, A., Taufiq, M., & Astuti, B. (2019). *Jurnal Profesi Keguruan. Jurnal Profesi Keguruan*, 5(1), 15–22.
- Sd, G., Cimahi, K., Barat, J., Rochaendi, E., Wahyudi, A., & Perdana, R. (2021). *Kompetensi Teknologi , Pedagogi , dan Konten.*
- Siregar, P. S., Marta, E., Efendi, R., Hasrijal, H., & Sari, N. T. (2022). Implementasi Pembelajaran Tematik dalam Pencapaian Standar Proses Kurikulum 2013 di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 540–551. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.1858>

- Sukarya, E. (2020). Upaya Meningkatkan Kompetensi Guru Dalam Menyusun Rencana Pelaksanaan Pembelajaran Kurikulum 2013 Melalui Pendampingan. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 6(2), 611–617. <https://doi.org/10.31949/educatio.v6i2.620>
- Witarsa, R., & Siregar, P. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Technological Pedagogic and Content Knowledge (Tpck) Terhadap Kognisi Siswa Sekolah Dasar. *SITTAH: Journal of Primary Education*, 4(1), 95–106. <https://doi.org/10.30762/sittah.v4i1.971>
- Yasa, A. D. (2021). TPACK-based science learning assessment in elementary school teachers with analytical hierarchy process and simple additive weighting methods. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2330). <https://doi.org/10.1063/5.0043392>
- Zulkarnain, I., Suryaningsih, Y., Noorbaiti, R., & Rahadian, L. N. N. R. (2020). Bimbingan Penyusunan Perangkat Pembelajaran 4C (Communication, Collaboration, Critical Thinking, And Creativity) Bagi Guru Peserta MGMP Matematika SMA Kota Banjarmasin. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 37. <https://doi.org/10.20527/btjpm.v2i1.1804>
- Fakhriyah, F., Masfuah, S., & Hilyana, F. S. (2022). *TPACK dalam pembelajaran IPA*. Penerbit NEM.
- Technological pedagogical content knowledge. (12 Juli 2025). Di Wikipedia. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Technological_pedagogical_content_knowledge&oldid=1300142420
- Herman, T., Akbar, A., Farokhah, L., Febriandi, R., Zahrah, R. F., Febriani, W. D., ... & Abidin, Z. (2024). *Kecakapan abad 21: Literasi matematis, berpikir matematis, dan berpikir komputasi*. Indonesia Emas Group.