

Journal of Lesson Study and Teacher Education (JLSTE)

<http://journal.pwmjateng.com/index.php/jlste/index>

IMPLEMENTATION PROJECT BASED LEARNING - STEAM ON STUDENT'S CREATIVE THINKING SKILL IN INDONESIA: A BIBLIOMETRIC REVIEW

Azizah Nur Prasetyawati¹⁾, Andari Puji Astuti²⁾

^{1 2} Universitas Muhammadiyah Semarang

email: nurpazizah@gmail.com

Abstract

The education reform of the 21st century has led to changes in the learning process, both in models and approaches. One such change is the integration of project-based learning with STEAM, which has been widely implemented across various fields of study and has proven effective in enhancing 21st-century skills. This study aims to explore STEAM-integrated projects that can improve the creative thinking skills of students in Indonesia. The research method used is a bibliometric review. Data were obtained from the Scopus and Google Scholar databases. A total of 107 relevant articles were found using the selected keywords. The results showed that 6 articles discussed the research topic in Indonesia. It was proven that STEAM project-based learning can enhance creative thinking skills through themes related to environmental issues. However, further implementation is needed to make students more flexible in developing project ideas.

Keywords: Project, STEAM, Creative Thinking Skills

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk menguasai keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta kemampuan dalam memecahkan masalah, yang sangat penting untuk menghadapi tantangan global (Milla et al., 2019). Dalam konteks pendidikan di Indonesia, keterampilan ini menjadi krusial untuk mempersiapkan generasi yang mampu berkontribusi dalam berbagai bidang, termasuk sains dan teknologi (Milla et al., 2019). Tujuan utama pendidikan bukan hanya untuk mengajarkan pengetahuan dasar, tetapi juga untuk menggunakan keterampilan berpikir seperti keterampilan berpikir kreatif (Collins, 2019), keterampilan pemecahan masalah (Segal et al., 2014), kemampuan ilmiah dan teknologi karena keterampilan-keterampilan ini diperlukan untuk keberlanjutan dan pendidikan seumur hidup (Liliawati et al., 2020). Kemampuan berpikir kreatif memainkan peran penting dalam mempersiapkan individu yang produktif, inovatif, dan kreatif dalam kehidupan publik (Treffinger et al., 2002). Berpikir kreatif mencakup beberapa aspek, termasuk fleksibilitas, kelancaran, elaborasi, dan orisinalitas. Peserta didik kreatif mengeksplorasi hal-hal baru selama proses pembelajaran, dan kemampuan berpikir kreatif penting dalam memecahkan masalah sehari-hari. Berpikir kreatif membantu peserta didik belajar dengan lebih efektif, mengembangkan rasa percaya diri, dan menjadi pembelajar yang lebih bertanggung jawab. Untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah kreatif, keterampilan berpikir kreatif peserta didik, perlu adanya pengembangan sistem pendidikan (Pramashela et al., 2023).

Berdasarkan hasil PISA 2022 di Indonesia, hampir tidak ada peserta didik yang berprestasi dalam bidang sains, artinya mereka mahir di Level 5 atau 6 (rata-rata OECD: 7%). Menandakan peserta didik tidak dapat secara kreatif dan mandiri menerapkan pengetahuan tentang sains ke berbagai situasi, termasuk situasi yang jarang ditemui. Hal itu menunjukkan proses belajar peserta didik belum sepenuhnya mencakup keterampilan berpikir kritis,

evaluatif dan kreatif, namun hanya sebatas pemahaman konsep dan teori. Sehingga, belum menjadi sarana belajar yang memberdayakan kemampuan kritis dan kreatif peserta didik (OECD, 2022). Salah satu cara untuk mengembangkan kembali pendidikan yang ada di Indonesia adalah dengan perubahan kurikulum, yaitu kurikulum merdeka yang berisikan struktur kurikulum yang lebih fleksibel, fokus pada materi yang esensial, memberikan keleluasaan bagi guru menggunakan berbagai perangkat ajar sesuai kebutuhan dan karakteristik peserta didik, serta aplikasi yang menyediakan berbagai referensi bagi guru untuk terus mengembangkan praktik mengajar secara mandiri dan berbagi praktik baik lainnya (Kemendikbud, 2022b). Salah satu program Kurikulum Merdeka adalah Proyek Penguatan Profil Pancasila (P5), yaitu rangkaian kegiatan yang bermaksud untuk menanamkan nilai-nilai karakter pancasila kepada peserta didik. Melalui kegiatan ini, peserta didik diajak untuk menciptakan atau melaksanakan proyek-proyek yang mampu mengembangkan keterampilan dan potensi pribadi (Kemendikbud, 2022a; Nurjanah & Mustofa, 2024). Sebagai bagian dari upaya mendukung Kurikulum Merdeka, model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terintegrasi dengan pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics). Model PjBL memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk terlibat langsung dalam proyek nyata yang relevan dengan kehidupan mereka, sementara pendekatan STEAM mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika untuk menciptakan pembelajaran yang lebih holistik dan aplikatif (Amin, 2021).

Penerapan model PjBL dapat mewujudkan pembelajaran kelompok yang aktif sehingga dapat mengembangkan terhadap aspek prestasi dan hasil belajar peserta didik (Darmuki et al., 2023; Sari et al., 2023). Langkah-langkah pembelajaran PjBL menurut George Lucas tahun 2007 dalam penelitian Gunawan et al., (2017) menyebutkan 1) menyiapkan pertanyaan esensial, 2) merancang proyek, 3) membuat jadwal, 4) memantau kemajuan siswa, 5) menilai hasil. Pembelajaran berbasis PjBL - STEAM merupakan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dengan diberikan kebebasan mencari solusi dalam isu lingkungan (Maor et al., 2023; Sudarmin et al., 2023). Isu lingkungan dapat melibatkan siswa dalam mendapatkan pengetahuan yang lebih mendalam melalui eksplorasi aktif terhadap tantangan dunia nyata (Sumarni & Kadarwati, 2020). Ini membahas materi pembelajaran dengan lebih rinci untuk menghasilkan produk sebagai solusi untuk beberapa masalah dalam materi pembelajaran. Hal ini akan lebih baik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan kinerja ilmiah peserta didik (Suryandari et al., 2016; Zayyinah et al., 2022).

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Beberapa penerapan pembelajaran PjBL - STEAM untuk meningkatkan berpikir kreatif peserta didik banyak dilakukan di berbagai negara. Lou, (2017) dalam penelitiannya menyebutkan penerapan pembelajaran PjBL - STEAM dengan merancang kapal uap sesuai kreativitas siswa dengan menggunakan 5 tahapan, yaitu persiapan, pelaksanaan, presentasi, evaluasi, dan koreksi. Yun et al., (2022) menerapkan pembelajaran proyek dengan mengkombinasikan *Chinese paper cutting* dengan *BBC micro bit* berbasis program *software* yang meningkatkan kemampuan penalaran logis, mengembangkan kemampuan inovatif, dan mampu mengeksplorasi kreativitas siswa. Herawati, (2022) menerapkan PjBL - STEAM "Mini Imun Booster Digital Park Berbasis QR Kode berbantuan 4D frame pada siswa SMP. Dasuki et al., (2020) menerapkan model proyek dengan melibatkan pendekatan kelas yang dinamis, yang menekankan pada pembelajaran jangka panjang, kegiatan seni interdisipliner dan berpusat pada siswa. Wulandani & Putri, (2022) menerapkan strategi yang terdiri dari *reflection*, *discovery*, *application*, dan *communication* dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran proyek-STEAM.

Penelitian mengenai PjBL - STEAM telah banyak dilakukan diberbagai negara dengan tema dan proyek yang beragam, namun pengaruh pembelajaran PjBL-STEAM untuk meningkatkan berpikir kreatif di Indonesia masih sangat terbatas. Sebagaimana uraian di atas, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengeksplorasi penggunaan pembelajaran PjBL-STEAM yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa di Indonesia.

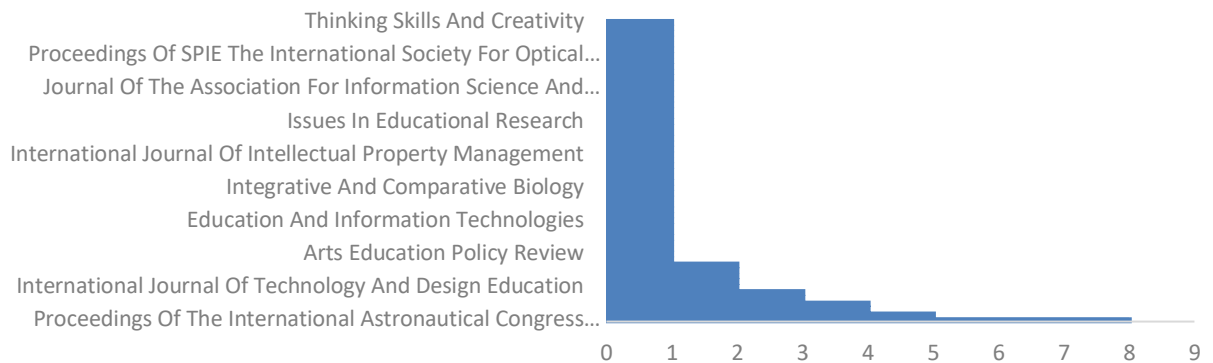
3. METODE PENELITIAN

Database scopus (www.scopus.com) dipilih untuk database pencarian artikel yang dipublikasikan dalam penelitian mengenai *project based learning* terintegrasi STEAM untuk meningkatkan berpikir kreatif. Untuk kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah (Project AND STEAM AND Creative). Pencarian dilakukan pada bulan Mei 2024 dan diperoleh 146 dokumen. Selanjutnya, kriteria berikut diterapkan tahun publikasi 2015-2024, jenis dokumen artikel dan conference paper, bahasa = *english*. Sebagai hasilnya, diperoleh 107 dari 146 dokumen.

4. HASIL PENELITIAN

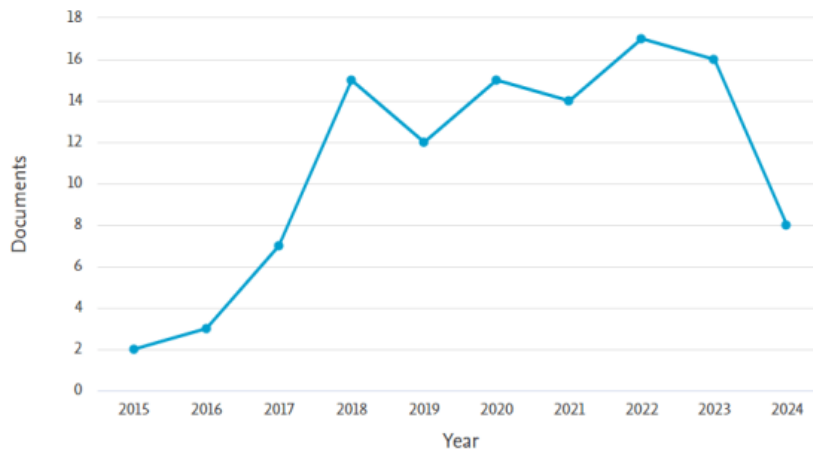
A. Ringkasan Data

Ditemukan 146 artikel penelitian dari tahun 2015 sampai tahun 2024, hanya 107 artikel yang masuk dalam kriteria penelitian. Distribusi publikasinya dapat ditampilkan pada **Gambar 1**, dimana publikasi yang paling banyak oleh *Proceedings Of The International Astronautical Congress Iac* dengan jumlah 8 artikel penelitian. Penelitian dalam publikasi tersebut membahas terkait pembelajaran proyek-STEAM dalam bidang luar angkasa. Ron et al., (2022) menyebutkan program pendidikan *ramon spacelab* yang berbasis penelitian, yang memberikan siswa kesempatan untuk mengembangkan dan merancang eksperimen yang diluncurkan dan dilakukan di Stasiun Luar Angkasa Internasional.



Gambar 1. Distribusi publikasi artikel

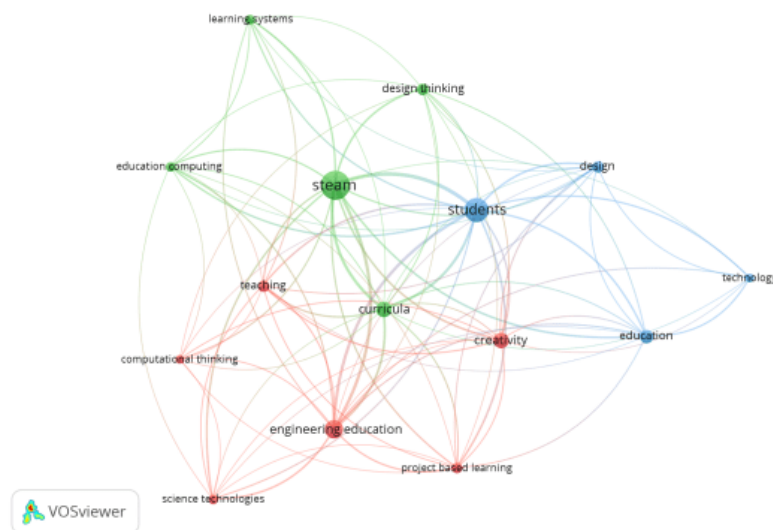
STEM adalah singkatan dari science, technology, engineering, dan mathematics. Istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh National Science Foundation (NSF) Amerika Serikat pada tahun 1990. Selanjutnya, *Rhode Island School of Design* menginisiasi dengan menambahkan Art ke dalam kerangka STEM menjadi STEAM. Berdasarkan **Gambar 2**, tren penelitian setiap tahunnya menunjukkan jumlah yang relatif sama, dengan publikasi paling banyak di tahun 2022 dengan jumlah 17 dari 107 artikel. Di Indonesia perkembangan STEAM dimulai pada tahun 2017, Hadinugrahaningsih et al., (2017) melakukan modifikasi pendekatan STEAM yang diintegrasikan melalui model pembelajaran berbasis proyek pada mata pelajaran kimia. Selanjutnya, Rahmawati et al., (2018) mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada siswa dengan menggunakan pendekatan STEAM berbasis proyek pada mata pelajaran kimia.



Gambar 2. Jumlah artikel yang diterbitkan pertahun

B. Analisis Bibliometrik

Analisa bibliometrik menggunakan aplikasi perangkat lunak VOSviewer yang memungkinkan peneliti menganalisa kejadian kemunculan kata kunci untuk membuat peta jaringan berdasarkan data yang didapat. Hasil penelusuran artikel pada scopus yang diekspor dalam format CSV, kemudian diinput dan dianalisis dengan menggunakan *software* VOSViewer. Hasilnya dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3 Visualisasi network peta perkembangan penelitian seputar Proyek-STEAM

Hal tersebut menunjukkan penelitian terkait pembelajaran PjBL-STEAM yang meningkatkan berpikir kreatif lebih terkonsentrasi pada topik-topik tersebut. Hasil visualisasi terdapat 3 kluster dari 15 item topik pada pemetaan tersebut, diantaranya:

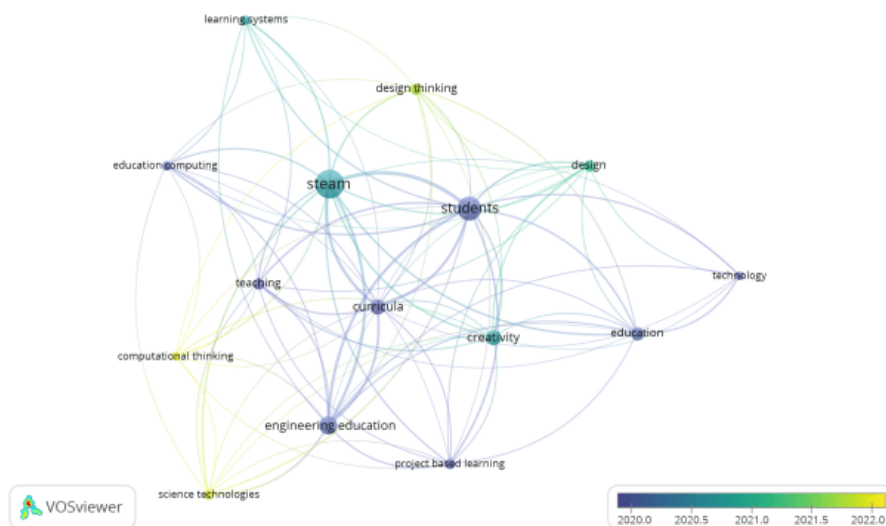
Kluster 1 (merah) : *computational thinking, creativity, engineering education, project based learning, science technologies, teaching.*

Kluster 2 (hijau) : *curricula, design thinking, education computing, learning systems, STEAM*

Kluster 3 (biru) : *design, education, students, technology.*

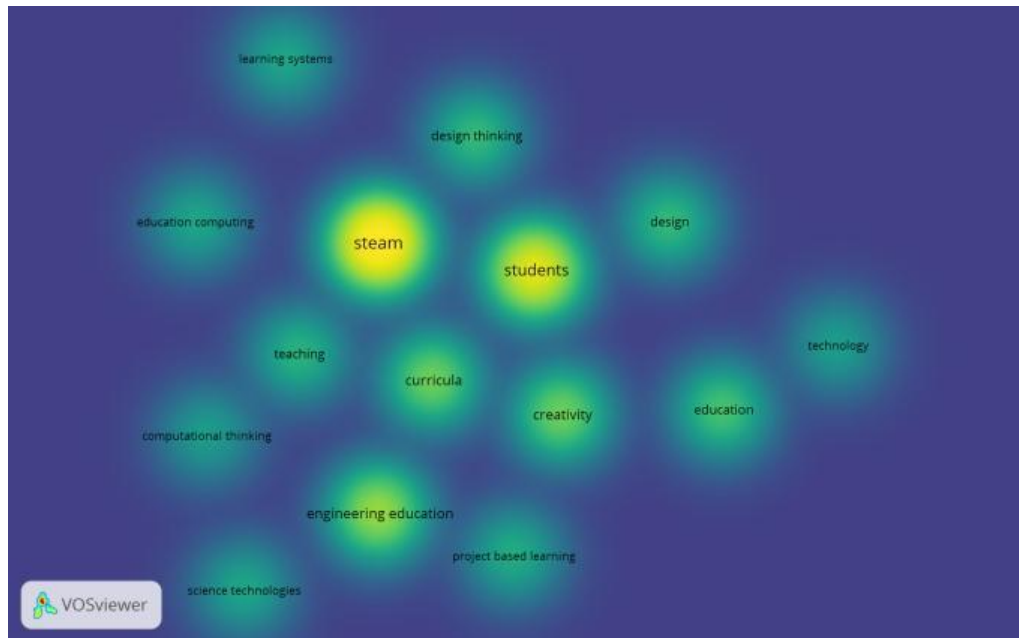
Dari **Gambar.3** dapat dilihat adanya koneksi antara topik STEAM, *Project based learning*, dan *creativity*. Koneksi tersebut menunjukkan adanya hubungan yang saling mempengaruhi. Salah satunya, pendekatan STEAM yang diintegrasikan ke dalam pembelajaran melalui proyek-proyek berkaitan, dan mampu menumbuhkan atau meningkatkan berpikir kreatif (Hadinugrahaningsih. 2017). Pada **Gambar 4**, menunjukkan visualisasi pergeseran tren topik penelitian dari tahun 2020 sampai tahun 2022, dengan pergeseran dari warna ungu ke warna

kuning. Tren penelitian tahun 2022 terfokus pada *design thinking*, *computational thinking*, dan *science technologies*. Sedangkan, kata kunci STEAM, *project based learning*, dan *creativity* menunjukkan tren penelitian paling tinggi di tahun 2020-2021. Adanya penelitian ini dimaksudkan untuk menghadapi masa depan yang penuh ketidakpastian dengan berbagai masalah global seperti bencana alam dan keadaan darurat medis, sehingga sangat penting untuk mengembangkan tenaga profesional yang memiliki keterampilan memecahkan masalah dan kreativitas serta dapat membentuk pola pikir yang kuat dan tangguh (Del Valle-Morales et al., 2020). Penelitian Hu et al., (2020) menunjukkan bahwa pendidikan STEAM yang berfokus pada pemecahan masalah dan proyek nyata, serta mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan melatih keterampilan, memungkinkan siswa untuk belajar lebih mendalam. Pendekatan ini, yang menekankan pada pemikiran desain yang kreatif dan generatif, terbukti sebagai metode pembelajaran yang efisien dan efektif dalam menghadapi permasalahan kompleks.



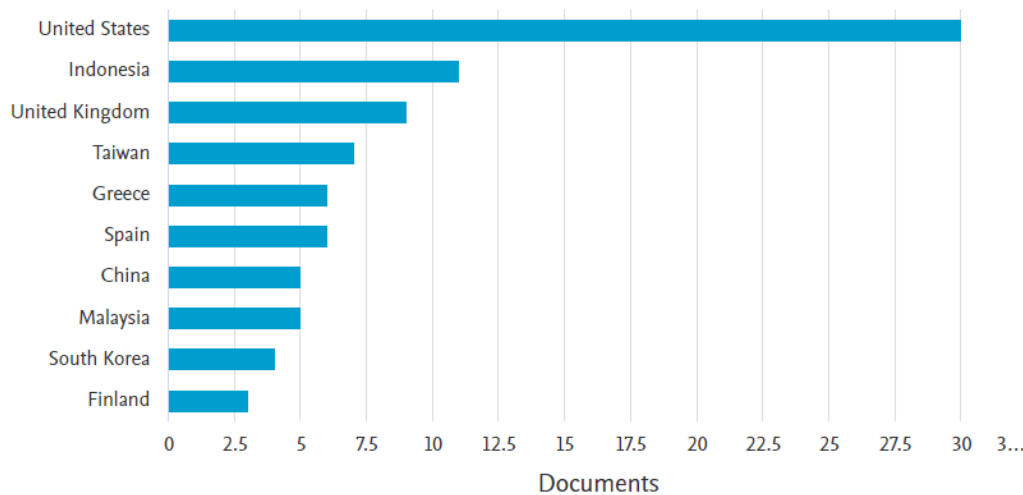
Gambar 4 Visualisasi Overlay

Pada **Gambar 5**. Menunjukkan visualisasi bobot pada tiap topik, semakin terang warna kuningnya, menunjukkan penelitian pada topik tersebut telah sering dilakukan oleh para peneliti dari berbagai dunia, seperti topik: STEAM dan *engineering education*. Sedangkan, pada topik *project based learning* dan *creativity* masih sangat jarang dilakukan penelitian pada 10 tahun terakhir.



Gambar 5 Visualisasi density

Berdasarkan **Gambar 6**, menunjukkan negara yang mempublikasikan penelitian pada topik pembelajaran PjBL-STEAM yang meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. Negara yang paling banyak melakukan penelitian di topik ini adalah United States yang berjumlah 30 lalu, diikuti Indonesia berjumlah 11 artikel.



Gambar 6 Data Publikasi Negara

C. Implementasi Project-STEAM di Indonesia

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk mengeksplorasi implementasi pembelajaran PjBL-STEAM yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik di Indonesia. Terdapat 6 dari 107 artikel yang menyampaikan pembahasan mengenai implementasi PjBL-STEAM di Indonesia. Hasanah et al., (2023) menyebutkan proyek terintegrasi STEM yang dilakukan adalah dengan membuat prototype produk rekayasa sederhana berupa termos dan mesin uap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PjBL-STEM memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan berpikir kreatif siswa. Namun setelah pembelajaran siswa masih kesulitan berpikir fleksibel tentang mengemukakan ide-ide teknologi tentang topik yang digunakan. Berpikir fleksibel adalah kemampuan untuk beradaptasi dan melihat masalah dari berbagai sudut pandang. Dalam konteks Kurikulum

Merdeka, berpikir fleksibel sangat berpengaruh dalam mendorong pembelajaran yang lebih personal, interdisipliner, dan berbasis proyek (Fadhlurrahman & Nursangaji, 2023).

Penelitian Pramashela & Suwono, (2023) menerapkan pembelajaran design thinking berbasis STEAM pada proyek ethical. Siswa membuat cerita terkait permasalahan yang diangkat melalui artikel dan video pada tahap pendefinisian. Cerita terkait etika yang telah dibuat akan diintegrasikan dengan prototype yang akan dibuat sebagai bentuk solusi. Pada materi Virus, siswa membuat proyek yang membantu siswa mencegah masuknya virus atau menjaga kesehatan siswa di masa pandemi. Selanjutnya pada topik Ekosistem, siswa membuat proyek yang berkaitan dengan menjaga ekosistem dalam tubuh manusia. Hasilnya, metode PjBL-STEAM mampu mengembangkan cara berpikir siswa melalui kreasi baru karena berfokus pada aktivitas persepsi dan praktik. Metode ini memungkinkan siswa untuk menjelajahi perencanaan kegiatan belajar, melaksanakan proyek kolaboratif, dan pada akhirnya menciptakan produk yang meningkatkan hasil belajar serta keterampilan berpikir kreatif.

Penelitian yang dilakukan Ananda et al., (2023) menerapkan pembelajaran PjBL-STEAM dengan menciptakan solusi berbasis proyek dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual terkait reaksi redoks pencemaran air di Sungai Ciujung akibat penggunaan limbah deterjen. Tema yang dipilih dalam penelitian ini berbasis masalah konteks dalam kehidupan sehari-hari yang penting bagi kemajuan pembelajaran kimia yang mempelajari konsep dan aplikasi dunia nyata (Domenici, 2022). Kegiatan pembelajaran proyek-STEAM memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti observasi, analisis pemecahan masalah, dan komunikasi, serta kemampuan berpikir yang merupakan bagian dari proses ilmiah, proses pemecahan masalah melalui interpretasi dan penalaran kreatif merupakan salah satu kategori dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Yildiz & Yildiz, 2021). Namun, keterampilan ini dalam Interpretasi Kreatif dan Penalaran masih perlu diajarkan agar siswa dapat lebih kritis dalam memilih dan mengolah informasi, dan lebih tepat dalam menghasilkan kesimpulan dengan mengembangkan ide kreatif.

Mardiah et al., (2022) penelitian ini menunjukkan aktivitas siswa dalam isu kontekstual terkait kenaikan suhu di Jakarta dan menghasilkan solusi unik dan kreatif yang berupa sebuah proyek. Penggunaan isu kontekstual dalam kimia menyoroti relevansi konten ke kehidupan nyata dan mendorong motivasi untuk mencari solusi (Suryawati & Osman, 2018), memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, dan meningkatkannya sikap pembelajar yang positif melalui pembelajaran sosial (Andina et al., 2020).

Hadinugrahaningsih et al., (2017) memberikan kegiatan pembelajaran yang berbasis proyek dengan tema pengaruh pH larutan untuk uji ketahanan makhluk hidup. Hasilnya menunjukkan bahwa pemikiran kritis dan kreatif, keterampilan pemecahan masalah, keterampilan kolaborasi dan argumentasi, kepemimpinan dan tanggung jawab, informasi dan keterampilan literasi siswa telah berkembang. Pembelajaran Berbasis Proyek-STEAM membantu siswa untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan dengan bekerja dalam jangka waktu yang lama untuk menyelidiki dan menanggapi pertanyaan yang otentik, pertanyaan, masalah, atau tantangan yang menarik dan kompleks. Integrasi pembelajaran STEAM akan mengarahkan siswa untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, berpikir kritis, dan keterampilan kolaboratif (Meissier, 2015). Pendekatan ini telah membantu siswa dalam menemukan cara memecahkan masalah, karena siswa menggunakan pengetahuannya untuk memecahkan masalah tersebut berhubungan dengan lingkungannya, termasuk memecahkan masalah lingkungan (Jeon & Lee, 2014). Karena itu, Pendekatan STEAM dapat melibatkan siswa dalam mengembangkan pemikiran kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas.

Penelitian yang dilakukan Diawati et al., (2017) menerapkan pembelajaran proyek untuk mengetahui kemampuan siswa dalam memodifikasi alat destilasi uap. Siswa membangun pengetahuan mereka tentang perubahan fase, campuran yang tidak dapat bercampur, dan hubungan antara tekanan uap dan titik didih untuk menyelesaikan proyek modifikasi alat destilasi uap. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa telah berhasil membuat alat penyulingan uap dengan menggunakan ketel plastik sebagai pembangkit uap dan labu destilasi. Tabung plastik digunakan untuk mengalirkan uap air dari pembangkit uap ke labu destilasi dan

mengalirkan uap mengandung minyak atsiri ke kondensor. Sepanjang proyek, siswa merumuskan hal-hal yang relevan dan bervariasi permasalahan, merumuskan tujuan, mengajukan ide alat dan bahan, menggambar rancangan alat, membangun aparatur, menguji aparatur, mengevaluasi, dan melaporkan proyek. Produk yang dihasilkan oleh siswa digolongkan ke dalam tingkatan ketiga, yaitu berpikir kreatif inventif (Piaw, 2010).

5. SIMPULAN

Penelitian PjBL-STEAM yang dilakukan di Indonesia umumnya berkategori kontekstual atau relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Pembelajaran tersebut disimpulkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir kreatif pada siswa. Namun, masih perlu sering diterapkan dalam proses pembelajaran, agar terlatih dalam berpikir kreatif dan ide yang disampaikan fleksibel dan tidak terlalu monoton.

6. REFERENSI

- Amin, N. I. (2021). *The Effectiveness of Integrated Project-Based Learning (PjBL) Model with STEAM in Learning Mathematics*. 611(ICoESM), 278–282.
- Ananda, L. R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 352–367.
- Andina, R. E., Rahmawati, Y., & Budi, S. (2020). Improved learning designs for shaping Indonesia ' s future science teachers applied in a nanoscience project Improved learning designs for shaping Indonesia ' s future science teachers applied in a nanoscience project. *Issues in Educational Research*, 29(4), 997–1015.
- Collins, H. (2019). *Creative Research: The Theory and Practice of Research for the Creative Industries* (Second). Bloomsbury.
- Darmuki, A., Nugrahani, F., Fathurohman, I., Kanzunnudin, M., & Hidayati, N. A. (2023). The Impact of Inquiry Collaboration Project Based Learning Model of Indonesian Language Course Achievement. *International Journal of Instruction*, 16(2), 247–266.
- Dasuki, A., Hawari, M., Iryani, A., & Noor, M. (2020). Project Based Learning Pedagogical Design in STEAM Art Education. *Asian Journal of University Education (AJUE)*, 16(3).
- Del Valle-Morales, A., Aponte-Lugo, A., Torres-Rodríguez, J., & Ortiz-Rivera, E. I. (2020). Use of Emerging Conductive Materials for K-12 STEAM Outreach Activities and the Impact on Community Education Resilience. *IEEE*, 140–146.
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. (2017). Students' construction of a simple steam distillation apparatus and development of creative thinking skills: A project-based learning. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.4983934>
- Domenici, V. (2022). STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers. *Education Sciences*, 12.
- Fadhlurrahman, F., & Nursangaji, A. (2023). Kemampuan berpikir fleksibel siswa kelas viii pada materi sistem persamaan linier dua variabel dikaji berdasarkan habits of mind. *Jurnal AlphaEuclidEdu*, 4(1), 137–152.
- Gunawan, Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. M. Y. (2017). The effect of project based learning with virtual media assistance on student's creativity in physics. *Cakrawala Pendidikan*, 167–179.
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2017). Developing 21st century skills in chemistry classrooms: Opportunities and challenges of STEAM integration. *AIP Conference Proceedings*, 030008.

<https://doi.org/10.1063/1.4995107>

- Hasanah, S., Parno, P., Ali, M., Hidayat, A., Supriana, E., Yuliati, L., & Latifah, E. (2023). Building Students' Creative Thinking Ability Through STEM Integrated Project-Based Learning with Formative Assessment on Thermodynamics Topics. *AIP Conference Proceedings*.
- Herawati, E. (2022). Penerapan steam project based learning "taman mini imun booster digital berbasis qr code berbantuan 4dframe." *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(3), 1139–1156. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i3.679>
- Hu, H., Li, Y., Yang, Y., Su, Y., & Du, S. (2020). The relationship between STEAM instruction, design thinking and deeper learning. *International Journal of Engineering Education*, 1448–1460.
- Jeon, S., & Lee, Y. (2014). A study of STEAM Education based on Art with Scratch2.0. *Proceedings of SITE 2014--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 102–105.
- Kemendikbud. (2022a). *Dimensi , Elemen , dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila Pada Kurikulum Merdeka*.
- Kemendikbud. (2022b). *Kurikulum Merdeka Ciptakan Kreativitas dan Fleksibilitas Bagi Guru*. Kemendikbud.
- Liliawati, W., Rusnayati, H., Natalya, E., Rahmawati, Y., & Erdawati, E. (2020). *Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning* *Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>
- Lou, S. (2017). *A Study of Creativity in CaC 2 Steamship-derived STEM Project-based Learning*. 8223(6), 2387–2404. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01231a>
- Maor, R., Paz-baruch, N., Grinshpan, N., & Milman, A. (2023). *Relationships between metacognition , creativity , and critical thinking in self-reported teaching performances in project-based learning settings*. 50(June 2022), 1–13.
- Mardiah, A., Rahmawati, Y., & Hadiana, D. (2022). Transferable skills for pre-service chemistry teachers in Indonesia : Applying a design thinking-STEAM-PjBL model. *Issues in Educational Research*, 32(4), 1509–1529.
- Meissier, N. (2015). *The how's and why's of going "full steam ahead in your classroom*. Steamedu.
- Milla, D., A.W, J., & H, S. (2019). The effectiveness pf project-based learning for biology class in developing the science processing skills and creativity of high school students. *Unnes Science Education Journal*, 8(1), 25–30.
- Nurjanah, E. A., & Mustofa, R. H. (2024). Transformasi Pendidikan : Menganalisis Pelaksanaan Implementasi Kurikulum Merdeka pada 3 SMA Penggerak di Jawa Tengah. *Jurnal Kependidikan*, 13(1), 69–86.
- OECD. (2022). *PISA 2022 Results: Vol. I*.
- Piaw, C. Y. (2010). Building a test to assess creative and critical thinking simultaneously. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 551–559. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.062>
- Pramashela, A. D., & Suwono, H. (2023). The implementation of science , technology , engineering , arts and mathematics (STEAM) based design thinking in the ethical dilemma story project to improve student ' s creative thinking and learning outcomes. *AIP Conference Proceedings*, 020001.
- Pramashela, A. D., Suwono, H., & Wulanningsih, U. A. (2023). The Influence of Project-based Learning Integrated STEAM on the Creative Thinking Skills. *Bioedukasi*, 21(2), 138–143. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v21i2.39737>

- Rahmawati, Y., Ridwan, A., Hadinugrahaningsih, T., & Soeprijanto. (2018). Developing critical and creative thinking skills through STEAM integration in chemistry learning. *International Conference of Chemistry*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012033>
- Ron, L., Oryan, D., Livne, R., & Maman, S. (2022). THERE IS NO “I” IN SPACE: INTEGRATION OF PBL AND SEL IN THE RAMON SPACELAB. *Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC*.
- Sari, A. M., Suryana, D., Bentri, A., & Ridwan. (2023). Efektifitas Model Project Based Learning (PjBL) dalam Implementasi Kurikulum Merdeka di Taman Kanak-Kanak. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 432–440.
- Segal, J. W., Chipman, S. F., & Glaser, R. (2014). *Thinking and Learning Skills: Relating Instruction to Research*. Routledge.
- Sudarmin, Pujiastuti, S. E., Asyhar, R., Prasetya, A. T., Diliarosta, S., & Ariyatun. (2023). Chemistry project-based learning for secondary metabolite course with ethno-stem approach to improve students’ conservation and entrepreneurial character IN. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 393–409.
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-stem project-based learning : its impact to critical. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Suryandari, K. C., Sajidan, Rahardjo, S. B., Prasetyo, Z. K., & Fatimah, S. (2016). Project-based science learning and pre-service teachers’ science literacy skill and creative thinking. *Cakrawala*, 345–355.
- Suryawati, E., & Osman, K. (2018). Contextual Learning : Innovative Approach towards the Development of Students ’ Scientific Attitude and Natural Science Performance. *EURASIA*, 14(1), 61–76. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79329>
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Selby, E. C., & Shepardson, C. (2002). *Assessing Creativity: A Guide for Educators* (Issue December). The National Research Center on the Gifted and Talented.
- Wulandani, C., & Putri, M. A. (2022). Implementing Project-Based Steam Instructional Approach in Early Childhood Education in 5 . 0 Industrial Revolution Era. *Indonesian Journal of Early Childhood Education Research*, 1(1), 29–37. <https://doi.org/10.31958/ijecer.v1i1.5819>
- Yildiz, C., & Yildiz, T. G. (2021). Exploring the relationship between creative thinking and scientific process skills of preschool children. *Thinking Skills and Creativity*, 39(December 2020), 100795. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100795>
- Yun, S., Chih, L., Lo, C., & Yu, J. (2022). Project - based learning oriented STEAM : the case of micro – bit paper - cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2553–2575. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09714-1>
- Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z. A. I., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022). STEAM-Integrated Project Based Learning Models : Alternative to Improve 21st Century Skills. 627, 251–258.