



SEMESTA Journal of Science Education and Teaching

ISSN: 2599-1817 (Print), 2598-1951 (Online)

Journal homepage: <https://semesta.pjj.unp.ac.id/index.php/semesta>

The Effect of Integrated STEM through Project-Based Learning Model on Students' Cognitive Ability in the Topic of Vibration and Wave

Fine Dwina Sari^a, Rahmah Evita Putri^{a*}, Rani Oktavia^a, Azza Nuzullah Putri^a

^aDepartment of Science Education, Faculty of Mathematic and Science, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: rahmahep@fmipa.unp.ac.id

ARTICLE HISTORY

Submission: 04/10/2024; Revision: 05/08/2025; Accepted: 05/08/2025

ABSTRACT

Cognitive ability is one of the essential aspects emphasized in the Merdeka Curriculum. One of the ways to enhance students' cognitive ability is by applying the Project Based Learning-STEM (PjBL-STEM) model. This research was motivated by observations conducted on Grade VIII students at SMPN 21 Padang during the 2024/2025 academic year. The observations revealed that although the teacher implemented the PjBL-STEM model, its application was not fully optimal. The purpose of this study was to determine the effect of the PjBL-STEM learning model on students' cognitive ability on the topic of vibration and wave. This study employed a quasi-experimental method with a posttest control group design. Purposive sampling was used to select the samples. Grade VIII students taught using the PjBL-STEM model served as the experimental group, while another Grade VIII class taught using conventional discovery learning served as the control group. The research instrument was an objective written test. The collected data were analyzed using normality, homogeneity, and hypothesis testing. The t-test results showed a t-count of 10.283 and a t-table value of 2.036, where $t_{\text{count}} \geq t_{\text{table}}$. Therefore, H_0 was rejected and H_1 was accepted, indicating a significant effect of the PjBL-STEM model on students' cognitive ability in junior high school.

Keywords: *PjBL-STEM, Cognitive Ability, Vibration and Wave Topic*

Introduction

Pendidikan merupakan elemen yang tak terpisahkan dari kehidupan. Meskipun pandangan ini mungkin terasa dipaksakan, jika kita mengikuti jalur dan proses kehidupan manusia, jelas bahwa pendidikan telah memberikan warna pada setiap fase kehidupan manusia (Yusuf, 2018). Salah satu upaya untuk mencapai tujuan pendidikan tersebut adalah melalui penerapan kurikulum merdeka yang menggantikan kurikulum sebelumnya, yaitu kurikulum 2013.

Kurikulum di Indonesia telah mengalami beberapa kali perubahan. Kurikulum 2013 merupakan penyempurnaan dari Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) 2006. Salah satu perbedaan utama antara kedua kurikulum tersebut pada pengajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) terletak pada pembelajaran IPA yang sebelumnya diajarkan secara terpisah dalam disiplin Biologi dan Fisika menjadi IPA Terpadu. Pendekatan keterpaduan ini bertujuan agar peserta didik memiliki pemahaman yang lebih komprehensif tentang IPA sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna (Oktavia, 2019). Selain itu, kurikulum merdeka diharapkan dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik secara optimal dimana mereka memiliki waktu yang cukup untuk memahami konsep dan memperkuat kompetensi mereka (Kemdikbud, 2022). Sementara itu, tuntutan pembelajaran abad 21 menuntut keterampilan berpikir yang lebih tinggi dikenal dengan 6C yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *collaboration* (kolaborasi), *communication* (komunikasi), *creativity* (kreativitas), *citizenship* (kewarganegaraan/budaya), dan *character* (karakter/konektivitas) (Rismorlita et al., 2021).

Hakikat pembelajaran sains tidak hanya berpusat pada hafalan pengetahuan namun berorientasi pada ketercapaian ilmiah dan proses dalam mencapainya (Pertwi et al., 2018). Oleh karena itu, pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Bunga et al., 2016). Ada sejumlah model pembelajaran yang disarankan dalam pembelajaran IPA, salah satunya model *Project Based Learning*.

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) sangat penting untuk meningkatkan kualitas aktivitas siswa dan mengandung beberapa proses pembelajaran yang berbeda. Penerapan model *Project Based Learning* akan mendorong peningkatan kemampuan siswa dalam belajar konseptual (Astuti et al., 2019). Lebih lanjut diungkapkan bahwa model *Project Based Learning* dalam pembelajaran IPA menekankan pada pemecahan masalah kontekstual yang dihadapi peserta didik secara langsung. Pendekatan ini mendorong siswa untuk berpikir kritis dan mengembangkan kreativitas mereka melalui pembuatan produk nyata (Arifianti, 2020). *Project Based Learning* ialah proses pembelajaran yang secara langsung melibatkan siswa untuk memecahkan masalah dengan cara menghasilkan sesuatu (Sari & Angreni, 2018). Lebih khusus, model PjBL memberikan kesempatan kepada guru untuk mengelola pembelajaran di kelas dengan melibatkan kerja proyek. Melalui pembelajaran kerja proyek, kreatifitas dan motivasi peserta didik akan meningkat. PjBL berfokus pada inti kurikulum, memfasilitasi peserta didik untuk berinvestigasi, pemecahan masalah, pemberian tugas-tugas, *students centered*, serta menghasilkan produk nyata (Wahyu, 2016).

Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran sains memberikan kesempatan untuk melatih siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, melalui berbagai konteks yang disediakan oleh pendekatan STEM (Muttaqiin, 2023). Dalam penerapannya, model *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan STEM telah dijelaskan oleh Laboy-Rush (2010) yang mencakup lima tahapan atau sintaks yaitu *reflection*, *research*, *discovery*,

application dan *communication*. PjBL terintegrasi STEM dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, menciptakan pembelajaran yang bermakna, membantu siswa dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari, dan mendukung karir masa depan. Dengan demikian, pembelajaran yang diterapkan akan dirasa lebih bermanfaat karena dalam PjBL-STEM siswa diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya (Fitriyani et al., 2020). Lebih lanjut diungkapkan bahwa STEM yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika memungkinkan siswa untuk memahami pengetahuan terintegrasi, meningkatkan minat siswa dalam sains dan teknologi dan dengan demikian memperkuat kemampuan siswa untuk mengatasi masalah kehidupan (Sukmawijaya & Juhandha, 2019). Semua hal tersebut melibatkan keterampilan berpikir yang dilakukan secara sadar dan sistematis.

Keterampilan berpikir dapat dikelompokkan berdasarkan taksonomi Bloom. Menurut Taksonomi Bloom yang telah direvisi terdiri dari mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Mengingat (C1) dan memahami (C2) dianggap sebagai berpikir tingkat rendah. Banyak yang berpendapat bahwa berpikir tingkat tinggi dimulai dari C4 (menganalisis), padahal sebenarnya berpikir tingkat tinggi juga dimulai dari C3 (mengaplikasikan/menerapkan) karena kemampuan pada tingkat C3 sudah mencerminkan kompleksitas berpikir (Putri, 2017). PjBL-STEM diharapkan dapat mengasah kemampuan kognitif siswa. Model pembelajaran PjBL mendorong siswa untuk menyelesaikan masalah kontekstual melalui aktivitas yang kompleks, seperti eksplorasi, pelaksanaan proyek secara kolaboratif, dan penciptaan produk. Selain itu, siswa memiliki kesempatan untuk menyelidiki topik berdasarkan masalah kehidupan nyata dalam kelompok dan mencari informasi dari berbagai sumber (Muyassaroh et al., 2022).

Berdasarkan studi pendahuluan melalui hasil distribusi angket dan wawancara informal yang dilakukan di empat sekolah, ditemukan bahwa semua sekolah telah menerapkan kurikulum merdeka. Dari empat sekolah tersebut, satu sekolah merupakan sekolah penggerak dan juga memiliki guru penggerak. Keempat sekolah telah menggunakan model pembelajaran PjBL. Dua dari empat sekolah melaporkan bahwa guru-guru mereka telah mengintegrasikan STEM dalam pembelajaran, namun tidak semua aspek *engineering* diterapkan. Salah satu sekolah menyebutkan bahwa mereka telah menerapkan STEM dengan membuat produk Gerobak Sodor untuk digunakan dalam permainan. Namun, Gerobak Sodor ini tidak sepenuhnya memenuhi prinsip STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) karena tidak mencerminkan pembuatan produk sesuai dengan prinsip-prinsip STEM.

Methods

Jenis penelitian ini adalah penelitian *quasi eksperimen*. Dalam penelitian ini, peserta didik dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Populasi merujuk pada keseluruhan elemen yang terdiri dari peristiwa, hal, atau orang yang memiliki karakteristik serupa dan menjadi fokus perhatian seorang peneliti, karena dianggap sebagai keseluruhan dalam penelitian (Nanang, 2015). Dalam penelitian ini, populasi terdiri dari seluruh peserta didik kelas VIII di SMPN 21 Padang untuk Tahun Pelajaran 2024/2025.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu metode pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2016 dalam Mardianti, 2021). Pertimbangan yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu nilai rata-rata ulangan harian pada bab sebelumnya yang hampir serupa, sesuai dengan tingkat keaktifan siswa di kelas yang

juga hampir sama (Putri, 2018). Penelitian ini menggunakan *posttest-only control group design* yang disajikan pada Tabel 1. Kelas eksperimen yang diberikan perlakuan dengan model pembelajaran PjBL-STEM, sedangkan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional dengan metode *discovery learning*. Masing-masing kelas terdiri dari 32 peserta didik.

Tabel 1. *Posttest Only Control Group Design*

Kelas	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	X	O ₁
Kontrol	-	O ₂

Sumber: Soegiyono (2010)

Instrumen penelitian berupa *posttest* yang terdiri dari 30 soal objektif. Soal *posttest* ini telah melalui proses uji validasi oleh 3 validator ahli serta uji butir soal sebelum penelitian untuk memastikan kelayakan soal. Analisis statistik dilakukan menggunakan rumus di *Microsoft Excel*. Penelitian ini menggunakan statistik inferensial, yaitu bagian dari statistika yang membahas teknik untuk menganalisis data, memperkirakan, meramalkan, dan menarik kesimpulan tentang data, fenomena, atau populasi yang lebih luas berdasarkan sampel yang diambil secara acak dari populasi. Jenis statistik inferensial yang digunakan akan ditentukan berdasarkan hasil uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas.

Results and Discussion

Penelitian ini dilaksanakan pada 22 Juli 2024 hingga 26 Agustus 2024 di SMP Negeri 21 Padang tahun ajaran 2024/2025. Hasil pelaksanaan sintaks model PjBL-STEM dapat dievaluasi melalui lembar observasi yang diberikan kepada *observer*, dalam hal ini guru yang mengajar mata pelajaran IPA di sekolah tersebut. Berdasarkan lembar observasi, keterlaksanaan setiap sintaks di kelas eksperimen mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa model PjBL-STEM telah dilaksanakan sesuai dengan sintaks yang telah dirancang selama 8 (delapan) pertemuan. Pada akhir pertemuan, dilaksanakan *posttest* untuk melihat pemahaman konsep peserta didik pada materi getaran dan gelombang. Hasil uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis terhadap data *posttest* pada taraf signifikansi 0,05 disajikan pada Tabel 2.

Hasil uji normalitas data *posttest* pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, begitu pula pada kelas kontrol. Oleh karena data berdistribusi normal, dilanjutkan uji homogenitas yang menunjukkan bahwa data *posttest* dari kedua kelas memiliki varians yang homogen. Uji prasyarat memenuhi untuk dilaksanakannya uji hipotesis parametrik, oleh karena itu analisis data dilanjutkan dengan uji-t.

Berdasarkan penelitian terdahulu relevansi dengan penelitian yang akan diteliti oleh peneliti. Adapun relevansi yang pertama oleh (Sumarni et al., 2019) yang meneliti kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa melalui pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM mencapai kriteria baik dengan ketercapaian tertinggi pada indikator menjelaskan konsep dan memandang informasi dari sudut pandang yang berbeda. Relevansi pada penelitian ke dua yakni dari (Yoeliana et al., 2022) mengatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek STEM berpengaruh positif terhadap kemampuan kognitif mencipta siswa, sehingga dapat diartikan bahwa kemampuan berpikir kategori mencipta siswa meningkat dengan implementasi pembelajaran berbasis proyek STEM. Relevansi yang ketiga oleh (Insyasiska et al., 2017) yang mengatakan bahwa pembelajaran proyek membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga

diperlukan manajemen waktu dan persiapan yang cukup bagi guru dalam melaksanakan PjBL. Ketiga penelitian terdahulu ini sama-sama menggunakan model PjBL-STEM dalam melihat kemampuan kognitif peserta didik dan salah satunya mengatakan bahwa cocok digunakan dan peneliti akan menggunakan materi getaran, gelombang dan cahaya. Oleh karena itu, ketiga penelitian ini cocok dijadikan relevansi oleh peneliti. Oleh karena itu, ketiga penelitian ini cocok dijadikan relevansi oleh peneliti.

Dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran PjBL-STEM terhadap kemampuan kognitif peserta didik pada fase D materi getaran, gelombang, dan cahaya di kelas VIII.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji t

	Posttest	
	Eksperimen	Kontrol
L_{hitung}	0,126	0,105
L_{tabel}	0,154	0,154
Uji Normalitas	$L_{hitung} \leq L_{tabel}$ Normal	$L_{hitung} \leq L_{tabel}$ Normal
F_{hitung}	1,139	
F_{tabel}	1,822	
Uji Homogenitas	$F_{hitung} \leq F_{tabel}$ Homogen	
T_{hitung}	10,283	
T_{tabel}	2,003	
Uji t	$t_{hitung} > t_{tabel}$ H_0 ditolak (terdapat perbedaan)	

Conclusion

Penerapan model pembelajaran PjBL-STEM berpengaruh signifikan terhadap kemampuan kognitif peserta didik fase D pada materi getaran, gelombang, dan cahaya di kelas VIII.

References

- Arifianti, U. (2020). Project-based learning dalam pembelajaran IPA. *SHEs: Conference Series – Workshop Nasional Penguatan Kompetensi Guru Sekolah Dasar*, 3(3), 2079–2082. <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model project-based learning (PjBL) terintegrasi STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan aktivitas belajar siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 93. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1915>
- Bunga, Y. N., Prasetyo, A. P. B., & Susanti, R. (2016). Journal of innovative science education. *Journal of Innovative Science Education*, 5(2), 152–162.
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). Implementasi model PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1–10. <https://doi.org/10.25157/jpb.v8i2.4375>
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2017). 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>

- Kemdikbud. (2022). *Buku saku Kurikulum Merdeka: Tanya jawab*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Laboy-Rush, D. (2010). *Integrated STEM education through project-based learning*. https://issuu.com/dlaboyrush/docs/integrating_stem_through_project_based_learning
- Mardianti, E. (2021). *Metodel penelitian*. Sekolah Tinggi Teknologi Dirgantara Yogyakarta. https://digilib.sttkd.ac.id/1783/4/BAB%20III%20SKRIPSI%20-%20Elvi%20Mardianti_4.pdf
- Mulnir, Y. (2018). *Pengantar ilmu pendidikan*. Lembaga Penerbit Kampus IAIN Palopo.
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (science, technology, engineering, mathematics) pada pembelajaran IPA untuk melatih keterampilan abad 21. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 34–45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>
- Muyassaroh, I., Mukhlis, S., & Ramadhani, A. (2022). Model project-based learning melalui pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa SD. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(4), 1607–1616. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i4.4056>
- Nanang, G. T. S. N. (2015). *Metodel penelitian kuantitatif*.
- Oktavia, R. (2019). Bahan ajar berbasis science, technology, engineering, mathematics (STEM) untuk mendukung pembelajaran IPA terpadu. *Semesta: Journal of Science Education and Teaching*, 2(1), 32–36.
- Pertiwi, U. D., Atanti, R. D., & Ismawati, R. (2018). Pentingnya literasi sains pada pembelajaran IPA SMP abad 21. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 1(1), 24–29. <https://doi.org/10.31002/nse.v1i1.173>
- Putri, A. N. (2017). Tingkat berpikir kognitif mahasiswa berdasarkan bentuk pertanyaan pada mata kuliah biologi umum. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains: Strategi Pengembangan Pembelajaran dan Penelitian Sains untuk Mengasah Keterampilan Abad 21* (pp. 136–140).
- Putri, R. E. (2018). Meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa SMP kelas VII melalui bahan ajar IPA terpadu dengan tema HALO pada topik kalor. *Semesta: Journal of Science Education and Teaching*, 1(1), 34–46.
- Rismorlita, C. E., Philiyanti, F., Praseltio, V. M., & Purnama, L. (2021). Relevansi kebutuhan stakeholder terhadap pengembangan kurikulum berbasis keterampilan abad 21. *Kagami: Jurnal Pendidikan dan Bahasa Jepang*, 12(2), 12–20.
- Sari, R. T., & Angreni, S. (2018). Penerapan model pembelajaran project-based learning (PjBL) sebagai upaya peningkatan kreativitas mahasiswa. *Jurnal Varidika*, 30(1), 79–83. <https://doi.org/10.23917/varidika.v30i1.6548>
- Sukmawijaya, Y., & Juhanda, A. (2019). Pengaruh model pembelajaran STEM-PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, 9(4), 28–43.
- Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S. (2019). Kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa melalui pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(1), 18–30. <https://doi.org/10.17977/um026v4i12019p018>
- Sugiyono. (2011). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Wahyu, R. (2016). Implementasi model project-based learning (PjBL) ditinjau dari penerapan Kurikulum 2013. *Teknosienza*, 1(1), 49–62.
- Yoeliana, R., Yennita, Y., & Irianti, M. (2022). Melatih kemampuan mencipta siswa melalui pembelajaran berbasis proyek-STEM. *Jurnal Pajar (Pendidikan dan Pengajaran)*, 6(6), 1659–1667. <https://doi.org/10.33578/pjr.v6i6.8736>