

Pengembangan buku teks peradaban listrik berbasis *project based learning* untuk menumbuhkan karakter kehati-hatian siswa SD

Christine Cristovanny Handayani¹, Gregorius Ari Nugrahanta²

^{1,2} Universitas Sanata Dharma, Sleman, Indonesia

¹ christinecristovanny@gmail.com, ² gregoriusari@gmail.com

Abstract

Prudence enables elementary students to plan actions, control impulses, assess risks, and consider the consequences of decisions. Electricity learning provides a concrete context for developing these capacities through planning, experimentation, safety procedures, testing, and reflection. This study developed a Project Based Learning textbook on the civilization of electricity, examined its quality, and analyzed its implementation in fostering prudence among elementary students. Using the ADDIE model within a Research and Development framework, the textbook was validated by ten experts and elementary school practitioners, then implemented through a quasi-experimental pretest–posttest nonequivalent control-group design involving 53 fifth-grade students. Prudence was measured through ten indicators on a four-point scale. The textbook obtained a validation mean of 3.74 (very good). After controlling for pretest scores, the experimental group achieved a significantly higher adjusted posttest score than the control group, $F(1, 50) = 253.666$, $p < .001$, $\eta^2 = .835$. The experimental group also obtained a high N-gain (.744), compared with .168 in the control group. These findings indicate that the developed textbook is a feasible learning resource that can support the development of prudence through electricity projects.

Keywords: Prudence, Project Based Learning, Electricity civilization

Abstrak

Karakter kehati-hatian membantu siswa sekolah dasar merencanakan tindakan, mengendalikan dorongan, menilai risiko, dan mempertimbangkan konsekuensi keputusan. Pembelajaran listrik menyediakan konteks konkret untuk mengembangkan kapasitas tersebut melalui perencanaan, eksperimen, prosedur keselamatan, pengujian, dan refleksi. Penelitian ini mengembangkan buku teks berbasis Project Based Learning tentang peradaban listrik, menilai kualitasnya, dan menganalisis penerapannya dalam menumbuhkan karakter kehati-hatian siswa sekolah dasar. Pengembangan menggunakan model ADDIE dalam kerangka Research and Development. Buku teks divalidasi oleh sepuluh ahli dan praktisi sekolah dasar, kemudian diimplementasikan melalui desain kuasi-eksperimental pretes-postes kelompok kontrol nonequivalen yang melibatkan 53 siswa kelas V. Karakter kehati-hatian diukur melalui sepuluh indikator berskala empat. Buku teks memperoleh rerata validasi 3,74 (sangat baik). Setelah skor pretes dikendalikan, kelompok eksperimen mencapai skor postes terkoreksi yang secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok kontrol, $F(1, 50) = 253,666$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,835$. Kelompok eksperimen juga memperoleh N-gain tinggi (0,744), dibandingkan dengan 0,168 pada kelompok kontrol. Temuan ini menunjukkan bahwa buku teks yang dikembangkan merupakan sumber belajar yang layak dan dapat mendukung pengembangan karakter kehati-hatian melalui proyek kelistrikan.

Kata Kunci: Karakter kehati-hatian, *Project Based Learning*, Peradaban Listrik

1. Pendahuluan

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bergerak cepat merupakan salah satu ciri penting abad ke-21 dan telah mengubah beragam bidang kehidupan manusia (Mahrunnisya, 2023). Perubahan itu memengaruhi cara manusia menjalani aktivitas, berinteraksi, mendapatkan informasi, dan menyelenggarakan pendidikan (Mulyani & Haliza, 2021; Rosana, 2010). Arus informasi yang cepat turut memengaruhi mutu pengambilan keputusan (Fawaati et al., 2022). Menanggapi hal tersebut, pendidikan perlu mengasah ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif siswa (Dalmeri, 2014). Kehati-

hatian (*prudence*) menjadi karakter esensial saat berhadapan dengan pilihan dan risiko melalui kemampuan menimbang alternatif, mencegah bahaya, serta mengendalikan tindakan berisiko (Peterson & Seligman, 2004), sehingga mendesak dikembangkan sejak jenjang sekolah dasar (Putri, 2018).

Pendidikan karakter tidak hanya menyampaikan konsep benar-salah, tetapi juga membentuk kebiasaan menerapkan nilai kebaikan (Dalmeri, 2014). Penelitian ini menempatkan kehati-hatian sebagai unsur pendidikan karakter yang mencakup kemampuan menimbang pilihan, mengendalikan diri, dan bertindak bertanggung jawab. Karakter ini dijabarkan menjadi sepuluh indikator: (1) berorientasi pada masa depan; (2) menyusun rencana hidup dengan jelas; (3) memiliki tujuan jangka panjang; (4) mengendalikan impuls yang merugikan diri sendiri; (5) konsisten melakukan kegiatan bermanfaat meskipun tidak langsung menarik; (6) berpikir reflektif sebelum bertindak; (7) bertindak dengan penuh pertimbangan; (8) mewujudkan gagasan secara nyata; (9) menyeimbangkan tujuan dan kepentingan; serta (10) menjalani hidup secara teratur dan harmonis (Peterson & Seligman, 2004). Indikator tersebut dioperasionalkan ke dalam perilaku belajar konkret melalui proyek kelistrikan (menyusun rencana, menggunakan alat aman, memeriksa langkah kerja, menguji hasil, memperbaiki, dan merefleksikan keputusan).

Pengembangan karakter siswa sekolah dasar masih perlu mendapat perhatian karena munculnya berbagai perilaku merugikan menegaskan pentingnya pendidikan karakter sejak usia dini (Putri, 2018). Urgensi karakter ini didukung hasil analisis kebutuhan terhadap sepuluh guru SD bersertifikasi, di mana penerapan PjBL (2,27), materi peradaban (2,00), dan karakter kehati-hatian (2,40) masih tergolong kurang baik. Dalam konteks perilaku siswa, kehati-hatian berhubungan erat dengan kecermatan membuat keputusan, kemampuan menahan dorongan sesaat, dan kesediaan memikirkan konsekuensi dari tindakannya (Peterson & Seligman, 2004). Perilaku perundungan terhadap teman sebaya maupun tingginya intensitas penggunaan teknologi tanpa pengawasan seperti menonton televisi hingga 7,4 jam pada hari libur dan mengakses internet rata-rata 2,1 jam per hari memperlihatkan mendesaknya pembiasaan regulasi diri, refleksi sebelum bertindak, dan pertimbangan risiko nyata di sekolah dasar (Amelia & Nugrahanta, 2025; Putri, 2018).

Project Based Learning (PjBL) relevan digunakan untuk menumbuhkan karakter kehati-hatian karena melibatkan siswa dalam pemecahan masalah, penyelidikan, perencanaan, pengambilan keputusan, pengujian hasil, dan refleksi (Kokotsaki et al., 2016; Sopiah et al., 2025). Melalui setiap tahap PjBL, siswa memperoleh ruang untuk merancang kegiatan, mengelola waktu, menentukan alat dan bahan, menjalankan prosedur, mengantisipasi kendala, dan menilai kembali keputusan yang telah dibuat (Silitonga et al., 2025). Rangkaian proses tersebut sejalan dengan karakter kehati-hatian sebab siswa tidak semata-mata ditugaskan menghasilkan produk, tetapi juga perlu memilih cara yang tepat, aman, serta bertanggung jawab untuk mencapai sasaran proyek. Hal ini sesuai karakteristik PjBL sebagai pembelajaran aktif berpusat pada siswa (Kokotsaki et al., 2016). Sejumlah penelitian menunjukkan dampak positif PjBL terhadap hasil belajar, kreativitas, keaktifan belajar, kemampuan berpikir, dan perkembangan afektif siswa (Nurhadiyati et al., 2021; Surya et al., 2018; Taupik & Fitria, 2021; Zhang & Ma, 2023). Penerapan *Project Based Learning* pada materi perubahan energi dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa sekolah dasar (Aristasari & Wantoro, 2024). Temuan ini mendukung penggunaan PjBL dalam pembelajaran kelistrikan yang melibatkan pengalaman langsung, pengujian, dan refleksi.

Tema peradaban listrik digunakan sebagai konteks kegiatan proyek dalam penelitian ini karena listrik telah melekat dalam aktivitas sehari-hari, sehingga pemahaman tentang penggunaan dan penghematannya perlu diperkenalkan sejak dini (Prasetyo et al., 2024). Pembelajaran listrik mencakup lebih dari sekadar arus, sumber energi, rangkaian, dan pembangkit listrik. Materi tersebut juga melibatkan penentuan bahan, penyusunan urutan kerja, pemeriksaan fungsi, penerapan keselamatan, serta penilaian atas kegagalan. Konsep kelistrikan masih dapat menimbulkan kesulitan, bahkan calon guru sekolah dasar masih menunjukkan keterbatasan dalam membedakan sifat rangkaian seri dan paralel (Erfan et al., 2020). Karena itu, siswa memerlukan pengalaman praktik yang nyata dan terarah agar mampu mengaitkan konsep listrik dengan penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari (Dewi et

al., 2024). Melalui kegiatan tersebut, siswa sekaligus berlatih memeriksa alat dan bahan, menaati prosedur, memperkirakan risiko, menguji hasil, serta melakukan perbaikan sebagai wujud penerapan kehati-hatian.

Pelaksanaan PjBL membutuhkan buku teks yang mampu membimbing pembelajaran agar perhatian siswa tidak hanya tertuju pada produk akhir. Melalui buku teks, siswa dapat diarahkan untuk menyusun pertanyaan, merancang proyek, membagi tanggung jawab, memperkirakan risiko, mendokumentasikan pengamatan, menguji produk, serta meninjau keputusan yang telah diambil. Keterpaduan materi, kegiatan, dan evaluasi dalam buku teks dapat memperkuat proses maupun hasil belajar siswa (Blongkod et al., 2022). Kajian sebelumnya menemukan bahwa buku teks PjBL dengan tema peradaban transportasi udara dapat dimanfaatkan untuk menumbuhkan karakter kehati-hatian (Amelia & Nugrahanta, 2025). Meskipun demikian, peradaban listrik mempunyai ciri yang berbeda karena mencakup rangkaian listrik, perubahan energi, pemakaian alat dan bahan, prosedur keselamatan, serta pengujian produk secara berulang. Pengembangan buku teks peradaban listrik berbasis PjBL yang secara khusus ditujukan untuk menumbuhkan karakter kehati-hatian siswa sekolah dasar masih belum banyak dilakukan.

Berangkat dari kesenjangan tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengembangkan buku teks peradaban listrik berbasis Project Based Learning yang memadukan pendekatan historis-genetis dengan penguatan karakter siswa. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi narasi sejarah perkembangan listrik, sintaks enam tahap PjBL, lima proyek eksperimen terpadu, dan sepuluh indikator kehati-hatian ke dalam satu buku teks siswa sekolah dasar. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan buku teks peradaban listrik berbasis *Project Based Learning* guna menumbuhkan karakter kehati-hatian siswa sekolah dasar; (2) menguji kelayakan dan kualitas buku teks berdasarkan validasi ahli materi, ahli media, dan guru praktisi; serta (3) mengkaji efektivitas penerapan buku teks tersebut terhadap peningkatan karakter kehati-hatian siswa sekolah dasar.

2. Metode

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas tahap *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate* (Branch, 2009). Model ini dipilih karena menyediakan alur pengembangan sistematis untuk mengidentifikasi kebutuhan kurikuler, merancang solusi pembelajaran, memvalidasi prototipe produk, menerapkan media secara faktual, serta mengevaluasi proses dan dampaknya secara terukur. Produk yang dikembangkan berupa buku teks peradaban listrik berbasis *Project Based Learning* yang mengintegrasikan sejarah kelistrikan, kegiatan proyek aplikatif, dan penguatan karakter kehati-hatian siswa. Keterkaitan antara alur pengembangan produk dan pengujian empiris dirancang secara berkesinambungan: tahapan *Analyze*, *Design*, dan *Develop* difokuskan untuk menghasilkan draf buku teks yang valid dan teruji kelayakannya oleh para ahli, sedangkan tahap *Implement* dan *Evaluate* diwujudkan melalui pengujian kuasi-eksperimental guna membuktikan efektivitas penerapan buku teks tersebut secara nyata terhadap karakter kehati-hatian siswa kelas V sekolah dasar.

Tabel 1. Tahapan Pengembangan Buku Teks dengan Model ADDIE

Tahap	Kegiatan Utama	Luaran
<i>Analyze</i>	Menelaah tujuan pembelajaran, karakteristik siswa, buku teks yang tersedia, materi listrik, PjBL, dan indikator karakter kehati-hatian.	Spesifikasi kebutuhan dan fokus pengembangan.
<i>Design</i>	Merancang struktur buku, urutan historis peradaban listrik, sintaks PjBL, lima proyek, lembar refleksi, serta evaluasi formatif dan sumatif.	Cetak biru buku dan instrumen.
<i>Develop</i>	Mengembangkan prototipe, menyelaraskan materi dengan kegiatan proyek, melakukan validasi oleh lima ahli dan lima guru sekolah dasar bersertifikasi, serta menyempurnakan isi dan tampilan buku berdasarkan masukan validator.	Buku teks yang telah divalidasi dan siap diimplementasikan.

Tahap	Kegiatan Utama	Luaran
<i>Implement</i>	Menerapkan buku teks pada kelompok eksperimen, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran reguler tanpa menggunakan buku teks yang dikembangkan.	Data pelaksanaan, skor pretes, dan skor postes.
<i>Evaluate</i>	Melaksanakan evaluasi formatif selama proses pengembangan dan evaluasi sumatif berdasarkan hasil penerapan buku teks.	Hasil evaluasi dan rekomendasi penyempurnaan produk.

Pada tahap Implement, penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimental pretest–posttest nonequivalent control-group design pada Mei 2026 di salah satu SD Negeri di Yogyakarta. Subjek terdiri atas 53 siswa kelas V yang terbagi menjadi kelompok eksperimen (kelas V-A, $n = 28$) dan kelompok kontrol (kelas V-B, $n = 25$) melalui cluster random sampling (pengundian kelas). Perbedaan skor awal dikendalikan menggunakan analisis kovarians (ANCOVA) dengan pretes sebagai kovariat (Shadish et al., 2002).

Kelompok eksperimen mempelajari peradaban listrik menggunakan buku teks yang dikembangkan dan menyelesaikan lima kegiatan proyek kelistrikan terbimbing. Setiap proyek mengikuti enam tahap PjBL, yaitu merumuskan pertanyaan mendasar, mendesain proyek, menyusun jadwal, memantau pengerjaan, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman, di mana siswa dibimbing menuliskan pertimbangan risiko dan mengisi lembar refleksi karakter. Sebaliknya, kelompok kontrol mempelajari topik kelistrikan yang sama menggunakan buku teks reguler, yang didominasi oleh metode ceramah dan tanya jawab lisan oleh guru tanpa bimbingan alur proyek peradaban maupun lembar refleksi kehati-hatian. Kedua kelompok belajar dengan alokasi waktu yang sama dengan jumlah pertemuan yang berbeda, untuk kelompok kontrol tiga sesi pertemuan sedangkan kelompok eksperimen tujuh sesi pertemuan.

Pengukuran karakter kehati-hatian menggunakan instrumen berupa kuesioner sepuluh butir yang dikerjakan siswa saat pretes dan postes. Setiap butir mewakili satu indikator karakter kehati-hatian: orientasi masa depan, perencanaan hidup, tujuan jangka panjang, pengendalian impuls, konsistensi kegiatan bermanfaat, berpikir reflektif sebelum bertindak, bertindak dengan penuh pertimbangan, mewujudkan gagasan secara nyata, menyeimbangkan tujuan dan kepentingan, serta keteraturan hidup (Peterson & Seligman, 2004). Penilaian butir mengacu pada rubrik perkembangan moral model Lickona (2013) berskala 1–4, yaitu: 1 = ketidakpatuhan, 2 = pengetahuan moral, 3 = perasaan moral, dan 4 = tindakan moral. Seluruh butir instrumen telah melalui uji validitas isi oleh tim ahli dengan koefisien keterpakaian yang valid. Penggunaan instrumen ringkas satu butir per indikator dipilih untuk menyesuaikan rentang fokus kognitif siswa usia sekolah dasar, meskipun pendekatan butir tunggal ini diakui memiliki limitasi dalam menangkap ketidakstabilan nilai yang mendetail sehingga hasil per indikator perlu ditafsirkan secara saksama.

Data dianalisis dengan IBM SPSS Statistics versi 27 pada taraf signifikansi 0,05. Ringkasan skor pretes dan postes disajikan melalui statistik deskriptif. Sebelum ANCOVA diterapkan, data terlebih dahulu diperiksa melalui uji normalitas residual dengan Shapiro–Wilk, uji homogenitas varians menggunakan Levene’s test, uji linearitas hubungan skor pretes dan postes, serta uji homogenitas kemiringan regresi berdasarkan interaksi Pretes $\times$ Kelompok. Dampak kelompok dilaporkan dalam nilai F, p, dan partial eta squared (η^2). Ukuran efek dicantumkan untuk menjelaskan arti praktis dari hasil penelitian sehingga penafsiran tidak hanya didasarkan pada signifikansi statistik (Lakens, 2013). Perubahan skor juga ditelaah secara deskriptif melalui N-Gain dengan rumus $g = (\text{postes} - \text{pretes}) / (\text{skor maksimum} - \text{pretes})$. Nilai N-Gain termasuk rendah jika $g < 0,30$, sedang jika $0,30 \leq g < 0,70$, dan tinggi jika $g \geq 0,70$ (Hake, 1998).

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Hasil

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini ialah buku teks peradaban listrik berbasis *Project Based Learning* untuk menumbuhkan karakter kehati-hatian siswa sekolah dasar. Pengembangan buku teks

mengikuti tahapan ADDIE yang terdiri atas *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Pemaparan hasil penelitian dikelompokkan ke dalam tiga bagian utama, meliputi proses pengembangan buku teks, mutu buku berdasarkan validasi, dan hasil penerapan buku teks dalam kegiatan pembelajaran.

Tahap *Analyze* bertujuan menemukan kesenjangan antara pembelajaran yang diharapkan mampu mengembangkan karakter kehati-hatian dan praktik yang berlangsung di sekolah dasar. Kegiatan analisis kebutuhan melibatkan sepuluh guru bersertifikasi pendidik dari Kuningan, Batang, dan Borong. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner tertutup berskala 1–4 serta kuesioner terbuka. Rangkuman hasil analisis kebutuhan tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kebutuhan

No	Indikator	Rerata
1	<i>Project Based Learning</i>	2,27
2	Operasional konkret	2,37
3	Kreativitas	2,20
4	Kemampuan <i>problem solving</i>	2,30
5	Kemampuan kolaboratif	2,50
6	Kemampuan komunikasi	2,50
7	Peradaban	2,00
8	Karakter kehati-hatian	2,40
Rerata keseluruhan		2,32

Berdasarkan Tabel 2, rerata keseluruhan hasil analisis kebutuhan mencapai 2,32 dan termasuk dalam kategori kurang baik. Penentuan kategori tersebut mengacu pada rentang interpretasi skala empat, yaitu: 1,00–1,75 (sangat kurang), 1,76–2,50 (kurang baik), 2,51–3,25 (cukup baik), dan 3,26–4,00 (sangat baik). Skor terendah diperoleh oleh indikator peradaban, yaitu 2,00. Sementara itu, indikator kreativitas, *Project Based Learning*, dan kemampuan *problem solving* berada pada kisaran 2,20–2,27. Adapun kemampuan kolaboratif dan kemampuan komunikasi memperoleh skor tertinggi, masing-masing sebesar 2,50. Temuan ini menandakan adanya kesenjangan antara kondisi pembelajaran ideal dan praktik pembelajaran di sekolah dasar, sehingga mempertegas kebutuhan akan pengembangan buku teks inovatif ini.

Tahap *design* dilakukan dengan menyusun buku teks peradaban listrik berbasis *Project Based Learning* yang memadukan pendekatan historis-genetis, perkembangan pemanfaatan listrik, pengalaman belajar konkret, dan karakter kehati-hatian. Isi buku disusun secara sistematis mulai dari pembahasan pendidikan karakter dan peradaban sampai penerapan konsep kelistrikan melalui lima proyek, yaitu Kupu-Kupu Ajaib mengenai listrik statis, Memetik Cahaya dari Buah mengenai biobaterai dari bahan alami, Menyalakan Cahaya dari Tetesan Air mengenai perubahan energi air menjadi energi listrik, Misi Penjaga Pintu Rahasia mengenai perubahan energi listrik menjadi energi cahaya dan suara, serta Petualangan Mengubah Putaran Roda Menjadi Kilau Cahaya mengenai perubahan energi gerak menjadi energi listrik dan cahaya. Setiap proyek dilengkapi dengan tahapan PjBL, alat dan bahan, prosedur keselamatan, evaluasi, serta pertanyaan reflektif yang berkaitan dengan karakter kehati-hatian.

Tahap *develop* dilakukan dengan mewujudkan rancangan menjadi buku teks yang utuh. Buku teks dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, panduan langkah, rincian alat serta bahan, pertanyaan refleksi, dan evaluasi karakter kehati-hatian sesuai sepuluh indikatornya. Evaluasi mengacu pada model Lickona (2013) yaitu skala 1 – 4, yakni 1 = ketidakpatuhan, 2 = pengetahuan moral, 3 = perasaan moral, 4 = tindakan moral. Produk ini dinilai melalui *expert judgement* yang melibatkan sepuluh validator. Penilaian mencakup validitas permukaan dan validitas isi. Validitas permukaan terdiri atas uji keterbacaan dan kelengkapan buku teks serta uji karakteristik buku teks, sedangkan validitas isi mencakup penilaian terhadap isi buku teks dan soal evaluasi formatif dan sumatif.



Gambar 1. Tampilan Sampul Depan dan Belakang Buku Teks Peradaban Listrik Berbasis Project Based Learning

Tabel 3. Rangkuman Hasil Validasi

No	Validasi	Skor	Kualifikasi	Rekomendasi
1	Validitas muka			
	a. Keterbacaan dan kelengkapan buku teks	3,81	Sangat baik	Tidak perlu revisi
	b. Karakteristik buku teks	3,64	Sangat baik	Tidak perlu revisi
2	Validitas isi	3,77	Sangat baik	Tidak perlu revisi
	Rerata	3,74	Sangat baik	Tidak perlu revisi

Konversi skala validasi mengacu pada rentang berikut: 1,00–1,75 (Tidak Layak), 1,76–2,50 (Kurang Layak/Revisi Total), 2,51–3,25 (Cukup Layak/Revisi Sebagian), dan 3,26–4,00 (Sangat Baik/Layak Tanpa Revisi). Buku teks memperoleh rerata skor validasi sebesar 3,74 sehingga dinyatakan valid dan layak untuk diimplementasikan. Meskipun demikian, masukan kualitatif dari validator tetap digunakan untuk menyempurnakan buku teks, terutama pada aspek kebahasaan, ketepatan istilah kelistrikan, kemutakhiran sumber, kelengkapan informasi, dan kejelasan petunjuk keselamatan dalam kegiatan proyek.

Pada tahap Implement, buku teks diuji penerapannya menggunakan desain kuasi-eksperimental pretes–postes kelompok kontrol nonequivalen. Uji penerapan dilaksanakan pada Mei 2026 di salah satu sekolah dasar negeri di Yogyakarta dan melibatkan 53 siswa kelas V. Penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan melalui pengundian. Hasil pengundian menetapkan kelas V-A yang terdiri atas 28 siswa sebagai kelompok eksperimen dan kelas V-B yang terdiri atas 25 siswa sebagai kelompok kontrol. Selama satu minggu, kelompok eksperimen melaksanakan lima proyek, yaitu Kupu-Kupu Ajaib, Memetik Cahaya dari Buah, Menyalakan Cahaya dari Tetesan Air, Misi Penjaga Pintu Rahasia, serta Petualangan Mengubah Putaran Roda Menjadi Kilau Cahaya. Kelompok kontrol mengikuti pembelajaran reguler tanpa menggunakan buku teks yang dikembangkan. Karakter kehati-hatian pada kedua kelompok diukur sebelum dan sesudah penerapan menggunakan sepuluh butir instrumen berskala 1–4 yang disusun berdasarkan sepuluh indikator karakter kehati-hatian.

Tabel 4. Statistik Deskriptif Karakter Kehati-hatian

Kelompok	N	Pretes M (SD)	Postes M (SD)
Eksperimen	28	1,7429 (0,37061)	3,4321 (0,28810)
Kontrol	25	1,5200 (0,26771)	1,9520 (0,33803)

Tabel 4 menunjukkan bahwa peningkatan skor karakter kehati-hatian kelompok eksperimen (+1,6892) secara deskriptif jauh lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol (+0,4320). Hasil tersebut memperlihatkan bahwa peningkatan skor karakter kehati-hatian pada kelompok eksperimen lebih besar dibandingkan kelompok kontrol.

Sebelum dilakukan ANCOVA, data diuji menggunakan uji normalitas, homogenitas varians, linearitas, dan homogenitas kemiringan regresi. Uji *Shapiro–Wilk* terhadap residual model menghasilkan nilai

signifikansi sebesar 0,311, sehingga residual berdistribusi normal. Uji *Levene* memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,106 yang menunjukkan bahwa varians kedua kelompok homogen. Uji linearitas menghasilkan nilai signifikansi *Deviation from Linearity* sebesar 0,957, sedangkan interaksi antara pretes dan kelompok memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,628. Seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sehingga data memenuhi prasyarat untuk dianalisis menggunakan ANCOVA.

Tabel 5. Hasil ANCOVA Karakter Kehati-Hatian

Sumber	Type III SS	df	MS	F	p	η^2
Corrected Model	29,022	2	14,511	148,164	<0,001	0,856
Intercept	12,137	1	12,137	123,930	<0,001	0,713
Pretes (kovariat)	0,087	1	0,087	0,884	0,352	0,017
Kelompok	24,844	1	24,844	253,666	<0,001	0,835
Error	4,897	50	0,098			
Total	430,070	53				
Corrected Total	33,919	52				

Hasil ANCOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor postes kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah skor pretes dikendalikan, $F(1, 50) = 253,666$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,835$. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_a diterima. Sementara itu, pretes sebagai kovariat memperoleh nilai $F(1, 50) = 0,884$ dengan signifikansi sebesar 0,352, sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap skor postes. Model ANCOVA menghasilkan nilai *R Squared* sebesar 0,856 dan *Adjusted R Squared* sebesar 0,850. Meskipun hasil statistik menunjukkan perbedaan perlakuan yang nyata dengan ukuran efek yang sangat besar ($\eta^2 = 0,835$), besaran dampak tersebut tetap perlu ditafsirkan secara hati-hati. Tingginya efek ini dipengaruhi oleh kondisi intervensi yang intensif dalam lingkungan kelas yang terkontrol di satu sekolah sasaran, durasi implementasi yang relatif singkat (tujuh pertemuan), serta penggunaan kelompok utuh (intact classes) tanpa randomisasi pada tingkat individu.

Tabel 6. Estimated Marginal Means Skor Postes (Kovariat Pretes = 1,6377)

Kelompok	M Terkoreksi	Std. Error	Selisih Rerata Terkoreksi
Eksperimen	3,419	0,061	1,452
Kontrol	1,967	0,065	-

Setelah kovariat pretes dikendalikan (1,6377), kelompok eksperimen mencapai rerata postes terkoreksi sebesar 3,419 (SE = 0,061), jauh melampaui kelompok kontrol yang memperoleh 1,967 (SE = 0,065), dengan selisih 1,452 pada skala 1–4 (Tabel 6). Peningkatan tersebut dikonfirmasi oleh nilai N-gain kelompok eksperimen sebesar 0,7440 (kategori tinggi), sedangkan kelompok kontrol hanya mencapai 0,1677 (kategori rendah) sebagaimana tertera pada Tabel 7.

Tabel 7. Gain Score dan N-Gain Menurut Kelompok

Kelompok	Gain Rerata	N-Gain	N-Gain (%)	Kategori
Eksperimen	1,6893	0,7440	74,40%	Tinggi
Kontrol	0,4320	0,1677	16,77%	Rendah

Tabel 7 menunjukkan bahwa peningkatan skor karakter kehati-hatian kelompok yang menggunakan buku teks berbasis *Project Based Learning* lebih tinggi daripada kelompok yang mengikuti pembelajaran reguler.

Tabel 8. Capaian Karakter Kehati-hatian per Indikator

Indikator	Pretes	Postes	N-Gain Eks.	Kategori	N-Gain Kon.
Berorientasi pada masa depan	1,57	3,11	0,632	Sedang	0,582
Menyusun rencana hidup dengan jelas	1,46	3,25	0,704	Tinggi	0,567

Indikator	Pretes	Postes	N-Gain Eks.	Kategori	N-Gain Kon.
Memiliki tujuan jangka panjang	2,25	3,32	0,612	Sedang	0,302
Mengendalikan impuls	2,04	3,32	0,655	Sedang	0,206
Konsisten pada kegiatan bermanfaat	1,32	3,32	0,747	Tinggi	0,127
Berpikir reflektif sebelum bertindak	1,75	3,64	0,841	Tinggi	0,145
Bertindak dengan penuh pertimbangan	1,68	3,61	0,831	Tinggi	0,000
Mewujudkan gagasan secara nyata	1,86	3,61	0,817	Tinggi	-0,138
Menyeimbangkan tujuan dan kepentingan	1,50	3,57	0,829	Tinggi	0,060
Menjalani hidup teratur dan harmonis	2,00	3,57	0,786	Tinggi	-0,240

Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator berpikir reflektif sebelum bertindak ($g = 0,841$), diikuti bertindak penuh pertimbangan ($g = 0,831$) dan menyeimbangkan tujuan serta kepentingan ($g = 0,829$). Ketiga indikator tersebut berkaitan langsung dengan siklus proyek: siswa harus menilai data, mendiskusikan pilihan, menguji rangkaian, dan memutuskan perbaikan. Struktur aktivitas memberi jeda antara dorongan untuk segera menyelesaikan produk dan keputusan untuk memeriksa kembali proses. Dari sudut pandang kehati-hatian epistemik, jeda reflektif semacam ini penting karena siswa belajar menyesuaikan keyakinan dan tindakan dengan bukti yang tersedia (García-Valdecasas & Milburn, 2023).

Indikator memiliki tujuan jangka panjang memperoleh N-Gain terendah ($g = 0,612$), meskipun masih berada pada kategori sedang. Hasil ini dapat dipahami karena orientasi jangka panjang memerlukan konsistensi lintas waktu, sedangkan proyek terutama memberi pengalaman dalam rentang implementasi yang terbatas. Penguatan indikator tersebut memerlukan tindak lanjut, misalnya jurnal perkembangan proyek, target pribadi mingguan, dan refleksi beberapa minggu setelah produk selesai. Dengan cara itu, siswa tidak hanya merencanakan proyek saat ini, tetapi juga menghubungkan keputusan dengan tujuan yang lebih jauh.

Kelompok kontrol tidak memperoleh perlakuan menggunakan buku teks yang dikembangkan dan hanya mengikuti pembelajaran reguler. Dengan demikian, siswa kelompok kontrol tidak mengikuti kegiatan yang secara khusus mengintegrasikan latihan perencanaan, pengendalian impuls, pemeriksaan risiko, pengambilan keputusan, dan refleksi. N-Gain negatif pada dua indikator tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai penurunan karakter. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengukuran, di mana setiap indikator hanya diukur melalui satu butir soal. Keterbatasan ini perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasil, sekaligus ditegaskan pada bagian metode dan kesimpulan.

3.2. Diskusi

Temuan penelitian menunjukkan bahwa PjBL dapat menjadi lingkungan untuk melatih karakter ketika setiap tahap proyek diterjemahkan ke dalam keputusan yang perlu dipertimbangkan oleh siswa. Perumusan pertanyaan mendasar melatih siswa untuk tidak terburu-buru mengambil kesimpulan. Perancangan proyek mengarahkan siswa mempertimbangkan urutan kerja dan risiko, sedangkan penyusunan jadwal mengembangkan orientasi masa depan. Tahap pemantauan menuntut pengendalian impuls dan ketekunan, pengujian hasil mendorong penggunaan bukti, dan evaluasi pengalaman memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan refleksi. Mekanisme tersebut dapat menjelaskan peningkatan pada indikator berpikir reflektif, bertindak dengan penuh pertimbangan, dan menyeimbangkan tujuan serta kepentingan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan analisis Zhang & Ma (2023) yang menunjukkan bahwa PjBL memberikan kontribusi positif tidak hanya terhadap prestasi akademik, tetapi juga terhadap keterampilan berpikir dan aspek afektif. Dalam penelitian ini, aspek afektif tersebut difokuskan pada karakter kehati-hatian dan diamati melalui sepuluh indikator. Temuan ini juga melengkapi penelitian PjBL di sekolah dasar Indonesia yang lebih banyak berfokus pada hasil belajar, kreativitas, atau keterampilan berpikir (Nurhadiyati et al., 2021; Surya et al., 2018; Taupik & Fitria, 2021). Kontribusi

penelitian ini tidak hanya terletak pada penggunaan tema kelistrikan, tetapi juga pada cara buku teks mengarahkan kebijakan kehati-hatian ke dalam kegiatan belajar yang dapat diamati dan diukur.

Tema peradaban listrik memperkuat proses tersebut karena setiap proyek memiliki hubungan sebab-akibat yang mudah diamati. Rangkaian yang tidak teliti tidak menyala, pemilihan sambungan memengaruhi aliran listrik, dan sumber energi yang berbeda menghasilkan keluaran berbeda. Umpan balik konkret membuat konsekuensi keputusan terlihat segera. Pada saat yang sama, narasi perkembangan listrik dan energi terbarukan memperluas pertimbangan dari keberhasilan teknis menuju dampak sosial dan lingkungan. Karakter kehati-hatian lalu dipahami sebagai kecakapan mengambil keputusan yang efektif, aman, etis, dan bertanggung jawab.

Penelitian ini melanjutkan pengembangan buku bertema peradaban transportasi udara yang dilakukan oleh Amelia & Nugrahanta (2025) tetapi menggunakan tema peradaban listrik dan menyertakan kelompok kontrol dalam tahap penerapan. ANCOVA digunakan untuk mengendalikan perbedaan skor awal kedua kelompok. Analisis pada setiap indikator juga memperlihatkan aspek karakter yang paling responsif dan aspek yang masih memerlukan penguatan. Informasi tersebut penting karena skor total dapat menyembunyikan variasi peningkatan antar aspek. Hasil per indikator dapat digunakan untuk menyesuaikan pertanyaan reflektif dan durasi kegiatan proyek.

Secara praktis, buku teks dapat digunakan oleh guru dalam pembelajaran IPAS yang memadukan literasi sejarah, sains, rekayasa sederhana, kolaborasi, dan pendidikan karakter. Penggunaannya tetap memerlukan fasilitasi guru untuk memastikan pembagian tugas yang adil, mengajukan pertanyaan yang mendorong pemberian alasan, menyediakan waktu untuk pengujian ulang, serta menilai proses selain hasil proyek. PjBL tanpa refleksi berisiko hanya mengembangkan keterampilan teknis, sedangkan pengarahan yang terlalu dominan dapat mengurangi kesempatan siswa dalam mengambil keputusan. Oleh karena itu, keseimbangan antara dukungan bertahap dari guru dan otonomi siswa perlu dipertahankan.

Hasil ANCOVA menunjukkan bahwa penggunaan buku teks memberikan efek yang sangat besar terhadap karakter kehati-hatian setelah perbedaan skor awal dikendalikan, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa rangkaian proyek, latihan pengambilan keputusan, pemeriksaan risiko, dan refleksi dalam buku teks dapat menghasilkan perubahan yang kuat dalam konteks pembelajaran yang diteliti. Meskipun demikian, hasil ini perlu ditafsirkan secara hati-hati. Postes dilaksanakan segera setelah perlakuan yang berlangsung selama satu minggu pada satu sekolah. Selain itu, kelas penelitian telah terbentuk sebelumnya dan setiap indikator hanya diukur menggunakan satu butir. Kondisi tersebut membatasi generalisasi hasil pada populasi siswa sekolah dasar yang lebih luas (Shadish et al., 2002). Penelitian selanjutnya perlu melibatkan lebih banyak sekolah, memperpanjang durasi perlakuan, melakukan pengukuran tindak lanjut, dan menggunakan beberapa butir untuk setiap indikator.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Buku teks peradaban listrik berbasis *Project Based Learning* dikembangkan menggunakan model ADDIE melalui tahap Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate. Buku teks mengintegrasikan perkembangan pemanfaatan listrik, lima kegiatan proyek, prosedur keselamatan, pertanyaan reflektif, dan sepuluh indikator karakter kehati-hatian.
- Buku teks memperoleh rerata skor validasi sebesar 3,74 pada skala empat dan termasuk kategori sangat baik. Penilaian dilakukan oleh sepuluh validator yang terdiri atas lima ahli dan lima guru sekolah dasar bersertifikasi. Masukan validator digunakan untuk menyempurnakan kebahasaan, istilah kelistrikan, sumber, kelengkapan informasi, dan petunjuk keselamatan sebelum buku teks diterapkan.
- Penerapan buku teks pada siswa kelas V menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh skor karakter kehati-hatian yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol setelah skor pretes

dikendalikan, $F(1, 50) = 253,666$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,835$. Kelompok eksperimen memperoleh N-Gain sebesar 0,7440 dalam kategori tinggi, sedangkan kelompok kontrol memperoleh N-Gain sebesar 0,1677 dalam kategori rendah.

- d. Peningkatan tertinggi terdapat pada indikator berpikir reflektif sebelum bertindak, sedangkan peningkatan terendah terdapat pada indikator memiliki tujuan jangka panjang. Hasil penelitian masih terbatas pada penerapan di satu sekolah sehingga penelitian berikutnya perlu melibatkan lebih banyak kelas, memperpanjang durasi penerapan, melakukan pengukuran tindak lanjut, dan memperkuat instrumen karakter kehati-hatian.

5. Referensi

- Amelia, P. B., & Nugrahanta, G. A. (2025). Pengembangan buku teks peradaban transportasi udara berbasis PjBL: Menumbuhkan karakter kehati-hatian anak. *Action Research Journal Indonesia (ARJI)*, 7(4), 2602–2621. <https://doi.org/10.61227/arji.v7i4.563>
- Aristasari, R., & Wantoro, J. (2024). Peningkatan pemahaman konsep materi perubahan energi melalui model Project Based Learning pada kelas IV SD. *COLLASE: Creative of Learning Students Elementary Education*, 7(5), 805–810. <https://doi.org/10.22460/collase.v7i5.22801>
- Blongkod, R., Hafid, R., & Mahmud, M. (2022). Pengaruh Penggunaan Buku Teks terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPS Terpadu Kelas VIII di SMP Cokroaminoto Solog Kabupaten Bolaang Mongondow. *Aksara: Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal*, 8(3), 2131–2140. <https://doi.org/10.37905/aksara.8.3.2131-2140.2022>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Dalmeri. (2014). Pendidikan untuk Pengembangan Karakter: Telaah terhadap Gagasan Thomas Lickona dalam Educating for Character. *Al-Ulum*, 14(1), 269–288.
- Dewi, R. P., Rahmat, S., Ilahi, N. A., Purnata, H., & Musyafiq, A. A. (2024). Pemanfaatan Media Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Sarana Edukasi Energi Terbarukan bagi Siswa SD N 01 Banjarwaru. *Jurnal Hilirisasi Technology kepada Masyarakat (SITECHMAS)*, 5(2), 136–143.
- Erfan, M., Maulyda, M. A., Ermiana, I., Hidayati, V. R., & Ratu, T. (2020). Profil kemampuan pembedaan rangkaian seri dan paralel calon guru sekolah dasar. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1), 13–21. <https://doi.org/10.23971/eds.v8i1.1907>
- Fawaati, T. M., Destropani, & Rahmatullah, G. (2022). Peran Teknologi Informasi dalam Mendukung Pengambilan Keputusan yang Efektif di Era Digital. *Jurnal Multimedia dan Android*, 3(2), 1–6.
- García-Valdecasas, M., & Milburn, J. (2023). Prudence, Rules, and Regulative Epistemology. *Philosophies*, 8(5), Article 91. <https://doi.org/10.3390/philosophies8050091>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project Based Learning: A Review of the Literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Lakens, D. (2013). Calculating and Reporting Effect Sizes to Facilitate Cumulative Science: A Practical Primer for t-Tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Lickona, T. (2013). Educating for Character: Mendidik untuk Membentuk Karakter (J. A. Wamaungo, Penerj). Jakarta: Bumi Aksara.
- Mahrurnisya, D. (2023). Keterampilan Pembelajar di Abad Ke-21. *JUPENJI: Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 2(1), 101–109.
- Mulyani, F., & Haliza, N. (2021). Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 3(1), 101–109. <https://doi.org/10.31004/jpdk.v3i1.1432>
- Nurhadiyati, A., Rusdinal, & Fitria, Y. (2021). Pengaruh Model Project Based Learning (PjBL) terhadap Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 327–333. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i1.684>

- Peterson, C., & Seligman, M. E. P. (2004). *Character Strengths and Virtues: A Handbook and Classification*. American Psychological Association dan Oxford University Press.
- Prasetyo, M. T., Sumarno, R. N., Inggrida, Lupita, & Rafiko. (2024). Pengabdian Masyarakat di SB Al Amin, SIKL Malaysia tentang Efisiensi Energi Listrik. *Jurnal Hilirisasi Technology kepada Masyarakat (SITECHMAS)*, 5(2), 144–151. <https://doi.org/10.32497/sitechmas.v5i2.6001>
- Putri, D. P. (2018). Pendidikan Karakter pada Anak Sekolah Dasar di Era Digital. *AR-RIAYAH: Jurnal Pendidikan Dasar*, 2(1), 37–50. <https://doi.org/10.29240/jpd.v2i1.439>
- Rosana, A. S. (2010). Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Industri Media di Indonesia. *Gema Eksos*, 5(2), 144–156.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin.
- Silitonga, E. B., Harahap, R. H., Harahap, A. P., & Tarigan, E. J. (2025). Upaya meningkatkan keaktifan dan hasil belajar peserta didik menggunakan model Project Based Learning (PjBL) pada materi keberagaman budaya Indonesia di kelas V SDN 066666 Medan Denai. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar (JIPDAS)*, 5(3), 3352–3363. <https://doi.org/10.37081/jipdas.v5i3.4035>
- Sopiah, S., Yuliati, Y., & Yanto, A. (2025). Pengaruh model Project Based Learning (PjBL) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi IPAS kelas IV SD. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(3), 240–252. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i03.33079>
- Surya, A. P., Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa Kelas III SD Negeri Sidorejo Lor 01 Salatiga. *Jurnal Pesona Dasar*, 6(1), 41–54. <https://doi.org/10.24815/pear.v6i1.10703>
- Taupik, R. P., & Fitria, Y. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Pencapaian Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1525–1531. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.958>
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A Study of the Impact of Project Based Learning on Student Learning Effects: A Meta-Analysis Study. *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1202728. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>