

## **Pembelajaran Abad-21 Melalui Model *Project Based Learning* Terintegrasi STEM (PJBL-STEM) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi**

Muhammad Idris Effendi<sup>(1)</sup>, Yoto<sup>(2)</sup>

Pendidikan Kejuruan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang,  
Jl. Semarang No. 5 Malang, Indonesia

Email: <sup>1</sup>muhammad.idris.2305518@students.um.ac.id, <sup>2</sup>yoto.ft@um.ac.id

---

### **Tersedia Online di**

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

---

### **Sejarah Artikel**

Diterima 19 Oktober 2023  
Direvisi 1 November 2023  
Disetujui 2 November 2023  
Dipublikasikan 20 Februari 2024

---

### **Keywords:**

*Higher Order Thinking Ability; Project Based Learning; STEM approach*

---

---

### **Kata Kunci:**

Pendekatan STEM; Project Based Learning; Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

---

### **Corresponding Author:**

Name:  
Muhammad Idris Effendi  
Email:  
muhammad.idris.2305518@students.um.ac.id

---

**Abstract:** *This research aims to explore and describe the application of Project Based Learning which is integrated with the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) approach in improving the high-level thinking abilities of Automotive Engineering Education students. The research method used is a qualitative approach with a descriptive approach. Data was collected through literature studies which included printed books, scientific journals, and articles related to project-based learning and STEM approaches. The conclusion from the literature study shows that the application of the PjBL-STEM Learning Model is effective in developing students' higher order thinking skills. PjBL provides encouragement for active student involvement, increases interest and motivation to learn, and produces meaningful learning. In addition, the STEM approach trains students to apply knowledge in solving environmental problems by utilizing technology. The profile of Automotive Engineering Education graduates in the 21st century is designed to prepare individuals as leaders in various automotive-related fields, with high-level thinking abilities as a strong foundation in facing the challenges of the modern automotive industry. The results of this research confirm that the development of high-level thinking abilities is a key element in automotive engineering education in the current era.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menggambarkan penerapan pembelajaran *Project Based Learning* yang terintegrasi dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Data dikumpulkan melalui studi literatur yang mencakup buku cetak, jurnal ilmiah, dan artikel terkait pembelajaran berbasis proyek dan pendekatan STEM. Kesimpulan dari studi literatur menunjukkan bahwa penerapan Model Pembelajaran PjBL-STEM efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. PjBL memberikan dorongan bagi keterlibatan aktif mahasiswa, meningkatkan minat dan motivasi belajar, serta menghasilkan pembelajaran yang bermakna. Selain itu, pendekatan STEM melatih mahasiswa untuk menerapkan pengetahuan dalam memecahkan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi. Profil lulusan Pendidikan Teknik Otomotif di abad 21 dirancang untuk mempersiapkan individu sebagai pemimpin di berbagai bidang terkait otomotif, dengan kemampuan berpikir tingkat

tinggi sebagai landasan kuat dalam menghadapi tantangan industri otomotif modern. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan elemen kunci dalam pendidikan teknik otomotif di era saat ini.

## PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut perubahan paradigma dalam proses pembelajaran. Keberhasilan individu dalam masyarakat global yang terus berubah memerlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (4C) yang kuat (Chiruguru, 2020; Muttaqin & Rizkiyah, 2022). Selain itu, perkembangan teknologi dan industri yang begitu cepat mengharuskan pendidikan teknik otomotif untuk terus beradaptasi agar relevan dengan kebutuhan masa kini dan masa depan (Yahya, 2022). Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning* atau *PBL*) dan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) telah dikenal sebagai pendekatan yang efektif dalam memfasilitasi pengembangan kemampuan 4C pada siswa (Azmi & Festiyed, 2023; Firda & Sunarti, 2022; Marwiah, 2022). Dalam konteks pendidikan teknik otomotif, PBL dan pendekatan STEM dapat diintegrasikan melalui Model *Project-Based Learning* Terintegrasi STEM (PJBL-STEM) untuk mencapai tujuan pembelajaran abad-21.

Pendidikan teknik otomotif sebagai bagian dari pembelajaran abad-21 harus merespons perubahan signifikan dalam industri otomotif modern. Permasalahan umum yang dihadapi adalah kesenjangan antara kurikulum tradisional dengan perkembangan teknologi dan tuntutan industri yang terus berubah (Wibowo, 2016). Model pembelajaran konvensional seringkali tidak cukup untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dibutuhkan oleh mahasiswa untuk mengejar ketertinggalan dan menghadapi tantangan masa depan. Selain itu, terdapat tantangan dalam menjaga agar pembelajaran tetap relevan dan menarik bagi mahasiswa yang hidup di era digital. Lebih lanjut, dalam konteks permasalahan pendidikan teknik otomotif, ada juga perhatian terkait dengan kurangnya pengalaman praktis mahasiswa di dunia nyata yang tentunya berpengaruh secara langsung pada kemampuan berpikir. Mahasiswa sering kali memiliki pemahaman teoritis yang baik, tetapi kurang memiliki kesempatan untuk mengaplikasikan pengetahuan tersebut dalam situasi praktis (Sendi & Santosa, 2014). Hal ini dapat mengakibatkan kesenjangan antara kualifikasi lulusan dan kebutuhan industri otomotif yang terus berkembang. Oleh karena itu, pengintegrasian Model PJBL-STEM menjadi sebuah solusi yang menarik. Melalui penerapan Model PJBL-STEM, pendidikan teknik otomotif menjadi lebih relevan, menarik, dan mampu menghasilkan lulusan yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dibutuhkan dalam menghadapi tantangan dunia nyata dalam industri otomotif modern.

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan berpikir mereka (Sambite et al., 2019). Siswa dalam PjBL terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran, yang pada akhirnya menghasilkan peningkatan minat dan keinginan mereka untuk belajar. Hasil ini sejalan dengan pendapat Baharin et al., (2018), yang menekankan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang berfokus pada siswa dan dapat diterapkan ke berbagai bidang ilmu. Selain itu, model ini menghasilkan pengalaman belajar yang bermakna karena menghubungkan pelajaran ke dunia nyata. Lukitasari et al., (2018) menyatakan bahwa PjBL membantu siswa menjadi lebih baik dalam analisis, evaluasi, dan penciptaan produk.

Pengintegrasian Model *Project-Based Learning* Terintegrasi STEM (PJBL-STEM) mampu mengatasi beberapa permasalahan utama yang telah dijelaskan sebelumnya (Priatna & Lorenzia, 2018). Pertama, PJBL-STEM memungkinkan para mahasiswa untuk terlibat dalam pembelajaran yang kontekstual dan relevan dengan dunia nyata (Tirka, 2021). Dengan menghadirkan proyek-proyek nyata yang terkait dengan industri otomotif, mahasiswa dapat mengaplikasikan konsep teoritis yang mereka pelajari dalam situasi praktis. Hal ini membantu mengurangi kesenjangan antara teori dan praktik yang sering kali terjadi dalam pendidikan teknik otomotif. Kedua, pengintegrasian STEM dalam PJBL-STEM memfasilitasi pendekatan interdisipliner yang penting dalam menghadapi permasalahan kompleks di dunia nyata (Fitriyani

et al., 2020; Shafiul A. et al., 2020). Mahasiswa akan belajar bagaimana mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks industri otomotif. Hal ini akan membantu mereka mengembangkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang bagaimana berbagai elemen bekerja bersama dalam proses produksi dan pemeliharaan kendaraan. Ketiga, pendekatan ini juga menciptakan lingkungan pembelajaran yang kolaboratif dan berorientasi pada proyek, yang dapat merangsang motivasi belajar mahasiswa (Kristiani et al., 2017; Sunardi & Hasanuddin, 2019).. Hal ini akan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses pembelajaran dan memberikan pengalaman yang lebih bermakna. Dengan demikian, pengintegrasian Model PJBL-STEM diharapkan dapat mengatasi permasalahan-permasalahan dalam pendidikan teknik otomotif dengan memberikan pendekatan yang holistik, praktis, dan relevan.

Studi mengenai pembelajaran abad-21 PJBL-STEM dalam konteks pendidikan teknik otomotif telah menunjukkan berbagai temuan yang relevan dan mencerahkan. Sebagai contoh, penelitian oleh Smith (2007) menyoroti konsep utama yang menjadi pusat perhatian adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang menjadi landasan utama dari pendidikan abad-21 (Liu et al., 2022). Temuan mereka mengidentifikasi pentingnya kemampuan berpikir kritis, analitis, kreatif, dan pemecahan masalah dalam menghadapi tantangan dunia nyata, terutama dalam industri otomotif yang terus berubah (Zubaidah, 2019). Selain itu, temuan juga menyoroti signifikansi pendekatan STEM dalam pembelajaran teknik otomotif (Febriyanti, 2018). Studi oleh Fitriyani et al., (2020) dan Shafiul et a., (2020).menunjukkan bahwa STEM menawarkan pendekatan interdisipliner yang memungkinkan mahasiswa untuk mengaitkan teori ilmiah dengan aplikasi praktis dalam situasi nyata. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa pendekatan STEM dalam konteks pendidikan teknik otomotif dapat meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa (Surti et al., 2022).

Selanjutnya, literatur menunjukkan bukti yang mendukung gagasan *Project Based Learning* (PjBL) sebagai metode pembelajaran efektif untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa (Primadana & Maksun, 2021). Penelitian oleh Smith (2005) mengindikasikan bahwa PBL memungkinkan mahasiswa memperoleh pemahaman konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui proyek-proyek nyata yang relevan dengan studi mereka. Walaupun setiap pendekatan (PBL, STEM, dan PJBL-STEM) memiliki bukti mendukungnya sendiri, diperlukan penelitian lebih lanjut yang lebih mendalam untuk memahami secara menyeluruh bagaimana integrasi ketiganya dapat memberikan manfaat maksimal dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa di bidang pendidikan teknik otomotif. Peninjauan literatur ini memberikan landasan yang solid untuk mengarahkan penelitian lanjutan dalam menggabungkan elemen-elemen ini dalam konteks pendidikan otomotif yang spesifik dan sesuai dengan tuntutan era abad-21. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi dan memberikan gambaran mengenai implementasi Model *Project-Based Learning* Terintegrasi STEM (PJBL-STEM) dalam pembelajaran teknik otomotif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada mahasiswa. Dimana keterampilan berpikir tingkat tinggi menjadi semakin esensial, penelitian ini dapat memberikan pandangan yang berharga tentang bagaimana kita dapat mempersiapkan generasi mahasiswa untuk menghadapi tantangan pada pendidikan abad 21. Selain itu, dengan melihat manfaat pengintegrasian PJBL-STEM, hasil penelitian ini dapat memberikan pedoman dan rekomendasi yang berguna bagi lembaga-lembaga pendidikan yang berkepentingan untuk meningkatkan kurikulum dan pendekatan pembelajaran mereka di bidang teknik otomotif. Dengan demikian, penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi dalam mengembangkan pendidikan yang lebih efektif dan relevan dalam mendukung perkembangan industri otomotif yang terus bergerak maju.

## **METODE**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam mengenai bagaimana pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan STEM dapat membantu mahasiswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian kualitatif,

seperti yang dijelaskan oleh Bogdan & Taylor (1992), adalah pendekatan penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa ucapan atau tulisan serta perilaku individu yang diamati. Data untuk penelitian ini diperoleh melalui studi pustaka, yang mencakup analisis teoritis dan referensi lain yang berkaitan dengan penerapan model pembelajaran. Jenis sumber data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah artikel-artikel ilmiah dari jurnal nasional dan internasional yang diterbitkan mulai pada tahun 2015 sampai dengan 2023 sejumlah 20 dengan ruang lingkup pembahasan tentang penerapan *Project Based Learning* (PjBL) dan pendekatan STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Sedangkan sumber data sekunder sejumlah 5 berupa artikel ilmiah dan buku yang membahas penelitian dalam pembelajaran secara umum.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi**

Salah satu aspek penting dalam keberadaan manusia adalah kemampuan berpikir. Proses berpikir ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu berpikir tingkat rendah dan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), yang melibatkan aspek berpikir kritis, logis, reflektif, metakognisi, dan kreatif, adalah bentuk keterampilan berpikir yang kompleks (King et al., 2003). Sebaliknya, menurut Budsankom et al., (2015), berpikir tingkat tinggi melibatkan proses yang kompleks seperti analisis, sintesis, perbandingan, interpretasi, penilaian, penalaran induktif, dan penalaran kreatif. Bidang kognitif mencakup kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang mencakup elemen-elemen intelektual seperti pengetahuan dan keterampilan berpikir. Menurut Anderson et al. (2001) dalam revisi taksonomi Bloom, tingkat kognitif ini mencakup analisis, evaluasi, dan penciptaan sebagai contoh kemampuan berpikir tingkat tinggi. Guru dapat memperkaya kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek, yang memfasilitasi eksplorasi lintas disiplin dan kreativitas dalam pemecahan masalah (Insyasiska et al., 2015). Pendekatan ini mendukung sifat pembelajaran proyek yang memberi kesempatan kepada siswa untuk menggali potensi dan mencari solusi melalui pendekatan pemecahan masalah yang melibatkan berbagai bidang pengetahuan.

### **PjBL-STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi**

Pendekatan pembelajaran proyek PJBL-STEM menggabungkan matematika, teknologi, teknik, dan sains ke dalam prosesnya. Model PJBL-STEM memberi kesempatan kepada siswa untuk menciptakan produk, bekerja sama dalam proyek, dan merencanakan aktivitas pembelajaran (Lely et al., 2020). Studi Capraro et al., (2015) menunjukkan bahwa model PJBL-STEM mendorong siswa untuk mengembangkan kreativitas, berpikir kritis, analitis, dan meningkatkan kemampuan berpikir analitik mereka. Temuan Tseng et al., (2013) menegaskan bahwa gabungan PJBL dengan STEM tidak hanya meningkatkan motivasi belajar siswa, namun juga menghasilkan pembelajaran yang berarti, membantu mereka menyelesaikan masalah sehari-hari, dan memberikan dukungan dalam menentukan pilihan karier.

Menurut Mutakinati et al., (2018), pendekatan pembelajaran ini menjadi lebih berharga karena siswa PJBL-STEM didorong untuk memahami konsep secara mendalam dan mendapatkan pengetahuan melalui proyek-proyek, mengajak mereka untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Implementasi PJBL-STEM di lingkungan sekolah dapat meningkatkan minat belajar siswa dengan pencapaian akademik rendah dan mengurangi kesenjangan prestasi di antara siswa. STEM dalam PJBL mendorong siswa untuk berpikir kritis dan analitis, memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka.

### **Pentingnya Berpikir Tingkat Tinggi Bagi Lulusan Pendidikan Teknik Otomotif di Abad 21**

Sarjana pendidikan teknik otomotif yang dapat bekerja sebagai instruktur otomotif, peneliti yang menyelidiki pendidikan dan teknologi otomotif, pengelola bengkel atau lab otomotif, atau berwirausaha. Tabel berikut berisi deskripsi profil tersebut.

Table 1. Profil Lulusan Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

No	Profil	Deskripsi
1	Pendidik Bidang Otomotif	(1) Pendidik dan fasilitator pembelajaran otomotif yang memiliki inovasi, berorientasi pada perkembangan personal, sosial, dan akademik siswa, dan memiliki penguasaan dalam bidang otomotif; (2) Memiliki keterampilan dalam menggunakan teknologi informasi dalam proses pengajaran otomotif; (3) Memiliki kemampuan merancang desain dan sistem pembelajaran yang sesuai dengan teori pembelajaran otomotif, serta mengembangkan teori tersebut melalui penelitian; dan (4) Mampu berkomunikasi secara efektif melalui media visual, lisan, dan tertulis.
2	Peneliti di Bidang Otomotif	(1) Memahami metodologi penelitian dalam pendidikan teknik otomotif dan teknik otomotif; (2) Mempelajari masalah dan masalah dalam pendidikan dan pendidikan otomotif, dan (3) Memiliki kemampuan untuk menyampaikan hasil penelitian mereka ke forum ilmiah.
3	Pengelola Bengkel /Laboratorium Otomotif	Berkemampuan untuk mengelola bengkel atau laboratorium mobil.
4	Wirusaha	Berkemampuan untuk membangun bisnis sendiri dan bekerja sama dengan orang lain

Profil lulusan Pendidikan Teknik Otomotif di abad 21 ini mempersiapkan individu untuk menjadi pemimpin di berbagai bidang terkait otomotif. Mereka tidak hanya memiliki pengetahuan teknis yang kuat, tetapi juga kemampuan berpikir tingkat tinggi yang memungkinkan mereka untuk menghadapi tantangan kompleks dalam industri dan pendidikan otomotif. Pentingnya kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam profesi otomotif terletak pada kemampuan untuk memahami dan mengatasi tantangan teknologi yang terus berkembang, serta memimpin inovasi dalam industri otomotif (Jonassen & Land, 2012). Hal ini memungkinkan lulusan untuk menjadi pendidik unggulan, peneliti terkemuka, dan profesional sukses di industri otomotif. Pengintegrasian elemen pembelajaran yang mempromosikan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam kurikulum pendidikan teknik otomotif diperlukan untuk memastikan bahwa lulusan memiliki landasan intelektual yang kuat untuk menghadapi kompleksitas industri otomotif modern (Marzano & Kendall, 2007). Menurut Perkins & Salomon (1992), pendekatan pengajaran aktif, studi kasus, dan proyek berbasis masalah telah terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Dengan melibatkan mahasiswa dalam situasi nyata dan tugas yang menuntut pemecahan masalah, lulusan dapat memperoleh keterampilan kritis yang diperlukan dalam industri otomotif.

## SIMPULAN

Pendidikan Teknik Otomotif di Abad 21 membutuhkan lulusan yang tidak hanya memiliki pengetahuan teknis, tetapi juga kemampuan berpikir tingkat tinggi. Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dengan pendekatan berbasis STEM efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. PjBL mendorong keterlibatan aktif mahasiswa, meningkatkan minat dan motivasi belajar, serta menghasilkan pembelajaran bermakna. Di sisi lain, pendekatan STEM melatih mahasiswa untuk menerapkan pengetahuan dalam memecahkan masalah terkait lingkungan dengan teknologi. Profil lulusan Pendidikan Teknik Otomotif di abad 21 dirancang untuk mempersiapkan individu sebagai pemimpin di berbagai bidang terkait otomotif, dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi sebagai landasan kuat dalam menghadapi tantangan industri otomotif modern. Kesimpulan ini menekankan bahwa pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah kunci dalam pendidikan teknik otomotif di era ini.

Pendidikan Teknik Otomotif di abad 21 membutuhkan penekanan pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Integrasi Model PjBL dengan pendekatan berbasis STEM dalam kurikulum menjadi kunci, dengan fokus pada pelatihan dosen, pengembangan materi pembelajaran yang relevan dengan industri otomotif, dan kolaborasi yang erat dengan industri lokal. Evaluasi kontinu terhadap kurikulum, penelitian lanjutan, dan pertukaran pengalaman antar institusi pendidikan juga penting. Selain itu, penggunaan teknologi terkini dalam proyek-proyek PjBL-STEM diharapkan dapat memperkaya pengalaman mahasiswa dan mempersiapkan mereka untuk tantangan industri otomotif masa depan. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi penerapan PjBL-STEM pada pendidikan vokasi non keteknikan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Azmi, N., & Festiyed, F. (2023). Meta Analysis: The Influence of Instrument Assessment on Project-Based Learning Models to Improve 4C Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2184–2190. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.2606>
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7), 810–821. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v8-i7/4421>
- Bogdan, R., & Taylor, S. J. (1992). Pengantar Metode Penelitian Kualitatif Terjemahan oleh Arief Rurchan. In *Surabaya: Usaha Nasional*.
- Budsankom, P., Sawangboon, T., Damrongpanit, S., & Chuensirimongkol, J. (2015). Factors affecting higher order thinking skills of students: A meta-analytic structural equation modeling study. *Educational Research and Reviews*, 10, 19. <https://doi.org/10.5897/ERR2015>
- Chiruguru, S. B. (2020). The Essential Skills of 21 st Century Classroom. *Shingania University*, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36190.59201>
- Febriyanti, E. (2018). *Pengembangan Modul Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Materi Fluida Statis pada Pembelajaran Fisika SMK - Teknik Kendaraan Ringan Otomotif*. 19–20.
- Firda, S. U., & Sunarti, T. (2022). The Learning Implementation of Project Based Learning (PjBL) to Analyze Students' 4C Skills Ability. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 10(3), 567. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v10i3.5380>
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI. *Bioed : Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1. <https://doi.org/10.25157/jpb.v8i2.4375>
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2015). Pengaruh Project Based Learning Terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, Dan Kemampuan Kognitif Siswa Pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 9–21. <https://doi.org/10.17977/jpb.v7i1.713>. *Jurnal Pendidikan Biologi Volume*, 7(1).
- Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017). Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*, 21(3), 266–274.
- Lely, P., Prabawati, S., Ngurah, G., & Agustika, S. (2020). Project-Based Learning Based On Stem (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Enhancing Students Science Knowledge Competence. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(4), 621–629.
- Liu, J., Ma, Y., Sun, X., Zhu, Z., & Xu, Y. (2022). A Systematic Review of Higher-Order Thinking by Visualizing its Structure Through HistCite and CiteSpace Software. *Asia-Pacific Education Researcher*, 31(6), 635–645. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00614-5>
- Lukitasari, Handhika, & Murtafiah. (2018). *Higher order thinking skills : using e-portfolio in project-based learning* Higher order thinking skills : using e-portfolio in project- based

learning.

- Marwiah. (2022). *Analisis Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematics) Untuk Menanamkan Keterampilan 4C (Communication, Collaboration, Critical Thinking And Problem Solving, Dan Creativity And Innovation) Pada Anak Usia Dini*.
- Marzano, R. J., & Kendall, J. S. (2007). Praise for the Second Edition of The New Taxonomy of Educational Objectives. *Corwin Press*, 3.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Muttaqin, M. F., & Rizkiyah, H. (2022). Efektifitas Budaya Literasi dalam Meningkatkan Keterampilan 4C Siswa Sekolah Dasar. *Dawuh Guru: Jurnal Pendidikan MI/SD*, 2(1), 43–54. <https://doi.org/10.35878/guru.v2i1.342>
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). *Transfer of Learning*. Pergamon Press.
- Priatna, N., & Lorenzia, S. A. (2018). Project-based learning integrated with STEM to improve mathematical critical thinking skills. *Prosiding SNIPS 2018*, 406–408.
- Sambite, F. C. ., Mujasam, M., Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2019). Penerapan Project Based Learning berbasis Alat Peraga Sederhana untuk Meningkatkan HOTS Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2). <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i2.6310>
- Sendi, R., & Santosa, M. A. (2014). *Teknik Mesin Fkip Universitas Sriwijaya Angkatan 2011 Pada Tahun 2014*. 122–132.
- Shafiul A., M., Agus S., D., & Nurhadi, D. (2020). Mengkombinasikan Project-Based Learning dengan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknikal dan Karakter Kerja Siswa SMK. *Februari*, 43(1), 41–50.
- Smith, G. F. (2005). Problem-based learning: Can it improve managerial thinking? *Journal of Management Education*, 29(2). <https://doi.org/10.1177/1052562904269642>
- Smith, S. J.-D. & L. (2007). *Thinking Critically about Critical Thinking*. SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/https://doi.org/10.4135/9781446213438>
- Sunardi, & Hasanuddin. (2019). Pengembangan Employability Skill Mahasiswa Vokasi Melalui Pembelajaran Stem-Project Based Learning. *SemanTECH*, 3(4), 210–217.
- Surti, G. A., Sudira, P., Mutohhari, F., Suyitno, S., & Nurtanto, M. (2022). Project-Based Learning with STEM Approach in Automotive Engineering: Increasing Students' 21st Century Skills. *Jurnal Pendidikan ...*, 55(2), 299–312.
- Tirka, R. A. (2021). *Pengaruh PjBL (Project Based Learning) dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Self Efficacy ...*. 1–93.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/s10798-011-9160-x>
- Wibowo, N. (2016). Upaya Memperkecil Kesenjangan Kompetensi Lulusan Sekolah Menengah Kejuruan dengan Tuntutan Dunia Industri. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 23(1), 45. <https://doi.org/10.21831/jptk.v23i1.9354>
- Yahya, M. (2022). Analisis Kebutuhan Pembelajaran Kelistrikan Otomotif di Era. *LP2M-Universitas Negeri Makasar*, 1014–1023.
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics): Pembelajaran untuk memberdayakan keterampilan abad ke-21 [STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Learning to Empower 21st Century Skills]. *Seminar Nasional Matematika Dan Sains, September*, 1–18.