

Efektivitas Problem-Based Learning Berbantuan Smart TV dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA dan Keterlibatan Siswa Sekolah Dasar

The Effectiveness of Smart TV-Assisted Problem-Based Learning in Improving Science Learning Outcomes and Engagement of Elementary School Students

¹*Paringga Wilwan Tikta Sari, ²Heppy Zakiatun Nissa, ³Mohamad Nastain

¹Universitas Terbuka, ^{2,3}UPT SDN 53 Gresik, Indonesia

*E-mail : korespondensi: tiktasari@gmail.com¹, heppyzanissa@gmail.com¹,
mohnastain0@gmail.com²

Abstrak

Pembelajaran IPA di sekolah dasar masih sering berlangsung satu arah sehingga belum optimal membangun pemahaman konsep dan keterlibatan belajar. Penelitian sebelumnya cenderung memisahkan model pedagogis dari pemanfaatan teknologi serta jarang mengukur hasil belajar dan keterlibatan secara simultan. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas model Problem-Based Learning (PBL) berbantuan Smart TV terhadap hasil belajar IPA dan keterlibatan siswa kelas IV sekolah dasar. Penelitian menggunakan desain quasi-experimental tipe pretest-posttest control group design dengan dua kelas (kelas eksperimen n=22; kelas kontrol n=22) yang dipilih melalui purposive sampling. Instrumen mencakup tes hasil belajar 30 butir pilihan ganda, lembar observasi keterlibatan tiga dimensi, dan angket respons siswa. Validitas isi diuji melalui expert judgment, validitas empiris melalui korelasi product moment, dan reliabilitas melalui Cronbach's Alpha ($\alpha=0,87$). Data dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk, uji Levene, uji-t sampel independen, dan N-Gain. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada pretest ($p=0,412$), namun terdapat perbedaan signifikan pada posttest ($t(42)=3,21$; $p=0,003$). Rata-rata posttest kelas eksperimen (82,6) lebih tinggi daripada kelas kontrol (74,1), dengan N-Gain kategori sedang ($g=0,62$) berbanding rendah ($g=0,38$). Skor keterlibatan kelas eksperimen ($M=3,48$) juga melampaui kelas kontrol ($M=2,91$). Kebaruan penelitian terletak pada integrasi PBL dan Smart TV dalam kerangka digital pedagogy yang mengukur hasil belajar sekaligus keterlibatan. Temuan ini berimplikasi pada penguatan praktik pembelajaran IPA berbasis teknologi di pendidikan dasar.

Kata kunci: digital pedagogy; hasil belajar IPA; keterlibatan siswa; Problem-Based Learning; Smart TV

Abstract

Science learning in elementary schools frequently remains one-directional, which limits the development of conceptual understanding and learning engagement. Prior studies tend to separate pedagogical models from technology use and rarely measure learning outcomes and engagement simultaneously. This study aims to analyze the effectiveness of the Smart TV-assisted Problem-Based Learning (PBL) model on science learning outcomes and engagement of fourth-grade elementary school students. A quasi-experimental design with a pretest-posttest control group was applied to two classes (experimental group n=22; control group n=22) selected through purposive sampling. The instruments comprised a 30-item multiple-choice achievement test, a three-dimensional engagement observation sheet, and a student response questionnaire. Content validity was examined through expert judgment, empirical validity through product-moment correlation, and reliability through Cronbach's Alpha ($\alpha=0.87$). Data were analyzed using the Shapiro-Wilk test, Levene test, independent sample t-test, and N-Gain. The results indicated no significant difference at the pretest stage ($p=0.412$), whereas a significant difference emerged at the posttest stage ($t(42)=3.21$; $p=0.003$). The experimental group posttest mean (82.6) exceeded that of the control group (74.1), with a moderate N-Gain ($g=0.62$) compared to a low N-Gain ($g=0.38$). The engagement score of the experimental group ($M=3.48$) also surpassed that of the control group ($M=2.91$). The novelty of this study lies in integrating PBL and Smart TV within a digital pedagogy framework that measures learning outcomes and engagement concurrently. These findings carry implications for strengthening technology-based science learning practices in elementary education.

Keywords: digital pedagogy; problem-based learning; science learning outcomes; Smart TV; student engagement



PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan abad ke-21 menggeser orientasi pembelajaran dari sekadar pemindahan informasi menjadi proses konstruksi makna yang aktif, kolaboratif, dan bermedia teknologi. Pergeseran ini menuntut sekolah dasar menyiapkan peserta didik dengan kompetensi berpikir tingkat tinggi, kemampuan memecahkan masalah, dan kecakapan digital sejak usia dini (Chiu et al., 2023). Kebijakan pendidikan global menempatkan pengintegrasian pedagogi inovatif dengan teknologi digital sebagai agenda utama yang sejalan dengan target Sustainable Development Goal keempat tentang pendidikan bermutu (Hu & Chiu, 2024). Pada pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), tuntutan tersebut menjadi semakin mendesak karena penguasaan konsep ilmiah memerlukan pengalaman eksplorasi yang tidak dapat dipenuhi melalui penyampaian materi satu arah. Kondisi ini menempatkan pemilihan model pembelajaran yang tepat sebagai penentu kualitas capaian belajar peserta didik sekolah dasar.

Problem-Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang konsisten menunjukkan keunggulan dalam mengembangkan pemahaman konseptual dan kecakapan berpikir. Model ini berakar pada teori konstruktivisme yang memandang pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan belajar (Hmelo-Silver, 2004). Dalam praktiknya, PBL menempatkan masalah autentik sebagai titik awal belajar sehingga peserta didik terdorong melakukan identifikasi, investigasi, dan penyusunan solusi secara mandiri maupun kolaboratif (Dolmans et al., 2016). Proses semacam ini selaras dengan karakteristik pembelajaran IPA yang menekankan kerja ilmiah, eksplorasi, dan penemuan konsep. Sejumlah kajian pada konteks pendidikan dasar menemukan bahwa penerapan PBL meningkatkan hasil belajar IPA secara nyata dibanding pembelajaran konvensional (Suryanti et al., 2023). Temuan tersebut menegaskan kedudukan PBL sebagai kerangka pedagogis yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran kontemporer.

Kekuatan PBL juga terletak pada keterkaitannya dengan inquiry-based learning, yaitu proses belajar yang berangkat dari pertanyaan atau persoalan yang menuntut eksplorasi mendalam (Loyens et al., 2023). Pendekatan berbasis penyelidikan ini memberi ruang bagi peserta didik untuk menalar, menguji gagasan, dan merefleksikan strategi belajarnya, sehingga pemahaman yang terbentuk bersifat lebih tahan lama. Akan tetapi, efektivitas PBL tidak berdiri sendiri karena sangat dipengaruhi oleh kualitas representasi masalah yang disajikan kepada peserta didik (Servant-Miklos, 2020). Masalah yang abstrak dan jauh dari pengalaman keseharian justru berisiko menambah beban kognitif dan menurunkan keterlibatan belajar. Persoalan inilah yang menuntut dukungan media yang mampu mengonkretkan fenomena ilmiah dan menjembatani jarak antara konsep dengan realitas yang dialami peserta didik sekolah dasar.

Perkembangan teknologi pendidikan melahirkan konsep *technology-enhanced learning* (TEL) dan *digital pedagogy* yang memadukan perangkat digital secara terencana ke dalam proses belajar. Sejumlah kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan multimedia interaktif, visualisasi konsep, dan perangkat berbasis layar memperbaiki kualitas pembelajaran melalui penyajian informasi yang lebih konkret (Cavanagh & Kiersch, 2022). Dalam kerangka *Cognitive Theory of Multimedia Learning*, peserta didik belajar lebih bermakna ketika menerima informasi melalui perpaduan saluran verbal dan visual yang dirancang sesuai prinsip pemrosesan kognitif (Mayer, 2021). Smart TV sebagai media berbasis layar besar berpotensi menghadirkan tayangan video, animasi, dan simulasi yang memperkaya orientasi masalah dalam PBL. Kapasitas tersebut menjadikan Smart TV bukan sekadar alat penayang, melainkan komponen pedagogis yang memperkuat proses konstruksi pengetahuan.

Tren mutakhir riset pendidikan global juga mengarah pada *immersive learning*, yakni pengalaman belajar yang melibatkan interaksi intensif melalui media digital untuk menciptakan keterlibatan yang lebih mendalam (Makransky & Petersen, 2021). Keterlibatan siswa atau *student engagement* dipahami sebagai konstruk multidimensi yang mencakup dimensi perilaku, emosional, dan kognitif, serta menjadi prediktor penting bagi keberhasilan belajar (Bond et al., 2020). Peserta didik yang terlibat secara penuh menunjukkan partisipasi aktif, respons afektif positif, dan investasi kognitif yang lebih tinggi terhadap tugas belajar (Hidayat et al., 2022). Pada jenjang sekolah dasar, keterlibatan menjadi semakin krusial karena rentang perhatian peserta didik relatif terbatas dan mudah dipengaruhi oleh daya tarik media. Integrasi PBL dengan Smart TV diasumsikan mampu menstimulasi ketiga dimensi keterlibatan tersebut secara bersamaan melalui penyajian masalah yang kontekstual dan menarik.

Kajian literatur memperlihatkan beberapa keterbatasan pada penelitian terdahulu yang membuka celah penelitian. Pertama, sebagian besar penelitian PBL pada pendidikan dasar masih dilaksanakan terpisah dari pengintegrasian teknologi digital sehingga belum mencerminkan praktik pembelajaran abad ke-21 secara utuh (Almulla, 2020). Kedua, penelitian tentang pemanfaatan teknologi cenderung berfokus pada aspek media tanpa menautkannya dengan kerangka pedagogis yang kuat, sehingga dampak yang dihasilkan bersifat parsial (Haleem et al., 2022). Ketiga, variabel keterlibatan siswa yang meliputi dimensi kognitif, emosional, dan perilaku masih jarang dianalisis secara komprehensif berdampingan dengan hasil belajar (Salas-Pilco et al., 2022). Ketiga keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa integrasi model pedagogis dan teknologi digital belum dikaji secara simultan dan terukur pada konteks pembelajaran IPA sekolah dasar.

Pada konteks Indonesia, kesenjangan tersebut diperkuat oleh dominasi pendekatan Penelitian Tindakan Kelas yang bersifat lokal dan deskriptif sehingga kontribusinya terhadap pengembangan teori dan generalisasi temuan masih terbatas (Rahmadani et al., 2023). Penelitian eksperimental yang menguji efektivitas integrasi model pembelajaran dan teknologi secara terkendali masih relatif jarang ditemukan pada jenjang sekolah dasar. Padahal, riset global menuntut bukti empiris yang lebih kuat melalui desain eksperimen dan analisis berbasis teori (Wijnen et al., 2023). Ketidakseimbangan antara

praktik penelitian lokal dan tuntutan riset internasional ini menandakan perlunya kajian yang memposisikan PBL berbantuan Smart TV sebagai objek penelitian eksperimental. Penelitian semacam ini diperlukan untuk menjembatani jarak antara inovasi pembelajaran di tingkat kelas dan perkembangan teori digital pedagogy yang lebih luas.

Berdasarkan paparan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian efektivitas integrasi PBL dan Smart TV dalam satu kerangka digital pedagogy yang mengukur hasil belajar dan keterlibatan siswa secara serentak. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya menyoroti salah satu variabel atau memperlakukan model dan media sebagai entitas terpisah. Penelitian ini berkontribusi secara teoretis dengan memperluas pemahaman tentang sinergi antara kerangka pedagogis berbasis masalah dan media berbasis layar dalam pembelajaran IPA. Secara praktis, penelitian ini memberikan rujukan bagi guru sekolah dasar dalam merancang pembelajaran yang interaktif dan kontekstual. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektivitas Problem-Based Learning berbantuan Smart TV dalam meningkatkan hasil belajar IPA dan keterlibatan siswa kelas IV sekolah dasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental bertipe nonequivalent pretest-posttest control group design. Desain kuasi eksperimen dipilih karena pengacakan individu sulit dilakukan pada setting sekolah yang telah memiliki struktur kelas tetap, sehingga penugasan kelompok dilakukan pada tingkat kelas utuh (Cook & Campbell dalam Wijnen et al., 2023). Desain ini memungkinkan peneliti menguji pengaruh perlakuan dengan tetap mengendalikan kondisi awal melalui pengukuran pretest. Kelompok eksperimen menerima pembelajaran Problem-Based Learning berbantuan Smart TV, sedangkan kelompok kontrol menerima pembelajaran konvensional. Perbandingan capaian kedua kelompok menjadi dasar untuk menyimpulkan efektivitas perlakuan secara terkendali.

Desain Penelitian

Desain penelitian dapat digambarkan dengan kelompok eksperimen mengikuti pola O1-X-O2 dan kelompok kontrol mengikuti pola O1-(-)-O2. Notasi O1 menunjukkan pretest yang mengukur kemampuan awal, O2 menunjukkan posttest yang mengukur capaian akhir, dan X menunjukkan perlakuan berupa PBL berbantuan Smart TV. Kelompok kontrol tidak menerima perlakuan tersebut melainkan pembelajaran konvensional sebagai pembanding. Pengukuran pretest pada kedua kelompok memastikan kesetaraan titik awal sebelum perlakuan diberikan. Perbedaan capaian posttest yang muncul setelah perlakuan menjadi indikator utama efektivitas model yang diuji.

Populasi, Sampel, dan Teknik Sampling

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas IV di salah satu sekolah dasar negeri di Kabupaten Gresik pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Sampel terdiri atas dua kelas, yaitu kelas eksperimen berjumlah 22 siswa dan kelas kontrol berjumlah 22 siswa, sehingga total partisipan adalah 44 siswa. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan pertimbangan kesetaraan kemampuan akademik awal berdasarkan nilai rapor serta rekomendasi pihak sekolah. Kesetaraan

kemampuan awal kedua kelas dikonfirmasi melalui uji-t pada skor pretest yang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan. Pemilihan sampel pada tingkat kelas utuh dipilih untuk menjaga keberlangsungan kegiatan belajar mengajar tanpa mengganggu struktur kelas yang ada.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model Problem-Based Learning berbantuan Smart TV. Variabel terikat terdiri atas dua aspek, yaitu hasil belajar IPA dan keterlibatan siswa. Hasil belajar IPA didefinisikan sebagai capaian kognitif pada ranah memahami, menerapkan, dan menganalisis. Keterlibatan siswa didefinisikan sebagai konstruk multidimensi yang mencakup dimensi perilaku, emosional, dan kognitif. Pendefinisian operasional ini menjamin bahwa setiap variabel terukur secara konsisten melalui instrumen yang dirancang.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap yang sistematis. Tahap persiapan mencakup penyusunan perangkat pembelajaran berbasis PBL, penyiapan media Smart TV berupa video, animasi, dan visualisasi konsep, serta pengembangan dan pengujian instrumen penelitian. Tahap pelaksanaan diawali dengan pretest pada kedua kelas, dilanjutkan pemberian perlakuan selama empat pertemuan. Kelas eksperimen menempuh sintaks PBL yang meliputi orientasi masalah melalui tayangan Smart TV, pengorganisasian peserta didik dalam kelompok, investigasi mandiri dan kelompok, pengembangan serta penyajian hasil, dan analisis evaluasi proses pemecahan masalah. Kelas kontrol menempuh pembelajaran konvensional berupa ceramah, tanya jawab, dan lembar kerja, kemudian kedua kelas mengikuti posttest dan observasi keterlibatan, serta tahap akhir berupa pengolahan dan analisis data.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri atas tiga jenis yang saling melengkapi. Tes hasil belajar berbentuk pilihan ganda sebanyak 30 butir yang mengukur kemampuan kognitif pada level C2 sampai C4 sesuai taksonomi kognitif. Lembar observasi keterlibatan siswa mengukur tiga dimensi, yaitu behavioral engagement berupa partisipasi aktif, emotional engagement berupa respons afektif, dan cognitive engagement berupa investasi berpikir. Angket respons siswa digunakan untuk menggali persepsi peserta didik terhadap pembelajaran yang diterapkan. Ketiga instrumen tersebut dirancang berdasarkan indikator yang diturunkan dari kerangka teori sehingga memiliki landasan konseptual yang jelas.

Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Validitas isi instrumen diuji melalui expert judgment oleh dua ahli pendidikan IPA dan satu ahli pembelajaran untuk memastikan kesesuaian butir dengan indikator. Validitas empiris diuji menggunakan korelasi product moment Pearson dengan kriteria koefisien korelasi melebihi 0,30 sebagai batas butir valid. Reliabilitas tes hasil belajar diuji menggunakan Cronbach's Alpha dan menghasilkan koefisien sebesar 0,87 yang berada pada kategori tinggi. Lembar observasi keterlibatan diuji konsistensinya melalui kesepakatan antarpengamat untuk memastikan objektivitas penilaian. Hasil pengujian menunjukkan seluruh instrumen memenuhi kriteria valid dan reliabel sehingga layak digunakan dalam pengumpulan data.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilaksanakan secara bertahap melalui uji prasyarat dan uji hipotesis. Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk karena ukuran sampel pada masing-masing kelompok tergolong kecil, sedangkan uji homogenitas menggunakan Levene Test. Uji hipotesis menggunakan independent sample t-test untuk membandingkan hasil belajar kedua kelompok karena data berskala interval, berdistribusi normal, dan berasal dari dua kelompok yang saling bebas. Efektivitas peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan N-Gain dengan kategori tinggi pada g lebih besar dari 0,7, sedang pada rentang 0,3 sampai 0,7, dan rendah pada g kurang dari 0,3. Skor keterlibatan siswa dianalisis secara deskriptif melalui rata-rata pada skala empat untuk menggambarkan tingkat keterlibatan tiap kelompok.

Pertimbangan Etik

Penelitian ini memperhatikan prinsip etika penelitian pendidikan sejak tahap perencanaan hingga pelaporan. Izin penelitian diperoleh dari pihak sekolah, dan persetujuan partisipasi disampaikan kepada orang tua melalui informed consent. Identitas peserta didik dijaga kerahasiaannya dan data hanya digunakan untuk kepentingan akademik. Partisipasi peserta didik bersifat sukarela tanpa konsekuensi terhadap penilaian akademik mereka. Prinsip-prinsip tersebut memastikan penelitian dilaksanakan secara bertanggung jawab dan menghormati hak seluruh partisipan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan capaian yang konsisten antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, baik pada hasil belajar IPA maupun keterlibatan siswa. Data deskriptif capaian belajar kedua kelompok disajikan pada Tabel 1 sebagai dasar analisis selanjutnya.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Hasil Belajar IPA Kedua Kelompok

Kelompok	Pretest (M)	Posttest (M)	SD Posttest	N-Gain
Eksperimen (n=22)	51,8	82,6	7,42	0,62 (sedang)
Kontrol (n=22)	50,3	74,1	8,15	0,38 (rendah)

Sumber: Data primer penelitian, 2026.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kedua kelompok berangkat dari kemampuan awal yang relatif setara, yaitu rata-rata pretest 51,8 pada kelas eksperimen dan 50,3 pada kelas kontrol. Setelah perlakuan, rata-rata posttest kelas eksperimen mencapai 82,6, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 74,1. Nilai N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,62 berada pada kategori sedang, sementara kelas kontrol sebesar 0,38 berada pada kategori rendah. Hasil uji prasyarat menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen sehingga uji-t sampel independen dapat diterapkan. Rangkuman hasil uji-t disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji-t Sampel Independen Pretest dan Posttest

Pengujian	Nilai t	df	Sig. (p)	Keterangan
Pretest	0,83	42	0,412	Tidak signifikan
Posttest	3,21	42	0,003	Signifikan

Sumber: Data primer penelitian, 2026.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada tahap pretest tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok dengan nilai p sebesar 0,412. Kondisi ini menegaskan kesetaraan kemampuan awal sehingga perbedaan capaian akhir dapat diatribusikan pada perlakuan. Pada tahap posttest, hasil uji-t menunjukkan perbedaan signifikan dengan nilai $t(42)$ sebesar 3,21 dan nilai p sebesar 0,003. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran PBL berbantuan Smart TV memberikan dampak yang nyata terhadap hasil belajar IPA. Selanjutnya, capaian keterlibatan siswa pada ketiga dimensi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor Keterlibatan Siswa Berdasarkan Dimensi

Dimensi Keterlibatan	Eksperimen (M)	Kontrol (M)	Selisih
Behavioral engagement	3,52	3,01	0,51
Emotional engagement	3,49	2,95	0,54
Cognitive engagement	3,43	2,77	0,66
Rata-rata keseluruhan	3,48	2,91	0,57

Sumber: Data primer penelitian, 2026.

Efektivitas PBL terhadap Hasil Belajar IPA

Perbedaan rata-rata posttest yang signifikan disertai N-Gain kategori sedang pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa PBL memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan pemahaman konsep IPA. Capaian ini dapat dijelaskan melalui teori konstruktivisme yang menegaskan bahwa pembelajaran efektif terjadi ketika peserta didik secara aktif mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman pemecahan masalah (Hmelo-Silver, 2004). Dalam proses tersebut, peserta didik tidak menerima informasi secara pasif melainkan menelusuri masalah, menguji gagasan, dan menyusun simpulan, sehingga pemahaman yang terbentuk bersifat lebih mendalam (Dolmans et al., 2016). Temuan ini sejalan dengan kajian pada pendidikan dasar yang menemukan bahwa penerapan PBL meningkatkan capaian kognitif IPA dibanding pembelajaran konvensional (Suryanti et al., 2023). Peningkatan skor pada kelas eksperimen karena itu bukan sekadar akibat latihan soal, melainkan hasil aktivitas berpikir yang lebih intens selama pembelajaran. Pola ini memperkuat argumen bahwa kualitas proses belajar menentukan kedalaman pemahaman yang dicapai peserta didik.

Peran Smart TV dalam Memperkuat Pemahaman Konsep

Keunggulan kelas eksperimen tidak dapat dilepaskan dari peran Smart TV sebagai media yang mengonkretkan fenomena ilmiah. Penyajian masalah melalui video dan visualisasi konsep membantu peserta didik membentuk representasi mental yang lebih utuh terhadap materi IPA yang abstrak. Cognitive Theory of Multimedia Learning menjelaskan bahwa peserta didik belajar lebih bermakna ketika informasi disajikan melalui perpaduan saluran verbal dan visual yang dirancang sesuai kapasitas pemrosesan kognitif (Mayer, 2021). Penyajian semacam ini menurunkan beban kognitif ekstra yang lazim muncul pada materi bersifat abstrak dan meningkatkan retensi informasi (Cavanagh & Kiersch, 2022). Dalam penelitian ini, Smart TV berfungsi memperkaya tahap orientasi masalah PBL sehingga peserta didik memiliki pijakan visual sebelum melakukan investigasi. Dukungan visual tersebut menjelaskan mengapa kelas eksperimen mengalami peningkatan skor yang lebih tinggi dibanding kelas kontrol.

Media berbasis layar dengan demikian berperan sebagai komponen pedagogis, bukan sekadar pelengkap teknis.

Keterkaitan Keterlibatan Siswa dengan Capaian Belajar

Skor keterlibatan kelas eksperimen sebesar 3,48 yang melampaui kelas kontrol sebesar 2,91 menunjukkan bahwa pembelajaran ini memperbaiki proses belajar, bukan hanya hasil akhirnya. Keterlibatan siswa dipahami sebagai konstruk multidimensi yang mencakup dimensi perilaku, emosional, dan kognitif, dan ketiganya saling memperkuat dalam mendukung capaian belajar (Bond et al., 2020). Tabel 3 memperlihatkan selisih terbesar terjadi pada cognitive engagement, yang sejalan dengan peningkatan hasil belajar yang signifikan pada kelas eksperimen. Pola ini menegaskan bahwa semakin tinggi investasi kognitif peserta didik, semakin dalam pula pemahaman konsep yang terbentuk (Hidayat et al., 2022). Keterlibatan emosional yang juga tinggi menunjukkan bahwa media interaktif menumbuhkan respons afektif positif yang menopang ketekunan belajar (Makransky & Petersen, 2021). Keterlibatan dengan demikian berperan sebagai mekanisme yang menjembatani perlakuan pembelajaran dengan peningkatan hasil belajar peserta didik.

Integrasi PBL dan Smart TV dalam Kerangka Technology-Enhanced Learning

Kombinasi PBL dan Smart TV dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai wujud konkret technology-enhanced learning yang memadukan kerangka pedagogis dengan media digital secara terencana. PBL menyediakan struktur belajar berbasis masalah, sedangkan Smart TV memperkaya pengalaman belajar melalui representasi visual yang interaktif (Haleem et al., 2022). Keunggulan kelas eksperimen pada hasil belajar sekaligus keterlibatan menunjukkan bahwa integrasi keduanya menghasilkan dampak yang lebih besar dibanding penggunaan model atau media secara terpisah. Kerangka digital pedagogy menegaskan bahwa teknologi memberikan nilai tambah ketika ditempatkan dalam desain pembelajaran yang berlandaskan teori belajar yang kuat (Aziza, 2025; Almulla, 2020). Penelitian ini memberi bukti empiris bahwa sinergi pedagogi dan teknologi menempatkan peserta didik pada posisi aktif sebagai pengonstruksi pengetahuan. Temuan tersebut memperkuat gagasan bahwa keberhasilan pembelajaran abad ke-21 ditentukan oleh keterpaduan model dan media secara sistematis.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu dan Implikasi Temuan

Temuan penelitian ini selaras dengan kajian terdahulu yang menemukan efektivitas PBL dalam meningkatkan hasil belajar IPA pada jenjang sekolah dasar (Suryanti et al., 2023). Penelitian tentang pemanfaatan teknologi pendidikan juga melaporkan peningkatan partisipasi dan keterlibatan peserta didik (Salas-Pilco et al., 2022). Kontribusi penelitian ini terletak pada pengujian integrasi kedua elemen tersebut secara simultan dan terukur, yang masih jarang dilakukan pada riset pendidikan dasar di Indonesia (Rahmadani et al., 2023). Data empiris memperlihatkan bahwa ketika PBL dipadukan dengan Smart TV, peningkatan N-Gain dan skor keterlibatan terjadi secara bersamaan, sehingga dampaknya lebih optimal dibanding pendekatan tunggal. Secara teoretis, temuan ini memperluas pemahaman tentang sinergi kerangka pedagogis berbasis masalah dan media berbasis layar dalam digital pedagogy (Susetyo, 2022).

Secara praktis, hasil penelitian memberikan rujukan bagi guru sekolah dasar untuk merancang pembelajaran IPA yang interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada keterlibatan peserta didik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan Problem-Based Learning berbantuan Smart TV efektif meningkatkan hasil belajar IPA dan keterlibatan siswa kelas IV sekolah dasar. Efektivitas tersebut dibuktikan oleh perbedaan posttest yang signifikan, nilai N-Gain kategori sedang pada kelas eksperimen, serta skor keterlibatan yang lebih tinggi pada ketiga dimensinya. Secara teoretis, penelitian ini memperkuat kerangka digital pedagogy dengan menunjukkan bahwa integrasi model pedagogis berbasis masalah dan media berbasis layar menghasilkan dampak belajar yang lebih besar dibanding penggunaan keduanya secara terpisah. Secara praktis, temuan ini menegaskan pentingnya merancang pembelajaran IPA yang memadukan masalah kontekstual dengan dukungan visual interaktif agar peserta didik aktif mengonstruksi pengetahuan.

Implikasi penelitian ini menempatkan guru sekolah dasar sebagai perancang pembelajaran yang perlu mengembangkan masalah autentik dan memanfaatkan media digital secara terarah. Pihak sekolah disarankan menyediakan fasilitas teknologi yang memadai serta pelatihan digital pedagogy bagi guru agar integrasi teknologi berlangsung optimal. Keterbatasan penelitian ini terletak pada ukuran sampel yang relatif kecil dan cakupan satu sekolah sehingga generalisasi temuan perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian lanjutan disarankan menguji model ini pada konteks yang lebih luas dengan melibatkan variabel lain seperti kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan kreativitas. Pengembangan tersebut diharapkan memperkaya kajian pembelajaran IPA berbasis teknologi di pendidikan dasar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Sekolah dan guru-guru UPT SDN 53 Gresik yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada siswa kelas IV yang telah berpartisipasi aktif dalam penelitian ini. Selain itu, penulis menghargai masukan dan bimbingan yang diberikan oleh rekan sejawat dan para reviewer, yang sangat membantu dalam penyempurnaan artikel ini.

REFERENSI

- Adelia, S., Salimi, M., & Rokhmaniyah. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA tentang Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud Benda pada Siswa Kelas V SD Negeri 3 Kedungsari Tahun Ajaran 2022/2023. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(2). Jurnal Universitas Sebelas Maret
- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54(5), 977–1012. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>

- Almulla, M. A. (2020). The effectiveness of the project-based learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *SAGE Open*, 10(3), 1–15. <https://doi.org/10.1177/2158244020938702>
- Artawan, I. K. A. S., Rati, N. W., & Pajarastuti, D. P. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 4(2). E-Journal Undiksha+1jipsd.uho.ac.id+1
- Aziza, R. S., Irfani, D. R., Saniyah, N. M., Azzahra, T. F., Hikmah, F. A. M., Sahida, D. N., & Sutrisno, S. (2025). Problem-Based Learning Di MI. *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 10(2), 641-657.
- Bergdahl, N. (2022). Engagement and disengagement in online learning. *Computers & Education*, 188, 104561. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104561>
- Bond, M., Buntins, K., Bedenlier, S., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Mapping research in student engagement and educational technology in higher education: A systematic evidence map. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1–30. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0176-8>
- Bond, M., et al. (2020). Student engagement in digital learning. *Educational Technology Research and Development*.
- Cavanagh, T. M., & Kiersch, C. (2022). Using commonly-available technologies to create online multimedia lessons through the application of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Technology Research and Development*, 71(3), 1033–1053. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10181-1>
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2020). *E-learning and the Science of Instruction*. Wiley.
- Darling-Hammond, L., et al. (2020). *Preparing Teachers for Deeper Learning*. Harvard Education Press.
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Dede, C. (2020). The role of immersive media in learning. *Journal of Educational Technology*.
- Djahidin, A. K., Hamid, R., Yasin, M., & Rende, A. M. (2023). Menerapkan Model Problem Based Learning pada Pembelajaran IPA Tema 6 Panas dan Perpindahannya untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas V SD. *Jurnal Ilmiah Pembelajaran Sekolah Dasar*, 5(1), 29–40.
- Dolmans, D. H. J. M., Loyens, S. M. M., Marcq, H., & Gijbels, D. (2016). Deep and surface learning in problem-based learning: A review of the literature. *Advances in Health Sciences Education*, 21(5), 1087–1112. <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9645-6>
- Dzikroh, M., Suryandari, K. C., & Suhartono. (2022). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kerja Sama dan Hasil Belajar IPA pada Siswa Kelas V B SDN Roworejo. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 11(2). Jurnal Universitas Sebelas Maret
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2020). Teacher technology integration. *Journal of Research on Technology in Education*.

- Fullan, M. (2020). *Leading in a Culture of Change*. Jossey-Bass.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Hattie, J. (2020). *Visible Learning*. Routledge.
- Hidayanti, F., Susiani, T. S., & Suryandari, K. C. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Hasil Belajar IPA pada Siswa Kelas V SD. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(1). Jurnal Universitas Sebelas Maret+4Jurnal Universitas Sebelas Maret+4Jurnal Universitas Sebelas Maret+4
- Hidayat, R., Moosavi, Z., & Hadisaputra, P. (2022). Achievement goals, self-regulated learning, prior knowledge, and learning outcomes in mathematics education. *Education and Information Technologies*, 27(8), 11337–11365. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11106-4>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C. E. (2021). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). *Artificial Intelligence in Education*. UNESCO.
- Hu, H., & Chiu, C. (2024). The effect of using questioning strategies in scientific inquiry videos on elementary students. *Journal of Science Education and Technology*, 33(6), 835–850. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10128-6>
- Janti, E. R., Wahyudi, & Rokhmaniyah. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Hasil Belajar IPA Materi Perubahan Wujud Benda pada Siswa. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(1). Jurnal Universitas Sebelas Maret
- Kaliisa, R., & Picard, M. (2020). Mobile learning in higher education. *Computers & Education*.
- Kim, C., & Hannafin, M. (2021). Scaffolding problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*.
- Lai, C.-L., et al. (2022). Technology-enhanced learning strategies. *Education and Information Technologies*.
- Li, T., Chen, I.-C., Adah Miller, E., Miller, C. S., Schneider, B., & Krajcik, J. (2024). The relationships between elementary students' knowledge-in-use performance and their science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(2), 358–418. <https://doi.org/10.1002/tea.21900>
- Lin, H., & Chen, C. (2024). Effects of digital game-based learning on students' science learning achievement and engagement: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(2), 559–576. <https://doi.org/10.1111/jcal.12903>
- Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, R. (2022). Self-directed learning in problem-based learning. *Educational Research Review*.
- Loyens, S. M. M., Van Meerten, J. E., Schaap, L., & Wijnia, L. (2023). Situating higher-order, critical, and critical-analytic thinking in problem- and project-based learning environments: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 35(2), 39. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09757-x>
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive

- virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937–958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- Morris, D. L. (2025). Rethinking science education practices: Shifting from investigation-centric to comprehensive inquiry-based instruction. *Education Sciences*, 15(1), 73. <https://doi.org/10.3390/educsci15010073>
- Nkomo, L. M., Daniel, B. K., & Butson, R. J. (2021). Synthesis of student engagement with digital technologies: A systematic review of the literature. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 34. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00270-1>
- Noviati, W. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA di SD. *Jurnal Kependidikan*, 7(2), 19–27. E-Journal LPPM Universitas Samawa
- OECD. (2021). *Digital Education Outlook 2021*. OECD Publishing.
- Petersen, G. B., Stenberdt, V., Mayer, R. E., & Makransky, G. (2023). Collaborative generative learning activities in immersive virtual reality increase learning. *Computers & Education*, 207, 104931. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104931>
- Rahmadani, R., Setiawan, A., & Sari, D. P. (2023). Trends of classroom action research in Indonesian elementary science education: A systematic review. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(2), 245–257. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i2.43217>
- Redecker, C. (2021). *European Framework for the Digital Competence of Educators*. European Commission.
- Salas-Pilco, S. Z., Yang, Y., & Zhang, Z. (2022). Student engagement in online learning in Latin American higher education during the COVID-19 pandemic: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 53(3), 593–619. <https://doi.org/10.1111/bjet.13190>
- Schindler, L. A., et al. (2020). Computers-based technology and student engagement. *Educational Technology Research and Development*.
- Servant-Miklos, V. F. C. (2020). Problem-oriented project work and problem-based learning: “Mind the gap!” *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28596>
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2021). Effects of integrating mobile devices. *Educational Technology & Society*.
- Suryanti, S., Arifani, Y., & Sutaji, D. (2023). The effectiveness of problem-based learning on elementary students’ science learning outcomes: A meta-analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 18(1), 1–16. <https://doi.org/10.18844/cjes.v18i1.7843>
- Susetiyo, A. (2022). Penanaman Nilai-Nilai Pendidikan Karakter di Madrasah Ibtida’iyah Darul Ulum Kediri. *Jurnal Riset Madrasah Ibtidaiyah (JURMIA)*, 2(2), 277–283.
- Voogt, J., & Knezek, G. (2021). Teaching and learning with technology during the COVID-19 pandemic: Highlighting the need for micro, meso, and macro level perspectives. *Education and Information Technologies*, 26(6), 6663–6665. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10750-6>

- Voogt, J., Knezek, G., Cox, M., Knezek, D., & Ten Brummelhuis, A. (2021). Teacher learning for technology integration. *Computers & Education*.
- Wijaya, S. A., Salimi, M., & Suhartono. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA pada Siswa Kelas VB SDN Peniron. *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 12(1). Jurnal Universitas Sebelas Maret
- Wijnen, F., Walma van der Molen, J., & Voogt, J. (2023). Measuring primary school teachers' attitudes towards stimulating higher-order thinking: Development and validation of a questionnaire. *Thinking Skills and Creativity*, 49, 101344. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101344>
- Yuliatin, D., Purnamasari, I., & Jumarni. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA pada Tema 1 Indahnya Kebersamaan Kelas IV SD Negeri Sambirejo 01 Pati Tahun Pelajaran 2022/2023. *Malih Peddas (Majalah Ilmiah Pendidikan Dasar)*, 12(2). Jurnal Upgris
- Yuza, A., Susanti, D., Wulandari, S., Ekawati, R., & Desminar. (2021). Peningkatan Hasil Belajar IPA Menggunakan Model *Problem Based Learning* di SDN 07 Airpura. *Jurnal Kajian dan Pengembangan Umat*, 4(2). Jurnal UMSB
- Zhang, D., et al. (2021). Interactive learning environments. *Computers in Human Behavior*.