Jurnal Darma Agung
Volume: 33, Nomor: 2, (2025), April: 240 - 245
https://dx.doi.org.10.46930/ojsuda.v33i2.5698
P-ISSN:0852-7296
E-ISSN:2654-3915

PENERAPAN PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING BERBASIS *SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING AND MATHEMATICS (STEM)* DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Ika Sartika [1)], Fuadaturrahmah [2)], Fitri Handayani [3)], Dalimawaty Kadir [4)]
Prodi Nautika Akademi Maritim Belawan, Medan, Indonesia [1,2)]
Prodi Analis Kesehatan Politeknik Kesehatan YRSU Dr. Rusdi, Medan, Indonesia [3)]
Fakultas Keguruan & Ilmu Pendidikan Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Indonesia [4)]
Corresponding Author:
ikasartika121@gmail.com [1)], *fuadaturrahmah01@gmail.com* [2)], *fitrihandayannii10@gmail.com* [3)], *dalimawatykadir@umnaw.ac.id* [4)]

Abstrak

Tujuan dari penelitian yang dilaksanakan adalah untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan peserta didik serta memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengimplementasikan Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) yang berbasis pada Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam konteks pengolahan air limbah. Topik yang diangkat dalam PjBL berbasis STEM ini adalah pengolahan air limbah, dengan mempertimbangkan kesesuaian tujuan pembelajaran bagi siswa serta masalah kualitas air yang ditemukan di wilayah Binjai. Sebanyak 94% peserta memberikan respons positif pada akhir kegiatan dan menunjukkan peningkatan pemahaman konsep yang signifikan.

Kata Kunci: Project Based Learning Berbasis; *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM);* Pengolahan; Air Limbah

Abstract

This research aims to improve students' abilities and skills and provide opportunities for them to implement Project Based Learning (PjBL) based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in the context of wastewater treatment. The topic raised in this STEM-based PjBL is wastewater treatment, taking into account the suitability of learning objectives for students as well as water quality problems found in the Binjai area. As many as 94% of participants gave positive responses at the end of the activity and showed a significant increase in understanding of concepts.

Keywords: **roject Based Learning Based; Science Technology Engineering and Mathematics (STEM); Processing; Wastewater**

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad ke-21 menekankan pada pusat peserta didik, dengan tujuan agar mereka mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan berkolaborasi, kemampuan komunikasi, karakter, kreativitas, dan kesadaran kewarganegaraan. Sebuah kompetensi utama yang wajib dimiliki seorang peserta didik yakni literasi sains. Literasi sains ini bukanlah terbatas pada kepemahaman terhadap materi sains, akan tetapi bagaimana siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan sains tersebut untuk memecahkan masalah dalam konteks yang relevan. Menurut laporan Program for International Student Assessment (PISA), literasi sains dan matematika pelajar di Indonesia tergolong rendah, dengan Indonesia berada pada garis bawah negara-negara lain, Dimana memiliki nilai yang lebih rendah dari standar global (Gayatri et al., 2023). Untuk dapat bersaing di kancah internasional, Indonesia, sebagai negara berkembang, perlu meningkatkan pendidikan di bidang Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) pada jenjang pendidikan. Implementasi pendidikan STEM di tingkat dasar dan menengah dapat meningkatkan minat siswa terhadap bidang-bidang tersebut, sekaligus menjawab tuntutan dunia usaha dan industri yang semakin kompleks dan berbasis teknologi.

History:
Received : 25 Desember 2024
Revised : 10 Januari 2025
Accepted : 07 April 2025
Published : 27 April 2025

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung
Licensed: This work is licensed under Attribution-NonCommercial-No Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

Berdasarkan observasi, diketahui bahwa para guru belum mengadopsi metode pengajaran yang inovatif yang memacu pelajar dalam keterlibatan secara aktif untuk pemecahan masalah. Pendekatan pembelajaran yang ada saat ini lebih banyak berfokus pada tugas-tugas yang mengandalkan keterampilan berpikir tingkat rendah. Pengajaran umumnya berfokus pada penyampaian teori melalui hafalan, dengan upaya terbatas untuk menerapkannya dalam konteks dunia nyata. Oleh karena itu, penting untuk mengutamakan peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pendidikan, agar siswa dapat mencapai potensi maksimal mereka, sekaligus meningkatkan literasi STEM mereka. Untuk itu, desain pembelajaran yang efektif harus diterapkan untuk mendukung pendekatan ini. Sebuah model pembelajaran efisien untuk meningkatkan fokus pada bidang STEM adalah pembelajaran yang memiliki basis proyek (Craig, 2015). Selain itu, pendidikan kontemporer harus mampu beradaptasi dengan perkembangan global dengan memasukkan STEM untuk mengembangkan kompetensi abad ke-21. Beberapa manfaat dari STEM antara lain meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, inovasi, daya cipta, pemikiran logis, kemandirian, serta literasi teknologi di kalangan siswa (Morrison dalam Stohlmann, et al., 2012).

Namun, pelaksanaan Pembelajaran STEM menghadapi beberapa tantangan, di antaranya adalah kesulitan siswa dengan motivasi rendah dalam mempertahankan fokus, karena proyek yang dilakukan memerlukan waktu yang lebih jika disandingkan pada metode pembelajaran lainnya. Selain itu, keterbatasan sarana dan prasarana untuk pembuatan media dan produk dalam Pembelajaran Berbasis Proyek juga menjadi hambatan yang perlu diatasi.

METODE PENELITIAN

Kegiatan ini mengadopsi metode quasi eksperimen dengan melakukan desain yang menjadikan dua kelompok, yaitu keloimpok yang diberlakukannya eksperimen dan kelompok yang menjadi kelas kontrol. Pada kelompok eksperimen, peserta didik akan diberi perlakuan berupa pembelajaran yang mengintegrasikan Project Based Learning berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM), sementara kelompok kontrol akan menerima pembelajaran konvensional yang biasa digunakan oleh guru.

Populasi dalam penelitian ini adalh seluruh siswa yang duduk di kelas X di SMA Primbana Medan. Prosedur penelitian ini dilakukan dengan tujuan yang spesifik. Sebagaimana dijelaskan oleh Fraenkel & Wallen (2009), pemilihan tes dilakukan dengan alasan yang jelas. Dalam penelitian ini, sampel yang dianalisis adalah kelas X-1 dengan jumlah 35 siswa, dan untuk kelas kontrol, yaitu kelas X-2 yang berjumlah 36 siswa. Penelitian ini mengkaji metode penilaian yang melibatkan perlakuan dan tanpa perlakuan. Adapun perlakuan (tes) yang digunakan adalah tes berbasis STEM, sementara penilaian non-tes dilakukan dengan mengamati respons siswa terhadap pembelajaran Science Innovation Designing and Arithmetic (STEM) Venture Based Learning.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Pembelajaran Menggunakan Project Based Learning Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)

Pada mata kuliah Eksplorasi, khususnya pada mata kuliah X-1, digunakan pendekatan Extend Based Learning yang berbasis pada Science Innovation Building and Science (STEM) dengan materi tentang Kontaminasi Alam. Pembelajaran ini terdiri dari VI tahapan Dimana pada pertemuan pertama dilaksanakan tahap I, pertemuan kedua mencakup tahap II dan III, kemudian pada pertemuan selanjutnya (ketiga) mencakup tahap IV, V, dan VI. Selama proses persiapan, pembelajaran dilakukan dengan pendekatan STEM berbasis Science Innovation Building and Arithmetic. Penggunaan

pembelajaran dievaluasi melalui lembar persepsi yang diisi oleh seorang saksi mata. Fokus pengamatan dalam pembelajaran ini adalah aktivitas pendidik dalam memantau jalannya pembelajaran serta keterlibatan siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Evaluasi persepsi dilakukan untuk mengetahui apakah struktur bahasa pembelajaran yang diterapkan dapat dilaksanakan dengan baik pada setiap sesi, sehingga dapat terlihat jelas pengaruhnya terhadap implementasi STEM dalam model pembelajaran berbasis proyek. Selanjutnya, persepsi terhadap pelaksanaan struktur kalimat dalam Extend Based Learning berbasis Science Innovation Designing and Arithmetic (STEM) Venture Based Learning akan dianalisis.

Tabel 1. Keterlaksanaan Sintaks Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM)*

No	Sintaks Pembelajaran Project Based Learning Berbasis *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM)*	Hasil (%)	Kategori
1	Mengajukan pertanyaan penting	100%	Sangat Baik
2	Menentukan rancangan	100%	Sangat Baik
3	Memantau kemajuan projek	100%	Sangat Baik
4	Menilai	100%	Sangat Baik
5	Mengevaluasi	100%	Sangat Baik
Rerata		**100%**	**Sangat Baik**

Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa secara keseluruhan, sintaks pembelajaran dengan metode Project Based Learning berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) terlaksana dengan sempurna, mencapai persentase 100% dan termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran, sintaks model Pembelajaran Project Based Learning berbasis STEM diterapkan secara konsisten.

Tabel 2 Hasil Observasi Aktifitas Siswa

No	Aktifitas Siswa	Aktifitas Siswa (%)			Rerata %
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III	
1	Mengemukakan Ide Baru	83,32	77,21	78,93	79,82
2	Bertukar Informasi	84,86	86,17	84,56	85,19
3	Mempersentasikan Hasil Diskusi Kelompok	80,23	81,34	84,85	82,14
4	Memberikan Masukan/Pendapat (Pemikiran) yang Luwes	80,62	87,12	85,56	84,43
Rerata					**82,89**

Pada Tabel 2 menunjukkan dengan jelas rata-rata keseluruhan hasil belajar siswa mencapai 82,89, yang termasuk pada Tingkat kategori yang sudah sangat baik sekali. Hal tersebut mengungkapkan bahwasanya mayoritas siswa berpartisipasi pada aktivitas pembelajaran.

Tabel 3. Hasil Pretest dan Posttest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Data	Eksperimen		Kontrol	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Nilai minimum	20	48	20	35
Nilai maksimum	60	86	65	78
Nilai rata-rata	38,83	65,13	39,68	53,22
Nilai Tengah	36	68	40	54
Nilai yang sering muncul	36	68	36	54
Simpangan baku	9,2	9,89	10,23	10,12
Varians	82,66	97,1	104,55	102,42

Secara umum, nilai sebelum, sesudah, dan gain pembelajaran dengan metode Project Based Learning berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dapat dilihat pada tabel berikut.

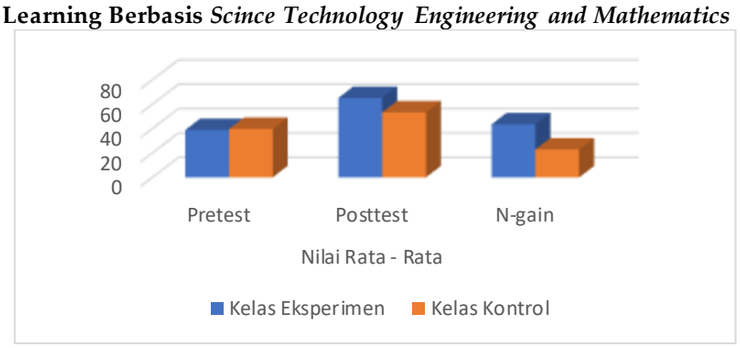
Tabel 4. Perbandingan Nilai Rerata Pretest, Posttest dan N-Gain Pembelajaran Project Based Learning Berbasis *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM)*

Kelas	Nilai Rata – Rata	Kategori

	Pretest	Posttest	N-gain	
Kelas Eksperimen	38,83	65,13	43,46	Sedang
Kelas Kontrol	39,68	53,22	22,78	Rendah

Melalui informasi yang terdapat pada Tabel 4 di atas, nilai rata-rata normal pretest untuk pelajaran tes adalah 38,83, sedangkan untuk pelajaran kontrol adalah 39,68. Nilai pretest normal menunjukkan bahwa kapasitas awal pembelajaran dengan menggunakan strategi Extend Based Learning berbasis Science Innovation Designing and Arithmetic (STEM) pada pembelajaran eksploratif dan mata kuliah kontrol hampir serupa. Setelah perlakuan diberikan pada masing-masing mata kuliah, terjadi peningkatan sebesar 43,46% dengan nilai posttest normal sebesar 65,13, yang termasuk dalam kategori signifikan. Sementara itu, pada pembelajaran kontrol, peningkatan yang terjadi sebesar 22,78% dengan nilai posttest normal sebesar 53,22, yang menjadi kategori moderat. Berikut merupakan grafik perbandingan laju skor normal pretest, posttest, dan N-gain Extend Based Learning berbasis Science Innovation Building and Science (STEM) antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

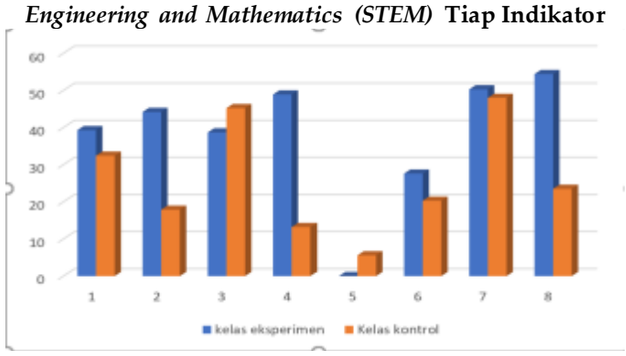
Gambar 1. Histogram Persentase Nilai Rata – Rata Pretest, Pottest dan N_gain Pembelajaran Project Based Learning Berbasis *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM)*



2. Capaian Pembelajaran Project Based Learning Berbasis *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM)* Tiap Indikator

Pembelajaran dengan menggunakan strategi Extend Based Learning berbasis Science Innovation Building and Science (STEM) untuk setiap penunjuk perspektif yang dinyatakan dengan N_gain normal untuk setiap penanda dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.

Gambar 2. Histogram Peningkatan Pembelajaran Project Based Learning Berbasis *Scince Technology Engineering and Mathematics (STEM)* Tiap Indikator



Keterangan:

a. Membuat pertanyaan (sains) dan mengkarakterisasi permasalahan (membangun);
b. Membaca dan menentukan model;
c. Menyusun dan melaksanakan pemeriksaan;
d. Langkah analisis dan menerjemahkan informasi (Ilmu Pengetahuan)
e. Memanfaatkan ilmu pengetahuan; inovasi data dan komputer; dan pertimbangan komputasi;
f. Klarifikasi bangunan (ilmu) dan penataan perencanaan (bangunan);

g. Mengunci perselisihan yang berdasarkan bukti;
h. Mendapatkan, menyebarkan dan mengkomunikasikan data.

B. Pembahasan

Pembelajaran yang menggunakan Extend Based Learning berbasis Science Innovation Designing and Arithmetic (STEM) memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk terlibat secara aktif dan mengambil peran penuh dalam proses pembelajaran. Semua kegiatan dilakukan berdasarkan diskusi antara siswa, kelompok, dan instruktur. Salah satu tahap dalam Extend Based Learning berbasis Science Innovation Building and Science (STEM) adalah pemberian penilaian, yang bertujuan untuk mengukur pemahaman setiap individu terkait perluasan materi dan penyediaan data melalui kelompok lain. Dalam pendekatan ini, tidak pada sekelompok ahli yang tentunya mengerjakan suatu materi lain, melainkan setiap individu dalam kelompok yang wajib menguasai materi yang mereka kerjakan.

Tentunya cara ini, mahasiswa menjadi lebih dinamis dalam menemukan referensi, menggunakan, dan menentukan berbagai sumber yang berhubungan untuk memperluas data dan informasi. Namun, masih ada sebagian siswa yang kurang tertarik, sehingga mereka belum sepenuhnya menguasai materi yang dibahas. Hal ini terlihat saat penilaian dan pameran hasil kerja, di mana beberapa siswa belum menguasai materi dengan baik. Ini menunjukkan bahwa pengembangan karakter ketergantungan tidak bisa diubah dalam waktu singkat, melainkan memerlukan proses pembiasaan yang berlangsung dalam jangka panjang dan harus terus diajarkan oleh instruktur melalui penguatan karakter.

Melalui Extend Based Learning berbasis Science Innovation Building and Arithmetic (STEM), siswa menjadi lebih sadar akan pentingnya pembelajaran STEM dan dapat mengembangkan kemampuan yang tercermin dalam keterampilan STEM selama pembelajaran, seperti kemampuan berpikir logis, pemecahan masalah, merancang perangkat untuk menyelesaikan masalah dunia nyata, berkolaborasi, dan mengkomunikasikan data. Diharapkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM ini dapat menghasilkan mahasiswa yang berdaya saing dan siap menghadapi dunia kerja, khususnya dalam bidang STEM di masa depan. Siswa yang memiliki kemampuan STEM akan mampu menciptakan keterampilan yang diperlukan untuk bersaing di abad ke-21.

SIMPULAN

Penerapan pembelajaran dengan demonstrasi Extend Based Learning berbasis Science Innovation Designing and Science (STEM) telah dilaksanakan sesuai dengan yang direncanakan. Karakteristik dari demonstrasi Pembelajaran Berbasis Ventura yang berbasis pada Science Innovation Designing and Arithmetic (STEM) meliputi: 1) meningkatkan kemajuan belajar siswa melalui demonstrasi STEM, karena setiap struktur bahasa mendidik siswa dalam konteks pembelajaran STEM; 2) berfokus pada siswa; 3) mempersiapkan siswa untuk memenuhi tuntutan pembelajaran; 4) menjadikan mahasiswa sebagai pemecah masalah; 5) membantu peserta didik untuk dapat mengkomunikasikan data yang diperoleh; 6) mengembangkan kemampuan untuk merencanakan instrumen yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah yang ada di alam.

DAFTAR PUSTAKA

Craig, T. T. (2015). A Statistical Analysis of the Effects of Project-Based Learning on Student High School and College Outcomes. (Dissertation). The University of Texas at Austin

Fraenkel J R & Wallen N E. (2009). How to Design and Evaluate Research in Education (7th ed). Boston: Mc. Graw-Hill Publishing Company.

Gayatri, Y., Rizqiyah, S., & Suharti, P. (2023). Empowering Studentsâ€TM Scientific Literacy Using Local Wisdom- Based Ethnobotany Atlas Media. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(SpecialIssue), Article SpecialIssue. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.589

Kadir, D. ., Judijanto, L. .,Widodo , . J., Sidik,. E. A. ., Haq, M. S. ., & Santosa, T. A. . (2023). The Effect STEAM Based Discovery Learning Model on Students Thinking Ability: Meta-Analysis Study. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *9*(12), 1245–1253. https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5944

Kemdikbud. (2015). Materi pelatihan guru implementasi kurikulum 2013 tahun 2015: Mata pelajaran BIOLOGI SMA/SMK. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Stohlmann, M.; Moore, T. J.; & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2 (1), 4.