GECI
Jurnal Generasi Ceria Indonesia
Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

Pembelajaran IPA Berbasis Proyek IoT untuk Mengembangkan Kemandirian Belajar Siswa Sekolah Dasar

Author:
Indra Kurniawan Siregar[1]
Arafatul Soraya[2]
Efira Andiyani Batubara[3]
Afiliation:
STAIN Madina[123]

Corresponding email
efirabatubara6@gmail.com

Histori Naskah:
Submit: 21-10-2026
Accepted: 31-10-2026
Published: 01-11-2026

How To cite:

This is a Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstract:
Latar belakang: Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah dasar perlu memberi kesempatan kepada siswa untuk menyelidiki fenomena, menggunakan bukti, dan mengelola proses belajarnya. Teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang menghadirkan pengamatan berbasis sensor digital dalam proyek yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. **Tujuan penelitian** ini menganalisis rancangan implementasi pembelajaran IPA berbasis proyek IoT dan menjelaskan potensinya dalam mendukung kemandirian belajar siswa sekolah dasar. **Metode:** Kajian menggunakan studi kepustakaan dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. Bahan kajian berupa 15 artikel yang tercantum dalam daftar pustaka naskah sumber, terbit pada 2021–2025, dan relevan dengan pembelajaran berbasis proyek, pemanfaatan IoT dalam pendidikan, atau kemandirian belajar. Artikel dianalisis melalui pengelompokan tema, perbandingan temuan, dan sintesis konseptual. **Hasil:** Sintesis menunjukkan bahwa proyek seperti pemantauan suhu dan kelembapan atau penyiraman tanaman sederhana dapat dipadukan dengan tahapan perumusan pertanyaan, perencanaan, penjadwalan, pemantauan, presentasi hasil, dan refleksi. Rancangan tersebut berpotensi memberi ruang bagi siswa untuk membangun inisiatif belajar, menunjukkan tanggung jawab belajar, menggunakan data sebagai bukti, mengembangkan literasi teknologi, dan melatih pengaturan diri. Implementasi memerlukan perangkat yang aman dan sederhana, bimbingan guru bertahap, serta alternatif ketika internet atau perangkat tidak tersedia. **Kesimpulan:** Pembelajaran IPA berbasis proyek IoT layak dipertimbangkan sebagai rancangan pedagogis untuk melatih kemandirian belajar, tetapi efektivitasnya terhadap siswa sekolah dasar masih perlu diuji melalui penelitian lapangan.

Kata Kunci: Inisiatif belajar; literasi teknologi; pengaturan diri; sensor digital; tanggung jawab belajar

Pendahuluan

Pendidikan dasar perlu menyediakan pengalaman belajar yang tidak berhenti pada penerimaan informasi. Dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), siswa perlu mengamati fenomena,

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

mengajukan pertanyaan, menguji gagasan, membaca bukti, dan menjelaskan hasil pengamatan. Kegiatan seperti ini membantu siswa menghubungkan konsep dengan lingkungan sekitarnya. Pembelajaran yang didominasi penjelasan guru dan hafalan berisiko membatasi kesempatan siswa untuk membuat keputusan serta mengelola proses belajarnya sendiri.

Pembelajaran berbasis proyek atau Project Based Learning (PjBL) menawarkan kerangka yang dapat digunakan untuk memperluas pengalaman tersebut. Siswa bekerja menuju produk atau solusi melalui perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi. Pengembangan perangkat IPA berbasis PjBL di sekolah dasar telah dilaporkan menghasilkan perangkat yang valid dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran (Dewi et al., 2023). Perangkat pembelajaran berbasis proyek juga dikaitkan dengan penguatan keterampilan proses sains ((Fatmawati et al., 2022), sedangkan modul kontekstual dapat mengaitkan pembelajaran dengan hubungan antarmakhluk hidup dalam ekosistem (Adeng et al., 2023).

Perkembangan Internet of Things (IoT) memberi kemungkinan untuk memperkaya proyek IPA dengan data yang diperoleh melalui sensor dan perangkat yang saling terhubung. Misalnya, sensor dapat digunakan untuk mengamati suhu atau kelembapan, sementara rangkaian sederhana dapat memperlihatkan hubungan antara kondisi lingkungan dan respons perangkat. Kegiatan pengenalan IoT untuk siswa dan guru sekolah dasar menunjukkan bahwa demonstrasi serta praktik perangkat dapat memperkenalkan manfaat teknologi dan memberi pengalaman pemecahan masalah (Santika et al., 2022). Penelitian (Atmojo et al., 2024) menunjukkan bahwa laboratorium sains virtual berbasis IoT dapat mendukung pemahaman konsep sains; meskipun penelitian tersebut dilakukan pada mahasiswa calon guru sekolah dasar, temuannya memberi dukungan awal bagi pemanfaatan IoT sebagai media pembelajaran sains.

Integrasi teknologi saja tidak otomatis menghasilkan pembelajaran yang bermakna. Teknologi harus ditempatkan dalam rancangan pedagogis yang memberi siswa tanggung jawab nyata, tetapi tetap menyediakan dukungan yang sesuai dengan usia dan pengalaman mereka. Kemandirian belajar mencakup inisiatif, kedisiplinan, tanggung jawab, kepercayaan diri, dan kemampuan mengelola kegiatan belajar. Kajian pada siswa sekolah dasar menunjukkan bahwa kemandirian dapat diamati melalui perilaku aktif, percaya diri, disiplin, dan bertanggung jawab selama proses pembelajaran (Zulaiha et al., 2023). Oleh karena itu, proyek IoT perlu dirancang bukan hanya

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

untuk menghasilkan perangkat, tetapi juga untuk membuat proses perencanaan, pengambilan keputusan, dan refleksi belajar terlihat dan dapat dibimbing.

Sejumlah kajian terdahulu membahas PjBL dalam pembelajaran IPA, pemanfaatan IoT dalam pendidikan, atau kemandirian belajar secara terpisah. Sintesis yang secara khusus menghubungkan tahapan PjBL, fungsi sensor IoT, dan indikator kemandirian belajar pada konteks sekolah dasar masih perlu dipertegas. Artikel ini berupaya mengisi ruang tersebut melalui analisis konseptual terhadap literatur yang tercantum dalam naskah sumber. Tujuan artikel adalah menganalisis rancangan implementasi pembelajaran IPA berbasis proyek IoT, memetakan peluang kontribusinya terhadap kemandirian belajar, serta mengidentifikasi kondisi pendukung dan kendala implementasinya. Karena berbasis studi kepustakaan, artikel ini menyajikan potensi pedagogis yang disintesis dari literatur, bukan bukti bahwa intervensi IoT telah terbukti meningkatkan kemandirian siswa dalam uji lapangan.

Studi Literatur

2.1 Pembelajaran IPA Berbasis Proyek

PjBL menempatkan proyek sebagai wahana untuk mengorganisasi penyelidikan dan menghasilkan produk atau solusi. Dalam konteks IPA sekolah dasar, proyek dapat dimulai dari pertanyaan yang dekat dengan lingkungan siswa, dilanjutkan dengan perencanaan kegiatan, pengumpulan informasi, pembuatan produk, presentasi, dan refleksi. Menurut Dewi 2023 mengembangkan perangkat pembelajaran IPA berbasis PjBL mencakup rencana pembelajaran, lembar kerja, dan modul (Dewi et al., 2023). Diketahui perangkat berbasis proyek mendukung keterampilan proses sains (Fatmawati et al., 2022). Temuan-temuan ini memberi dasar bahwa kualitas proyek bergantung pada rancangan kegiatan dan perangkat pendukung, bukan sekadar tugas membuat produk.

PjBL juga dapat digunakan dalam pembelajaran IPAS sesuai konteks Kurikulum Merdeka sebagai pengembangan kreatifitas (Lestari & Halidjah, 2023) dan bermanfaat dalam mendorong pemahaman mendalam pada murid jenjang Sekolah Dasar (Khofifah et al., 2024). Setiawan. (2021) membahas perangkat dan lembar kerja dengan pendekatan STEAM-PjBL. Secara konseptual, proyek IoT dapat ditempatkan dalam kerangka tersebut apabila konsep sains tetap menjadi fokus, sedangkan teknologi berfungsi sebagai alat untuk mengamati, menguji, atau menjelaskan fenomena (Setiawan et al., 2021).

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

2.2 Internet of Things dalam Pembelajaran

IoT merujuk pada keterhubungan perangkat fisik yang dapat mengumpulkan, mengirim, atau merespons data melalui sensor, mikrokontroler, dan jaringan. Dalam pembelajaran, perangkat IoT dapat menjembatani konsep abstrak dengan pengamatan nyata, misalnya melalui pembacaan suhu, kelembapan, atau perubahan kondisi lingkungan. Atmojo mengkaji laboratorium sains virtual berbasis IoT (Atmojo et al., 2024), sementara Louk membahas model pembelajaran interaktif berbasis IoT untuk literasi bencana pada anak usia sekolah dasar (Louk et al., 2025). Kedua konteks tersebut berbeda dari proyek IPA yang dirancang dalam artikel ini, tetapi menunjukkan ragam kemungkinan pemanfaatan IoT sebagai sarana belajar dan eksplorasi konsep.

Beberapa penelitian melaporkan kegiatan pengenalan dan pemanfaatan IoT bagi siswa dan guru sekolah dasar melalui ceramah, demonstrasi, serta praktik modul rangkaian (Santika et al., 2022), penelitian lain menyebutkan pemanfaatan IoT untuk pembelajaran sains kontekstual pada calon guru sains dan melaporkan dukungan terhadap pemahaman konsep, keterlibatan, serta berpikir kritis (Harianto et al., 2025). Walaupun konteks Harianto et al. berbeda dari siswa sekolah dasar, kajian tersebut menunjukkan pentingnya mengaitkan perangkat digital dengan pertanyaan sains yang jelas. Bukti dari kedua kajian tersebut tidak dapat langsung dianggap sebagai bukti efektivitas terhadap kemandirian belajar siswa SD.

2.3 Kemandirian Belajar sebagai Sasaran Pembelajaran

Kemandirian belajar bukan berarti siswa dibiarkan bekerja tanpa bantuan. Kemandirian mengacu pada kemampuan mengambil inisiatif, mengatur waktu dan strategi, bertanggung jawab terhadap tugas, memantau kemajuan, serta merefleksikan hasil belajar. Pembelajaran yang membahas kemandirian belajar siswa sekolah dasar, menguraikan bahwa kemandirian peserta didik dalam konteks belajar dari rumah perlu dipahami sebagai aspek belajar yang dapat diamati melalui perilaku dan tanggung jawab siswa, dengan tetap memperhatikan konteks pelaksanaannya (Zulaiha et al., 2023; Gemilang, 2021).

Pembelajaran berbasis proyek dapat menyediakan konteks untuk mempraktikkan perilaku tersebut karena siswa harus mengatur tahapan pekerjaan dan menanggapi masalah yang muncul. Dijelaskan bahwasanya PjBL sebagai pendekatan yang memberi kesempatan kepada siswa untuk bekerja secara mandiri dalam membangun pengetahuan (Nurhamidah & Nurachadijat, 2023). Selain daripada itu telah ditemukan terkait model PjBL terhadap efektifitas kemandirian dan disiplin

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

belajar siswa SD (Kasiyanti & Hayati, 2022). Temuan-temuan tersebut relevan untuk menjelaskan alasan kemandirian perlu dirancang sebagai sasaran proses, bukan diasumsikan muncul otomatis setelah proyek diberikan (Novalia, 2023)

Metode Penelitian

Artikel ini menggunakan studi kepustakaan dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. Fokus kajian adalah hubungan konseptual antara pembelajaran IPA berbasis PjBL, pemanfaatan IoT pada pendidikan, dan kemandirian belajar siswa sekolah dasar. Sumber yang dianalisis dibatasi pada 15 artikel yang tercantum dalam daftar pustaka naskah sumber dan terbit pada 2021–2025. Artikel-artikel tersebut dipertahankan sebagai korpus awal karena relevan dengan setidaknya satu dari tiga tema kajian. Bahan yang tersedia tidak memuat catatan penelusuran basis data, kata kunci, jumlah rekaman awal, atau keputusan eksklusi per artikel; karena itu kajian ini tidak diklaim sebagai tinjauan sistematis dan tidak melaporkan alur PRISMA.

Analisis dilakukan melalui tiga langkah. Pertama, informasi dari sumber dikelompokkan menurut tema, yaitu PjBL dalam pembelajaran IPA/IPAS, penerapan IoT dalam pendidikan, dan indikator kemandirian belajar. Kedua, isi sumber dibandingkan untuk mengidentifikasi kesamaan, perbedaan konteks, dan batas relevansi temuan. Ketiga, tema-tema tersebut disintesiskan menjadi rancangan konseptual yang memetakan tahapan proyek, aktivitas siswa, fungsi IoT, dan peluang latihan kemandirian belajar. Sintesis dilakukan secara naratif; tidak dilakukan meta-analisis atau penghitungan ukuran efek.

Keabsahan interpretasi dijaga dengan membandingkan klaim dengan fokus dan konteks sumber yang dirujuk. Temuan dari kegiatan pengabdian, penelitian pengembangan perangkat, dan kajian kemandirian belajar dibedakan menurut jenisnya dan tidak diperlakukan sebagai bukti yang setara. Karena artikel ini tidak mengumpulkan data langsung dari siswa atau guru, tidak ada pengukuran empiris kemandirian belajar yang dilaporkan. Rancangan yang dihasilkan perlu diuji lebih lanjut melalui penelitian lapangan.

Hasil

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan *Project Based Learning* (PjBL), pemanfaatan *Internet of Things* (IoT), dan kemandirian belajar dalam pembelajaran sains atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Kajian mengenai PjBL menunjukkan perhatian terhadap pengembangan perangkat pembelajaran, peningkatan keterampilan proses sains, kreativitas, dan pemahaman

GECI
Jurnal Generasi Ceria Indonesia
Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

konsep peserta didik. Sementara itu, penelitian tentang IoT mulai mengeksplorasi pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran sains yang lebih kontekstual dan memberikan pengalaman belajar melalui demonstrasi serta praktik langsung. Di sisi lain, kemandirian belajar juga menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan dalam merancang pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses belajar. Untuk memperoleh gambaran mengenai arah dan kontribusi penelitian terdahulu, Tabel 1 menyajikan perbandingan beberapa studi berdasarkan lokasi penelitian, fokus penelitian, dan temuan utama. Perbandingan ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi keterkaitan antarkajian sekaligus menemukan peluang pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai integrasi PjBL dan IoT dalam pembelajaran sains yang berorientasi pada penguatan kemandirian belajar peserta didik.

Tabel 1. Studi terkait PjBL, IoT, dan kemandirian belajar pada pembelajaran sains/IPA.

Penelitian	Lokasi Penelitian	Fokus Penelitian	Temuan Utama
Dewi et al. (2023)	Sekolah dasar; lokasi spesifik tidak dirinci dalam naskah	Pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis Project Based Learning (PjBL)	Kajian berfokus pada pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis PjBL sebagai dukungan pelaksanaan pembelajaran.
Fatmawati et al. (2022)	Tidak dirinci dalam naskah	Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan proses sains	Penelitian mengaitkan perangkat berbasis proyek dengan upaya meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.
Santika et al. (2022)	Kegiatan untuk siswa dan guru sekolah dasar; lokasi spesifik tidak dirinci dalam naskah	Pengenalan dan pemanfaatan Internet of Things (IoT) bagi siswa dan guru SD	Kegiatan mencakup ceramah, demonstrasi, dan praktik modul rangkaian untuk mengenalkan pemanfaatan IoT.
Harianto et al. (2025)	Konteks calon guru sains; lokasi spesifik tidak dirinci dalam naskah	Pemanfaatan IoT untuk pembelajaran sains kontekstual	Kajian membahas peluang IoT untuk mendukung pembelajaran sains yang kontekstual.
Lestari & Halidjah (2023)	Siswa kelas V SD; lokasi spesifik tidak dirinci dalam naskah	Penerapan PjBL untuk meningkatkan kreativitas belajar IPAS	Penelitian menempatkan PjBL sebagai pendekatan untuk mendukung kreativitas belajar IPAS.
Khofifah et al. (2024)	Siswa sekolah dasar; lokasi spesifik tidak dirinci dalam naskah	Penerapan PjBL terhadap pemahaman konsep IPAS	Penelitian menelaah pemahaman konsep IPAS dalam pembelajaran berbasis proyek.
Zulaiha et al. (2023)	Siswa sekolah dasar; lokasi spesifik tidak dirinci dalam naskah	Analisis kemandirian belajar siswa sekolah dasar	Kajian berfokus pada kemandirian belajar sebagai aspek yang relevan untuk dipetakan dalam rancangan pembelajaran.

GECI
Jurnal Generasi Ceria Indonesia
Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

4.1 Rancangan implementasi pembelajaran IPA berbasis proyek IoT

Sintesis literatur menghasilkan rancangan enam tahap yang menghubungkan sintaks PjBL dengan penggunaan IoT secara sederhana. Rancangan ini merupakan hasil sintesis konseptual, bukan prosedur yang telah diuji sebagai satu paket intervensi.

Tabel 2. Sintesis tahapan implementasi pembelajaran IPA berbasis proyek IoT

Tahap PjBL	Aktivitas pembelajaran IPA	Muatan/peran IoT
Pertanyaan mendasar	Siswa mengidentifikasi fenomena yang ingin diamati, misalnya kebutuhan air pada tanaman.	Guru memperkenalkan sensor sebagai alat untuk mengamati perubahan kondisi secara terukur.
Perencanaan proyek	Siswa menyusun rancangan pengamatan, menentukan variabel, alat, dan pembagian tugas.	Kelompok memilih sensor atau perangkat sederhana yang sesuai tujuan dan tersedia di sekolah.
Penjadwalan	Siswa menyepakati jadwal, target kegiatan, dan catatan kemajuan.	Jadwal mencakup perakitan, uji coba, pengamatan data, dan perbaikan.
Pemantauan proses	Siswa mencatat kemajuan dan mencoba menyelesaikan masalah dengan dukungan guru seperlunya.	Data sensor atau hasil pengujian digunakan untuk memeriksa apakah perangkat bekerja sesuai rancangan.
Penilaian hasil	Siswa mempresentasikan hasil, menjelaskan data, dan mengaitkannya dengan konsep IPA.	Pembacaan sensor menjadi salah satu bukti yang ditafsirkan, bukan sekadar tampilan teknologi.
Evaluasi pengalaman	Siswa merefleksikan strategi, kendala, pembagian tugas, dan hal yang perlu diperbaiki.	Siswa menilai keterbatasan perangkat dan mengusulkan perbaikan berdasarkan hasil uji.

4.2 Peluang kontribusi terhadap kemandirian belajar

Pada tahap perencanaan, siswa memperoleh kesempatan berlatih mengambil inisiatif melalui pemilihan pertanyaan, alat, dan cara kerja. Agar aktivitas tersebut benar-benar melatih kemandirian, guru perlu meminta siswa menjelaskan alasan pemilihan dan menetapkan target yang realistis. Keterlibatan siswa dalam penyelidikan, pemecahan masalah, dan penyusunan produk merupakan karakteristik pembelajaran berbasis proyek yang dapat memberi ruang bagi siswa untuk belajar secara mandiri. Dalam konteks ini PjBL memberi kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan secara mandiri melalui kegiatan kontekstual dan bermakna (Nurhamidah & Nurachadijat, 2023) .

Pada tahap pelaksanaan dan pemantauan, siswa dapat berlatih tanggung jawab serta pengaturan diri dengan mengikuti jadwal, mencatat data, dan menelusuri penyebab masalah. Guru dapat menggunakan pertanyaan pemandu sebelum memberi jawaban langsung, misalnya meminta siswa memeriksa sambungan, membandingkan pembacaan, atau mengulang pengamatan.

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

Pendampingan bertahap penting karena kesulitan teknis yang terlalu tinggi dapat menggeser fokus dari pembelajaran IPA ke sekadar memperbaiki perangkat.

Pada tahap presentasi dan refleksi, siswa dapat membangun kepercayaan diri dengan menjelaskan hasil berdasarkan data dan mengidentifikasi keterbatasan rancangan. Aktivitas ini juga membuka kesempatan untuk menilai strategi belajar sendiri. Indikator seperti disiplin, keaktifan, percaya diri, dan tanggung jawab memiliki kesesuaian dengan aspek kemandirian yang dibahas (Zulaiha et al., 2023). Meski demikian, kesesuaian konseptual ini menunjukkan peluang pembelajaran, bukan bukti kausal bahwa proyek IoT meningkatkan kemandirian.

4.3 Tantangan dan kondisi pendukung

Pertama, sekolah memerlukan perangkat yang aman, terjangkau, dan mudah digunakan. Keterbatasan sensor, mikrokontroler, listrik, atau internet dapat menghambat pelaksanaan proyek. Karena itu, rancangan pembelajaran perlu menyediakan opsi luring, demonstrasi bersama, atau simulasi data jika perangkat tidak dapat digunakan oleh setiap kelompok. Kegiatan tetap harus berorientasi pada pertanyaan sains, bukan pada keharusan menggunakan perangkat terkini.

Kedua, guru memerlukan pemahaman tentang konsep IPA yang menjadi fokus, fungsi perangkat, keselamatan, dan cara membimbing penyelidikan. Temuan mengenai penggunaan laboratorium sains virtual berbasis IoT menunjukan potensi teknologi tersebut dalam mendukung pemahaman konsep sains (Atmojo et al., 2024). Dalam penerapannya di sekolah dasar, guru tetap perlu menyesuaikan perangkat dengan usia siswa dan kondisi sekolah. Pelatihan sebaiknya tidak hanya berisi cara merakit alat, tetapi juga perencanaan tujuan, penyusunan lembar kerja, penilaian proses, dan pengelolaan kendala.

Ketiga, tingkat kompleksitas proyek harus sesuai dengan usia siswa. Siswa sekolah dasar memerlukan contoh, lembar kerja yang jelas, pembagian tugas yang seimbang, dan tahapan yang dapat diselesaikan dalam waktu pembelajaran. Penggunaan teknologi yang terlalu rumit berisiko meningkatkan ketergantungan kepada guru atau anggota kelompok yang lebih terampil. Oleh sebab itu, guru perlu memantau kontribusi setiap siswa, bukan hanya kualitas produk akhir.

Pembahasan

Hasil sintesis memperlihatkan bahwa nilai pedagogis proyek IoT terletak pada hubungan antara pertanyaan IPA, pengumpulan data, keputusan siswa, dan refleksi. PjBL memberi struktur proses, sedangkan IoT dapat menyediakan cara untuk memperoleh data yang lebih konsisten atau

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

berulang. Keduanya perlu diintegrasikan dengan tujuan yang jelas: siswa memahami fenomena alam sekaligus belajar mengelola tugas. Jika proyek hanya berakhir pada perakitan perangkat, tujuan pembelajaran IPA dan kemandirian belajar dapat menjadi sekunder.

Temuan kajian perangkat PjBL mendukung pentingnya perencanaan perangkat pembelajaran yang sistematis (Dewi et al., 2023) (Fatmawati et al., 2022). Sementara itu, kegiatan pengenalan IoT yang dilaporkan Santika menunjukkan bahwa praktik langsung dapat digunakan untuk mengenalkan teknologi kepada siswa dan guru sekolah dasar (Santika et al., 2022). Kajian Harianto menyampaikan para calon guru sains telah memberi contoh bagaimana IoT dapat dikaitkan dengan pembelajaran sains kontekstual (Harianto et al., 2025). Artikel ini menghubungkan ketiga arah tersebut dengan indikator kemandirian belajar sebagai kerangka desain yang dapat diuji, bukan sebagai hasil eksperimen yang telah dibuktikan.

Kontribusi konseptual artikel ini adalah pemetaan tahap proyek dengan perilaku mandiri yang dapat diamati. Misalnya, inisiatif dapat diamati ketika siswa mengusulkan cara pengamatan; tanggung jawab ketika siswa menjalankan peran dan mencatat data; pengaturan diri ketika siswa memantau jadwal serta memperbaiki strategi; dan refleksi ketika siswa menjelaskan apa yang berhasil atau belum berhasil. Pemetaan ini dapat membantu guru merancang rubrik proses yang tidak hanya menilai produk. Namun, indikator tersebut masih perlu dioperasionalkan dan divalidasi sebelum digunakan untuk menyimpulkan perubahan kemandirian belajar.

Implementasi yang inklusif perlu mempertimbangkan perbedaan akses teknologi. Tidak semua siswa atau sekolah memiliki jaringan internet stabil dan perangkat yang memadai. Karena itu, pembelajaran dapat tetap berpusat pada penyelidikan meskipun data dikumpulkan secara luring atau perangkat digunakan secara bergiliran. Pengembangan IoT Playground untuk siswa sekolah dasar menunjukkan contoh alat peraga kontekstual yang dirancang untuk memperkenalkan konsep dasar IoT (Nurhadiansyah et al., 2025). Namun, pemilihan perangkat dalam pembelajaran tetap perlu mempertimbangkan biaya, keamanan, kemudahan penggunaan, dan ketersediaan dukungan teknis di sekolah.

Keterbatasan utama kajian ini adalah korpus dan prosedur penelusuran belum terdokumentasi secara sistematis dalam naskah sumber. Artikel ini menggunakan 15 rujukan yang tersedia, tanpa klaim bahwa semua literatur relevan telah ditemukan atau bahwa seleksi dapat direplikasi sepenuhnya. Selain itu, sumber yang dikaji memiliki konteks dan jenis penelitian berbeda,

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

sehingga tidak tepat menggabungkan seluruh hasilnya sebagai satu ukuran efektivitas. Penelitian selanjutnya perlu mencatat basis data, string pencarian, tanggal penelusuran, kriteria seleksi, dan jumlah artikel pada setiap tahap; kemudian menguji rancangan proyek IoT secara langsung dengan instrumen kemandirian belajar yang tervalidasi.

Kesimpulan

Berdasarkan sintesis kepustakaan, pembelajaran IPA berbasis proyek IoT dapat dirancang dengan menghubungkan pertanyaan kontekstual, perencanaan proyek, penjadwalan, pemantauan, presentasi data, dan refleksi. Rancangan tersebut berpotensi memberi siswa kesempatan untuk melatih inisiatif, tanggung jawab, dan pengaturan diri apabila guru menyediakan perangkat yang aman, tugas yang sesuai perkembangan, serta pendampingan bertahap. Kesiapan infrastruktur dan kompetensi guru menjadi kondisi penting, sementara keterbatasan akses perlu diatasi melalui perangkat bergantian atau alternatif luring. Karena kajian ini bersifat konseptual dan tidak menguji intervensi langsung, belum dapat disimpulkan bahwa integrasi IoT secara empiris meningkatkan kemandirian belajar siswa sekolah dasar; klaim tersebut memerlukan penelitian lapangan dengan prosedur penelusuran dan instrumen yang transparan.

References

Atmojo, S. E., Wardana, A. K., & Muhtarom, T. (2024). The effectiveness of an Internet of Things (IoT)-based virtual science laboratory on nervous system material in science course. *Jurnal Paedagogy*, *11*(1), 71–80. https://doi.org/10.33394/jp.v11i1.7938

Dewi, P., Romadhana, A., Muzaki, M., & Suryaning Ati MZ, A. F. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Berbasis Project Based Learning (PjBL) di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah PENDAS: Primary Education Journal*, *4*(1), 61–68. https://doi.org/10.29303/pendas.v4i1.3164

Fatmawati, Wahyudi, & Harjono, A. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(4b). https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4b.983

Gemilang. (2021). *Deskripsi Kemandirian Peserta Didik Selama School From Home (SFH) pada Masa Pandemi COVID-19*. https://doi.org/10.22373/psikoislamedia.v6i2.10512

Harianto, R., Fausi, M., Umam, K., & Rizqiyati, Z. (2025). Internet of Things (IoT) untuk Pembelajaran Sains Kontekstual pada Calon Guru Sains. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, *10*(1), 152–162. https://doi.org/10.30998/sap.v10i1.159

Kasiyanti, K., & Hayati, K. N. (2022). Efektivitas model Project Based Learning terhadap kemandirian dan disiplin belajar siswa sekolah dasar. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP*

Volume: 4 | Nomor 2 | Nopember 2026 | E-ISSN: 2987-9264 | DOI: 10.47709/geci. V 4i2.9866

Subang, *8*(2). https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i2.600

Khofifah, Fendrik, & Wita. (2024). *Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Pemahaman Konsep IPAS Siswa Sekolah Dasar*. https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i5.7560

Lestari, & Halidjah. (2023). *Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Kreativitas Belajar IPAS Siswa Kelas V Sekolah Dasar*. https://doi.org/10.36088/assabiqun.v5i6.4040

Louk, M. H. L., Handani, F., Liliana, Limanto, S., & Soesanto, D. (2025). Model pembelajaran interaktif berbasis Internet of Things untuk meningkatkan literasi bencana pada anak usia sekolah dasar. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi (JUISI)*, *11*(1). https://doi.org/10.37715/juisi.v11i1.5693

Novalia, R. (2023). Analisis kemandirian siswa sesuai Profil Pelajar Pancasila melalui pendekatan Project Based Learning di sekolah dasar. *Bima Journal of Elementary Education*, *1*(2), 41–47. https://doi.org/10.37630/bijee.v1i2.1225

Nurhadiansyah, Qudwatullathifah, R. N., Alfairisi, M. I. A., & Roainah, F. (2025). Pengembangan IoT Playground untuk peningkatan pemahaman konsep IoT pada siswa sekolah dasar. *Jurnal Algoritma*, *22*(2). https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.3015

Nurhamidah, S., & Nurachadijat, K. (2023). Project Based Learning dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa. *Jurnal Inovasi, Evaluasi Dan Pengembangan Pembelajaran (JIEPP)*, *3*(2), 42–50. https://doi.org/10.54371/jiepp.v3i2.272

Santika, Amalia, & Nugraha. (2022). *Peningkatan Softskill dengan Pengenalan dan Pemanfaatan Internet of Things (IoT) bagi Siswa dan Guru Sekolah Dasar*. https://doi.org/10.36841/integritas.v6i1.1858

Setiawan, Wibawa, & Margunayasa. (2021). *Perangkat Pembelajaran dan Lembar Kerja Peserta Didik Berpendekatan STEAM-PjBL pada Muatan IPA di Sekolah Dasar*. https://doi.org/10.23887/mpi.v2i2.37693

Zulaiha, S., Meldina, T., & Ariani, Y. (2023). Analisis Kemandirian Belajar Siswa Sekolah Dasar. *AR-RIAYAH: Jurnal Pendidikan Dasar*, *7*(1), 109–120. https://doi.org/10.29240/jpd.v7i1.7440