

Manajemen Pembelajaran IPA Berbasis Pendekatan *Deep Learning*-STEM melalui Project-Based Learning dalam Mengembangkan Kreativitas Siswa

Lilim Muhamad Sopian^{1*}, Endang Komara²

¹⁻²Universitas Islam Nusantara, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : muhamad.sopian.1981@gmail.com

ARMADA
JURNAL PENELITIAN MULTIDISIPLIN

e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 09 September, 2026

Page: 5704-5713

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i9.4172>

Article History:

Received: Juli 08, 2026

Revised: Agustus 24, 2026

Accepted: September 19, 2026

Abstract : The low level of scientific literacy among Indonesian students indicates the need for science learning management that extends beyond conceptual mastery and provides opportunities for creativity through contextual learning experiences. This study aims to analyze the management of science learning based on Deep Learning-STEM through Project-Based Learning (PjBL) in developing students' creativity. A qualitative approach with a phenomenological design was employed at SMP Negeri 3 Kota Sukabumi and SMP Negeri 1 Nyalindung, Sukabumi Regency. Data were collected through observation, in-depth interviews, and documentation involving science teachers, students, and school principals, and were analyzed using the Miles and Huberman interactive model and validated through source and technique triangulation. The findings indicate that learning is managed through planning based on students' characteristics and real-world problems; implementation involving inquiry, collaboration, design, construction, testing, and reflection; and control through assessment, feedback, and institutional support. The novelty of this study lies in its integrative analysis of Deep Learning-STEM through PjBL using management functions as a framework for developing creativity. This study contributes to strengthening contextual, collaborative, reflective, and creativity-oriented science learning management practices

Keywords : Deep Learning, STEM, Project-Based Learning, Science Learning Management, Student Creativity

Abstrak : Rendahnya capaian literasi sains peserta didik Indonesia menunjukkan perlunya pengelolaan pembelajaran IPA yang tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga memberi ruang bagi kreativitas melalui pengalaman belajar yang kontekstual. Penelitian ini bertujuan menganalisis manajemen pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui *Project-Based Learning* (PjBL) dalam mengembangkan kreativitas siswa. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologi di SMP Negeri 3 Kota Sukabumi dan SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi. Data diperoleh melalui observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi dengan melibatkan guru IPA, siswa, dan kepala sekolah, kemudian dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman serta diuji melalui triangulasi sumber dan teknik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dikelola melalui perencanaan berbasis karakteristik siswa dan persoalan nyata, pelaksanaan melalui penyelidikan, kolaborasi, perancangan, pembuatan, pengujian, dan

refleksi, serta pengendalian melalui asesmen, umpan balik, dan dukungan kelembagaan. Kebaruan penelitian terletak pada analisis integratif manajemen *Deep Learning*-STEM melalui PjBL menggunakan fungsi manajemen sebagai kerangka untuk mengembangkan kreativitas. Penelitian ini berkontribusi pada penguatan praktik manajemen pembelajaran IPA yang kontekstual, kolaboratif, reflektif, dan berorientasi pada kreativitas.

Kata Kunci : Deep Learning, STEM, *Project-Based Learning*, Manajemen Pembelajaran IPA, Kreativitas Siswa

PENDAHULUAN

Revolusi Industri 4.0 dan *Society 5.0* menandai perubahan kehidupan yang berlangsung semakin cepat sebagai akibat perkembangan teknologi, konektivitas, dan pola interaksi manusia (Nandita et al., 2026). Perubahan tersebut tidak hanya mengubah cara manusia bekerja dan berkomunikasi, tetapi juga menuntut kemampuan untuk beradaptasi terhadap persoalan yang semakin kompleks. Dalam kondisi demikian, dunia pendidikan dituntut untuk bergerak dinamis agar peserta didik tidak sekadar menguasai pengetahuan, tetapi mampu menggunakannya untuk menghadapi perubahan dan memecahkan persoalan nyata. Kebutuhan tersebut tercermin dalam kerangka *21st Century Skills* dari *Partnership for 21st Century Learning* (P21), yang menempatkan *critical thinking and problem solving, creativity and innovation, communication, dan collaboration* sebagai *Learning and Innovation Skills* (Partnership for 21st Century Learning, 2019). Kerangka tersebut menegaskan bahwa pembelajaran perlu memberi ruang bagi peserta didik untuk berpikir kritis, menghasilkan gagasan, berkomunikasi, dan bekerja sama sebagai bekal menghadapi dinamika kehidupan abad ke-21.

Arah tersebut memperoleh penguatan dalam kebijakan pendidikan Indonesia melalui Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah (Permendikdasmen) Nomor 10 Tahun 2025 tentang Standar Kompetensi Lulusan, yang menempatkan kreativitas sebagai salah satu dari delapan dimensi profil lulusan, serta Permendikdasmen Nomor 13 Tahun 2025 yang memperkuat pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan (Peraturan Menteri Pendidikan Dasar Dan Menengah Nomor 10 Tahun 2025 Tentang Standar Kompetensi Lulusan Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Dan Jenjang Pendidikan Menengah, 2025; Peraturan Menteri Pendidikan Dasar Dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 Tentang Kurikulum Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Dan J, 2025). Kebijakan ini menunjukkan bahwa pengembangan kreativitas tidak cukup ditempatkan sebagai hasil sampingan pembelajaran, tetapi perlu dihadirkan melalui pengalaman belajar yang dirancang secara sadar. Tuntutan tersebut relevan dengan pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang tidak berhenti pada teori, tetapi menuntut penyelidikan, pemecahan masalah, perancangan, dan pengujian untuk memahami fenomena alam (Elisa et al., 2023). Dengan karakter tersebut, pembelajaran IPA jelas memiliki ruang strategis untuk mengembangkan kreativitas melalui aktivitas yang mendorong peserta didik menghasilkan gagasan, mencoba berbagai alternatif, dan menemukan solusi.

Namun, potensi tersebut belum tercermin secara memadai dalam capaian literasi sains peserta didik Indonesia. Hasil PISA 2022 menunjukkan skor literasi sains Indonesia sebesar 383 poin, masih di bawah rata-rata OECD sebesar 485 poin (OECD, 2023). Kondisi ini menunjukkan perlunya pembelajaran IPA yang tidak hanya memperkuat penguasaan konsep, tetapi juga menghadirkan pengalaman belajar yang mendorong peserta didik memahami, menerapkan, dan memecahkan persoalan nyata. Dalam konteks tersebut, manajemen pembelajaran IPA perlu diarahkan pada pengelolaan pengalaman belajar yang sistematis, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan kreativitas siswa. Pendekatan *Deep Learning* menjadi landasan pedagogis melalui pengalaman belajar yang *mindful, meaningful, dan joyful*, sedangkan STEM mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam proses perancangan solusi. Integrasi tersebut dioperasionalkan melalui *Project-Based Learning* (PjBL) yang melibatkan siswa

dalam perencanaan, penyelidikan, pengembangan gagasan, pembuatan, pengujian, dan penyempurnaan produk (Kurnianingsih et al., 2026). Dengan demikian, manajemen pembelajaran IPA berbasis pendekatan *Deep Learning*-STEM melalui PjBL tidak hanya mendukung pemahaman konsep dan pemecahan masalah, tetapi juga mengarahkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai alternatif, menghasilkan gagasan orisinal, mengembangkan produk, serta menemukan solusi kreatif dalam pembelajaran IPA. Konteks penerapan pembelajaran tersebut menjadi penting untuk dikaji pada SMP Negeri 3 Kota Sukabumi dan SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi, yang menyelenggarakan pembelajaran IPA berbasis proyek dengan karakter proyek yang berbeda, sehingga memungkinkan kajian terhadap bagaimana integrasi *Deep Learning*, STEM, dan PjBL dikelola dalam konteks sekolah yang nyata.

Sejumlah penelitian terdahulu telah memberikan bukti mengenai potensi PjBL dan STEM dalam mengembangkan kreativitas. Meng Li dan Ching Tu menunjukkan bahwa LKS berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif murid (Li & Tu, 2024). Penelitian Pinar bersama rekan-rekannya juga menemukan bahwa PBL berpendekatan STEM berkontribusi terhadap peningkatan kreativitas dalam pembelajaran IPA fisika (Pinar et al., 2025). Sedangkan Festiawan bersama peneliti lainnya turut menunjukkan kontribusi PjBL terhadap kreativitas dan keterampilan berpikir kreatif murid (Festiawan et al., 2024). Adapun penelitian terbaru seperti yang dilakukan Febrianti bersama rekan-rekan penelitiannya memperlihatkan bahwa PjBL terintegrasi STEM dapat mendukung hasil belajar IPA sekaligus memperkuat kreatifitas, pemahaman konsep, dan pemecahan masalah (Febrianti et al., 2026). Temuan-temuan berbagai penelitian tersebut memperlihatkan bahwa PjBL dan STEM telah banyak dikaji sebagai pendekatan untuk meningkatkan hasil belajar dan kreativitas peserta didik. Namun, penelitian terdahulu belum ada mengkaji pengelolaan integrasi *Deep Learning*, STEM, dan PjBL dalam pembelajaran IPA, khususnya melalui aspek perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada manajemen pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui PjBL dalam mengembangkan kreativitas peserta didik.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan melalui analisis manajerial terhadap integrasi *Deep Learning*, STEM, dan *Project-Based Learning* (PjBL) berdasarkan fungsi *planning, organizing, actuating, dan controlling* George R. Terry. Penelitian ini bertujuan menganalisis manajemen pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui PjBL dalam mengembangkan kreativitas peserta didik di SMP Negeri 3 Kota Sukabumi dan SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi, termasuk kendala dan strategi penyelesaiannya. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan kajian manajemen pembelajaran, sedangkan secara praktis memberikan rujukan bagi guru dan sekolah dalam mengelola pembelajaran IPA yang kontekstual dan berorientasi pada kreativitas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologi untuk memahami pengalaman guru dan murid dalam mengelola pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui *Project-Based Learning* (PjBL). Fenomenologi digunakan karena penelitian berfokus pada pengalaman yang dihayati partisipan dalam praktik pembelajaran, bukan semata-mata pada pengukuran hasil belajar. Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 3 Kota Sukabumi dan SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi, yang dipilih karena telah menerapkan integrasi *Deep Learning*, STEM, dan PjBL dalam pembelajaran IPA. Partisipan dipilih secara *purposive* berdasarkan keterlibatan langsung dengan fenomena penelitian. Guru IPA dan murid menjadi sumber utama untuk mengungkap perencanaan, pelaksanaan, pengalaman belajar, dan pengembangan kreativitas, sedangkan kepala sekolah menjadi informan pendukung untuk memperoleh data mengenai kebijakan, dukungan, dan pengendalian implementasi pembelajaran. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Observasi diarahkan pada proses pembelajaran dan aktivitas proyek wawancara menggali pengalaman, pertimbangan, kendala, dan strategi partisipan. Sedangkan dokumentasi mencakup ATP, modul ajar/RPP, instrumen asesmen, serta dokumentasi kegiatan proyek. Data sekunder diperoleh dari

literatur dan dokumen kebijakan yang relevan dengan *Deep Learning*, STEM, PjBL, manajemen pembelajaran, dan kreativitas.

Data dianalisis menggunakan model interaktif Miles dan Huberman melalui tiga tahap yaitu reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Reduksi dilakukan dengan mengelompokkan data berdasarkan fungsi manajemen pembelajaran dan fokus penelitian, yaitu perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, kendala, serta strategi penguatan. Data kemudian disajikan secara tematik dengan membandingkan praktik pada kedua sekolah untuk menemukan pola, persamaan, dan perbedaannya. Kesimpulan diverifikasi secara berkelanjutan dengan menelusuri kembali kesesuaian antara hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Keabsahan data diuji melalui triangulasi sumber dan teknik. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi dari guru, murid, dan kepala sekolah serta temuan dari kedua sekolah. Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Prosedur tersebut digunakan untuk memastikan bahwa temuan merepresentasikan praktik manajemen pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui PjBL secara kredibel dan sesuai dengan konteks empiris penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Manajemen Perencanaan Pembelajaran IPA Berbasis *Deep Learning*-STEM melalui *Project-Based Learning*

Perencanaan (*planning*) merupakan fungsi pertama dalam manajemen yang menentukan arah tindakan melalui penetapan tujuan dan langkah yang diperlukan untuk mencapainya. Dalam perspektif George R. Terry, *planning* ditempatkan sebagai fungsi awal manajemen dalam rangkaian *planning*, *organizing*, *actuating*, *controlling*, dan berperan menetapkan tujuan, pekerjaan, prosedur, serta sumber daya yang diperlukan sebelum fungsi lain berjalan (Wijayanti & Wicaksana, 2023). fungsi tersebut menjadi dasar untuk mengintegrasikan tiga komponen pembelajaran yang memiliki fungsi berbeda. *Deep Learning* memberikan orientasi pedagogis melalui pengalaman belajar yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*, sehingga peserta didik tidak sekadar menerima informasi, tetapi membangun pemahaman melalui pengalaman yang sadar, bermakna, dan menggembirakan (Idris et al., 2026). STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) memberikan kerangka integratif yang menghubungkan konsep sains dengan teknologi, rekayasa, dan matematika untuk memahami serta merancang solusi atas persoalan nyata (Portillo-Blanco et al., 2024). Sementara itu, *Project-Based Learning* (PjBL) menyediakan struktur pengalaman belajar melalui penyelidikan, perancangan, pembuatan, pengujian, dan refleksi terhadap suatu proyek (Al-Qoyyim & Kurniawan, 2025). Integrasi ketiganya menuntut perencanaan yang mampu menghubungkan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, persoalan kontekstual, aktivitas proyek, sumber belajar, dan asesmen secara terpadu. Dengan demikian, *planning* dalam penelitian ini tidak dipahami sekadar sebagai penyusunan perangkat pembelajaran, tetapi sebagai fungsi manajerial untuk merancang pengalaman belajar yang memungkinkan prinsip *Deep Learning* diwujudkan melalui integrasi STEM dan PjBL sekaligus membuka ruang bagi berkembangnya kreativitas peserta didik.

Penerjemahan prinsip tersebut dalam praktik terlihat dari cara masing-masing sekolah menyesuaikan rancangan pembelajaran dengan karakteristik peserta didik dan konteks persoalan yang dihadapi. Pada SMP Negeri 3 Kota Sukabumi, perencanaan diawali dengan mempertimbangkan karakteristik peserta didik kelas IX yang cenderung menyukai aktivitas langsung dan kerja kelompok. Karakteristik tersebut kemudian dipertemukan dengan konteks persoalan lingkungan yang dekat dengan kehidupan mereka, yaitu pengolahan sampah organik. Guru tidak memilih proyek semata-mata berdasarkan bentuk produk yang dapat dibuat, tetapi mempertimbangkan apakah persoalan tersebut memungkinkan pembelajaran IPA dipelajari melalui pengalaman konkret. Hal sebut sejalan dengan pernyataan guru mata pelajaran IPA yang menjelaskan, “Kami melihat dulu anak-anaknya seperti apa dan masalah apa yang dekat dengan mereka. Karena mereka lebih senang praktik dan bekerja bersama, kami memilih masalah sampah yang bisa mereka lihat langsung.” Perencanaan demikian memperlihatkan bahwa konteks masalah berfungsi sebagai jembatan antara konsep IPA dan pengalaman peserta didik, hal ini sejalan dengan

konsep perencanaan pembelajaran berbasis konteks yang dikemukakan oleh Kost⁹¹ dan Remmen (Kostol & Remmen, 2022). Persoalan sampah tidak ditempatkan hanya sebagai materi diskusi, tetapi sebagai masalah yang dapat dipecahkan melalui proses perancangan. Temuan mentahan menunjukkan bahwa rancangan pembelajaran di sekolah ini memuat orientasi masalah, eksplorasi, pembuatan prototipe, dan refleksi.

Berbeda dengan SMP Negeri 3 Kota Sukabumi, SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi mempertimbangkan minat peserta didik terhadap teknologi dan kecenderungan belajar visual. Pertimbangan tersebut diarahkan pada pemilihan persoalan energi terbarukan sebagai konteks pembelajaran. Guru kemudian merancang proyek turbin angin mini agar peserta didik dapat menghubungkan konsep energi dengan bentuk teknologi sederhana. Salah seorang guru IPA menyatakan, “Anak-anak lebih tertarik kalau ada teknologi yang bisa mereka lihat dan buat sendiri. Jadi kami mengambil energi terbarukan, kemudian diarahkan ke pembuatan turbin angin sederhana.” Perbedaan kedua sekolah menunjukkan bahwa perencanaan tidak menggunakan proyek sebagai format yang seragam. SMP Negeri 3 Kota Sukabumi mengembangkan persoalan sampah menjadi proyek pencacah organik, sedangkan SMP Negeri 1 Nyalindung mengembangkan persoalan energi menjadi proyek turbin angin. Kesamaannya terletak pada mekanisme perencanaan dengan karakteristik peserta didik yang dipetakan, persoalan nyata dipilih, kemudian persoalan tersebut diterjemahkan menjadi tantangan yang dapat diselesaikan melalui proyek.

Pada tahap ini, *Deep Learning* memberikan orientasi terhadap pengalaman yang hendak dibangun. Prinsip *mindful* diterjemahkan melalui kesadaran peserta didik terhadap persoalan yang dihadapi, *meaningful* melalui keterkaitan konsep dengan kehidupan nyata, dan *joyful* melalui aktivitas eksploratif, kolaboratif, serta produktif. Pada tahap ini, *Deep Learning* memang berfungsi sebagai orientasi pedagogis yang merancang pengalaman belajar sadar, kontekstual, dan melibatkan partisipasi bermakna, bukan sekadar penyampaian isi (Azzahra & Jaya, 2025). STEM turut memberikan kerangka untuk menghubungkan konsep sains dengan teknologi, rekayasa, dan matematika, sedangkan PjBL memberikan struktur pengalaman melalui proses penyelidikan, perancangan, pembuatan, dan refleksi. Ketiganya dengan demikian tidak ditempatkan sebagai tiga model yang berjalan sendiri-sendiri, tetapi sebagai komponen yang memiliki fungsi berbeda dalam satu desain pembelajaran.

Perumusan tujuan pembelajaran di SMP Negeri 3 Kota Sukabumi juga diarahkan melampaui penguasaan konsep. Proyek dirancang untuk menghubungkan pemahaman mengenai pengolahan sampah dengan kreativitas, penalaran kritis, kerja sama, dan kepedulian lingkungan. Sementara itu, SMP Negeri 1 Nyalindung mengarahkan pembelajaran pada pemahaman energi terbarukan sekaligus kemampuan menghubungkan konsep dengan teknologi, kreativitas, berpikir kritis, dan refleksi. Perencanaan juga mencakup desain teori asesmen kelas yang membedakan diagnostik, formatif, sumatif, dan reflektif sebagai fungsi yang saling terhubung dalam pembelajaran. Di SMP Negeri 3 Kota Sukabumi, asesmen dirancang melalui kuis awal, observasi proses, tes akhir, dan refleksi. Observasi tidak hanya diarahkan pada hasil proyek, tetapi juga pada kreativitas dan kerja sama selama proses berlangsung. Adapun di SMP Negeri 1 Nyalindung, asesmen dirancang melalui tanya jawab awal, observasi, tes tertulis, dan refleksi untuk melihat keterlibatan, kolaborasi, kreativitas, serta pemahaman konsep. Dengan demikian, kedua sekolah telah menggabungkan asesmen diagnostik, formatif, sumatif, dan reflektif dalam satu rangkaian pembelajaran, sehingga asesmen tidak hanya berfungsi mengukur hasil belajar, tetapi juga memetakan kondisi awal, memantau perkembangan, memberikan umpan balik, dan mendorong peserta didik merefleksikan proses belajarnya (Steen et al., 2025; Svensäter & Rohlin, 2022).

Dengan memasukkan proses dan refleksi ke dalam rancangan asesmen, Kedua sekolah telah menunjukkan upaya memasukkan proses refleksi ke dalam rancangan asesmen dengan memandang kreativitas sebagai proses yang berkembang selama pembelajaran. Peserta didik tidak hanya dinilai berdasarkan produk akhir, tetapi juga melalui bagaimana mereka mengembangkan gagasan, bekerja dalam kelompok, menyelesaikan persoalan, dan merefleksikan hasil. Secara pedagogis, desain tersebut lebih sesuai dengan karakter PjBL karena proses menghasilkan produk menjadi bagian integral dari pembelajaran.

Dengan demikian, perencanaan pada kedua sekolah memperlihatkan pola yang sama secara prinsip, tetapi berbeda secara kontekstual. SMP Negeri 3 Kota Sukabumi membangun desain dari persoalan sampah organik dan mengarahkannya pada pencacah sampah, sedangkan SMP Negeri 1 Nyalindung membangun desain dari persoalan energi terbarukan dan mengarahkannya pada turbin angin mini. Perencanaan dalam *Deep Learning*-STEM melalui PjBL karenanya bukan sekadar penyusunan perangkat ajar, melainkan proses menerjemahkan karakteristik peserta didik dan persoalan nyata menjadi pengalaman belajar yang secara sengaja membuka ruang bagi kreativitas.

Manajemen Pelaksanaan dan Pengendalian Pembelajaran dalam Mengembangkan Kreativitas

Setelah perencanaan ditetapkan, keberhasilan pembelajaran bergantung pada bagaimana rencana tersebut diterjemahkan ke dalam tindakan melalui fungsi *organizing*, *actuating*, dan *controlling*. Dalam perspektif George R. Terry, *organizing* mengatur tugas, sumber daya, dan hubungan kerja (Sedana, 2024). Adapun *actuating* menggerakkan pihak yang terlibat untuk mencapai tujuan (Rohaemi et al., 2024). Sedangkan *controlling* memastikan pelaksanaan tetap berada pada arah yang ditetapkan melalui pemantauan, penilaian, umpan balik, dan perbaikan (Rohaemi et al., 2024). Apabila ketiga aspek tersebut diintegrasikan dalam pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui *Project-Based Learning* (PjBL), ketiganya tentu akan membentuk satu rangkaian yaitu sumber daya dan peserta didik diorganisasikan untuk produktif, aktivitas proyek digerakkan melalui pendampingan guru, kemudian proses dan hasilnya dikendalikan melalui asesmen serta refleksi. Dengan struktur tersebut, kreativitas dipahami bukan lagi sebagai konsekuensi otomatis dari penggunaan proyek, tetapi sebagai hasil dari lingkungan belajar yang secara manajerial memberi ruang untuk menghasilkan, menguji, dan memperbaiki gagasan.

Pada SMP Negeri 3 Kota Sukabumi, fungsi *organizing* diwujudkan melalui kerja kelompok, pembagian aktivitas, dan pemanfaatan sumber belajar digital seperti WhatsApp, YouTube, dan Canva dalam proyek pencacah sampah organik. Peserta didik diberi ruang mencari informasi dan mengembangkan rancangan sebelum menentukan solusi yang akan dibuat. Guru kemudian menjalankan fungsi *actuating* dengan menempatkan diri sebagai fasilitator. Seorang guru menjelaskan IPA turut menuturkan, “Kalau anak-anak mengalami kesulitan, kami tidak langsung memberi jawabannya. Kami arahkan dulu supaya mereka mencoba mencari cara sendiri”. Praktik tersebut menunjukkan bahwa pengarahannya guru tidak diarahkan untuk menggantikan proses berpikir peserta didik, melainkan memberikan *scaffolding*. Wang bersama rekan-rekan penelitiannya turut menjustifikasi bahwa dalam pendekatan *scaffolding* guru tidak lagi sekadar pemberi informasi melainkan menjadi fasilitator pendukung pembelajaran (Wang et al., 2025). Pendekatan tersebut semakin menemukan relevansinya seketika penelitian di lapangan, seorang peserta didik menyatakan, “Awalnya kami bingung mau membuat seperti apa. Setelah berdiskusi, masing-masing memberikan ide, lalu kami pilih yang paling mungkin dibuat”. Temuan ini menunjukkan bahwa pengorganisasian kelompok berfungsi substantif sebagai mekanisme pertukaran dan seleksi gagasan, bukan sekadar pembagian pekerjaan.

Jika dilihat sistem pengorganisasian di SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi, lebih menonjolkan penyesuaian kelompok terhadap variasi kemampuan peserta didik serta pemanfaatan sumber daya yang tersedia dalam proyek turbin angin mini. Fungsi *actuating* tampak ketika guru menggerakkan peserta didik dari pemahaman konsep energi terbarukan menuju perancangan dan pembuatan teknologi sederhana. Guru IPA juga menyampaikan, “Setelah konsep energinya dipahami, anak-anak kami arahkan untuk melihat bagaimana konsep itu bisa digunakan. Jadi mereka tidak hanya tahu energi alternatif, tetapi mencoba membuat bentuk sederhananya”. Ketika rancangan awal tidak menghasilkan keluaran yang diharapkan, peserta didik didorong untuk melakukan penyesuaian. Salah seorang peserta didik mengatakan, “Tidak langsung berhasil. Ada bagian yang harus diperbaiki dan kami mencoba lagi. Karena bahannya terbatas, kami mencari cara supaya tetap bisa digunakan”. Proses tersebut memperlihatkan bahwa keterbatasan sumber daya tidak selalu menjadi penghambat kreativitas, ketika dikelola melalui ruang iterasi, keterbatasan justru menjadi kondisi yang mendorong peserta didik menghasilkan alternatif solusi,

inilah proses yang disebut oleh Cabrera-Frias dengan rekan penelitiannya sebagai fleksibilitas kognitif (Cabrera-Frias et al., 2025).

Perbandingan kedua sekolah menunjukkan bahwa *organizing* dan *actuating* tidak membutuhkan prosedur yang seragam. SMP Negeri 3 Kota Sukabumi lebih menonjolkan kolaborasi, aktivitas langsung, dan pemanfaatan sumber digital, sedangkan SMP Negeri 1 Nyalindung lebih menonjolkan pengelompokan berdasarkan variasi kemampuan dan pemanfaatan sumber daya lokal. Perbedaan ini menunjukkan bahwa efektivitas manajemen pembelajaran tidak terletak pada keseragaman bentuk proyek, tetapi pada kemampuan guru mengalokasikan sumber daya dan memberikan tingkat pengarahan yang sesuai. Secara evaluatif, proyek yang terlalu dikendalikan berisiko menstimulasi kreativitas, sedangkan kebebasan tanpa *scaffolding* dapat menyebabkan proyek kehilangan arah (Zhan et al., 2024). Karena itu, guru perlu menjaga keseimbangan antara otonomi peserta didik dan keterarahan pedagogis.

Fungsi *controlling* dalam PjBL kemudian memastikan bahwa kebebasan dan aktivitas proyek tersebut tetap menghasilkan pengalaman belajar yang terarah (Zarouk et al., 2020). *Controlling* tersebut terproyeksikan pada SMP Negeri 3 Kota Sukabumi, dalam pengendalian yang dilakukan melalui observasi proses, asesmen, umpan balik, dan refleksi. Adapun SMP Negeri 1 Nyalindung menggunakan observasi, tes tertulis, presentasi, dan refleksi. Mekanisme tersebut memungkinkan guru memantau keterlibatan, kreativitas, kolaborasi, serta pemahaman konsep dan melakukan penyesuaian selama pembelajaran. Dengan demikian, *controlling* tidak berhenti pada pemeriksaan hasil akhir, tetapi berfungsi sebagai mekanisme korektif untuk memastikan proses proyek tetap selaras dengan tujuan pembelajaran. Bahkan pengendalian tidak terhenti pada ruang kelas, melainkan turut diperkuat pada tingkat kelembagaan. Kepala SMP Negeri 3 Kota Sukabumi menekankan pendampingan dan penguatan kapasitas guru: “Kami melihat bahwa pendekatan ini tidak cukup hanya disampaikan kepada guru, tetapi perlu didampingi dalam praktiknya. Karena itu, sekolah berupaya memberi ruang kepada guru untuk berdiskusi, mencoba, dan mengevaluasi pembelajaran yang sudah dilakukan”. Sementara itu, kepala SMP Negeri 1 Nyalindung lebih menekankan optimalisasi sumber daya, “Sekolah berusaha mendukung guru ketika mereka ingin mengembangkan pembelajaran berbasis proyek, termasuk dalam menyesuaikan sarana yang tersedia”. Perbedaan tersebut memperlihatkan bahwa *controlling* berlangsung pada dua level pedagogis melalui pemantauan dan umpan balik di kelas, serta institusional melalui pendampingan dan penyediaan kondisi pendukung.

Secara keseluruhan, temuan menunjukkan bahwa *Deep Learning*-STEM melalui PjBL tidak secara otomatis menghasilkan kreativitas hanya karena peserta didik terlibat dalam proyek. Kreativitas berkembang ketika manajemen pembelajaran mampu mengorganisasikan sumber daya secara tepat, menggerakkan keterlibatan peserta didik tanpa mengambil alih otonominya, serta mengendalikan proses melalui umpan balik dan perbaikan. Dengan demikian, *organizing*, *actuating*, dan *controlling* berfungsi bukan sekadar sebagai tahapan administratif, tetapi sebagai mekanisme yang menghidupkan pendekatan pembelajaran menjadi pengalaman yang memungkinkan peserta didik menghasilkan gagasan, memilih alternatif, menguji solusi, dan memperbaiki hasil. Temuan ini menegaskan bahwa kekuatan *Deep Learning*-STEM melalui PjBL terletak bukan semata pada desain pendekatannya, melainkan pada kualitas manajemen yang mampu mengorkestrasi pendekatan tersebut secara kontekstual dan berkelanjutan untuk mengembangkan kreativitas peserta didik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa manajemen pembelajaran IPA berbasis *Deep Learning*-STEM melalui *Project-Based Learning* (PjBL) di SMP Negeri 3 Kota Sukabumi dan SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi berlangsung melalui keterpaduan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan konteks sekolah. Pada tahap perencanaan, guru memetakan karakteristik peserta didik, tujuan, materi, persoalan nyata, aktivitas proyek, dan asesmen. Pada tahap pelaksanaan, pembelajaran diwujudkan melalui kerja kelompok, penyelidikan, perancangan, pembuatan, pengujian, dan refleksi, dengan guru berperan sebagai fasilitator. Pengendalian dilakukan melalui observasi, asesmen, umpan

balik, dan refleksi, serta diperkuat oleh dukungan kelembagaan. Integrasi tersebut menyediakan ruang bagi peserta didik untuk menghasilkan gagasan, mengeksplorasi alternatif, mengambil keputusan, memecahkan masalah, dan memperbaiki hasil, sehingga kreativitas tidak ditempatkan sebagai hasil sampingan, tetapi sebagai bagian dari pengalaman belajar yang sengaja dikelola.

Secara praktis, temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan *Deep Learning*-STEM melalui PjBL tidak cukup ditentukan oleh pemilihan model pembelajaran, tetapi oleh kemampuan guru dan sekolah mengelola keseluruhan pengalaman belajar. Implikasinya, penguatan implementasi perlu diarahkan pada peningkatan kapasitas guru dalam merancang proyek kontekstual, mengintegrasikan unsur STEM, menerapkan prinsip *mindful*, *meaningful*, dan *joyful learning*, serta mengembangkan asesmen yang mampu menangkap proses kreativitas. Sekolah juga perlu menyediakan dukungan berupa pendampingan, kolaborasi profesional, dan optimalisasi sumber daya yang tersedia. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada cakupan lokasi dan partisipan yang hanya melibatkan dua sekolah, sehingga temuan belum dapat digeneralisasikan pada seluruh satuan pendidikan. Selain itu, penelitian berfokus pada pengalaman dan praktik manajemen pembelajaran sehingga belum mengukur peningkatan kreativitas peserta didik secara kuantitatif. Penelitian selanjutnya direkomendasikan memperluas konteks sekolah dan partisipan serta mengombinasikan pendekatan kualitatif dengan pengukuran kreativitas untuk menguji lebih lanjut hubungan antara kualitas manajemen *Deep Learning*-STEM melalui PjBL dan perkembangan kreativitas peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pimpinan dan seluruh warga SMP Negeri 3 Kota Sukabumi serta SMP Negeri 1 Nyalindung Kabupaten Sukabumi yang telah memberikan ruang dan dukungan bagi terlaksananya penelitian ini. Apresiasi secara khusus diberikan kepada kepala sekolah, guru IPA, dan peserta didik yang telah meluangkan waktu, memberikan informasi, serta berpartisipasi selama proses observasi dan wawancara. Penulis juga menghargai setiap bentuk dukungan akademik, administratif, dan kelembagaan dari berbagai pihak yang turut mendukung penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qoyyim, T. M., & Kurniawan, W. (2025). Project-Based Learning in Science Learning: A Literature Review. *Contextual Natural Science Education Journal (CNSEJ)*, 3(1), 1–14. <https://doi.org/10.29303/cnsej.v3i1.1053>
- Azzahra, Y., & Jaya, C. A. (2025). Pendekatan Deep Learning: Transformasi Mindful, Meaningful, dan Joyful dalam Pembelajaran Holistik. *EduInovasi: Journal of Basic Educational Studies*, 5(3), 759–776. <https://doi.org/10.47467/edu.v5i3.9245>
- Cabrera-Frias, L., Cordova-Esparza, D.-M., Romero-Gonzalez, J.-A., Garcia-Ramirez, T., Lopez-Martinez, R.-E., Terven, J., & Rodriguez-Pena, J.-J. (2025). The Use of 3D Printing and ICT in the Designing of Didactic Strategies to Foster Creative Thinking. *Multimodal Technol. Interact*, 35, 1–18. <https://doi.org/10.3390/mti9040035>
- Elisa, D. T., Juliana, Bundel, Bumbun, M., Silvester, & Purnasari, P. D. (2023). Analisis Karakteristik Hakikat Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pedagogik Pendidikan Dasar*, 10(1), 37–44. <https://doi.org/10.17509/jppd.v10i1.54868>
- Febrianti, N., Daud, F., Hala, Y., Palennari, M., & B, N. (2026). The Effect of Project-Based Learning (PjBL) with STEM Approach on Students' Metacognitive Awareness, Conceptual Understanding, and Biology Problem-Solving Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 12(4), 487–503. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v12i4.15006>
- Festiawan, R., Sumanto, E., Febriani, A. R., Permadi, A. A., Arifin, Z., Utomo, A. W., Nugroho, W. A., & Pratama, K. W. (2024). Article RETRACTED due to manipulation by the authors El sistema de aprendizaje híbrido con aprendizaje basado en proyectos: ¿puede aumentar la capacidad de pensamiento creativo y la motivación de aprendizaje en el aprendizaje de la educación física? (The. *Retos*, 56, 1009–1015. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.105047>

- Idris, B. R., Purwaning, A., Sumantri, K., Ratih, K., & Fauziati, E. (2026). Integrating Meaningful, Mindful, and Joyful Learning in Pedagogical Deep Learning-Based ELT Lesson Plans. *Jurnal Pendidikan Generasi Nusantara*, 4(2), 113–123. <https://doi.org/10.61787/bmff7w47>
- Kostol, K. B., & Remmen, K. B. (2022). A qualitative study of teachers' and students' experiences with a context-based curriculum unit designed in collaboration with STEM professionals and science educators. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(26), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s43031-022-00066-x>
- Kurnianingsih, E., Prayitno, H. J., Mu'ti, A., Baidhaw, Z., & Jufriansah, A. (2026). Deep Learning as an Integrated Pedagogical Framework: Synthesizing Mindful, Meaningful, and Joyful Learning for Transformative Educational Experiences. *Journal of Deep Learning*, 2(2), 125–143. <https://doi.org/10.23917/jdl.v2i2.16008>
- Li, M.-M., & Tu, C.-C. (2024). Developing a Project-Based Learning Course Model Combined with the Think–Pair–Share Strategy to Enhance Creative Thinking Skills in Education Students. *Education Sciences*, 23(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/educsci14030233>
- Nandita, F. O. L., Hadaninggar, D. A., Ariyanti, R. E., Ambarwati, D., Salsabila, T. S., Zulmi, B., Ilyas, A. C. M. M., & Widagdo, A. (2026). The Relationship Between Humans and Technology: Society 5.0 & the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Human Interaction and Social Studies*, 1(2), 204–212. <https://doi.org/10.65310/6a3vay27>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning*. Battelle for Kids. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- Peraturan Menteri Pendidikan Dasar Dan Menengah Nomor 10 Tahun 2025 Tentang Standar Kompetensi Lulusan Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Dan Jenjang Pendidikan Menengah (2025).
- Peraturan Menteri Pendidikan Dasar Dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Nomor 12 Tahun 2024 Tentang Kurikulum Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, Dan J (2025).
- Pinar, F. I. L., Panergayo, A. A. E., Sagcal, R. R., Acut, D. P., Roleda, L. S., & Prudente, M. S. (2025). Fostering scientific creativity in science education through scientific problem-solving approaches and STEM contexts: a meta-analysis. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(18), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00137-9>
- Portillo-Blanco, A., Depre, H., Cock, M. De, Guisasola, J., & Zuza, K. (2024). A Systematic Literature Review of Integrated STEM Education: Uncovering Consensus and Diversity in Principles and Characteristics. *Educ. Sci*, 14(1028). <https://doi.org/10.3390/educsci14091028>
- Rohaemi, Al-Amini, M. F., Zohriah, A., & Firdaos, R. (2024). Theoretical Analysis of Management Functions in Educational Institutions. *JKPI: Jurnal Konseling Pendidikan Islam*, 5(2), 447–455. <https://doi.org/10.32806/jkpi.v5i2.168>
- Sedana, I. M. (2024). Ngaben Massal di Desa Panji Kabupaten Buleleng Dalam Perspektif Manajemen George R. Terry. *Jurnal Penelitian Agama Hindu*, 8(3), 375–389. <https://doi.org/10.37329/jpah.v8i3.3044>
- Steen, J. van der, Schilt-Mol, T. van, Vleuten, C. van der, & Brinke, D. J. (2025). Closing the design cycle: A conclusive set of design principles for formative assessment plans EDeR. *Educational Design Research*, 9(2), 1–29. <https://doi.org/10.15460/eder.9.2.2290>
- Svensäter, G., & Rohlin, M. (2022). Assessment model blending formative and summative assessments using the SOLO taxonomy. *European Journal of Dental Education*, 27(1), 149–157. <https://doi.org/10.1111/eje.12787>
- Wang, J., Ren, J., Chen, Y., Jiang, R., Xu, J., Ding, Y., & Gao, S. (2025). How Teacher-Related Factors Affect Students' Higher-Order Thinking in the Urban Science Classroom: Evidence Based on Structural Equation Modeling and fNIRS. *Education and Urban Society*, 58(1). <https://doi.org/10.1177/00131245251361114>

- Wijayanti, N., & Wicaksana, F. A. (2023). Implementasi Fungsi Manajemen George R Terry dalam Meningkatkan Mutu Lembaga Pendidikan. *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 3(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jcerdik.2023.003.01.04>
- Zarouk, M. Y., Olivera, E., Peres, P., & Khaldi, M. (2020). The Impact of Flipped Project-Based Learning on Self-Regulation in Higher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(17), 127–147. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i17.14135>
- Zhan, Z., He, L., & Zhong, X. (2024). How does problem-solving pedagogy affect creativity? A meta-analysis of empirical studies. *Front. Psychol*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1287082>