

PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA MELALUI MODEL PEMBELAJARAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* BERBASIS *PROJECT-BASED LEARNING*

Luh Riska Mahayani^{1*}, Sariyasa¹, I Nyoman Sukajaya¹

¹Pendidikan Matematika, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

*Corresponding author. Pendidikan Matematika Universitas Pendidikan Ganesha, 81116, Singaraja, Indonesia

E-mail: riskamahayani10@gmail.com
suka23511@gmail.com

Received 21 January 2024; Received in revised form 22 December 2024; Accepted 24 June 2025

Abstrak

Penelitian ini berawal dari permasalahan rendahnya kemampuan siswa dalam memahami konsep matematika sering kali menjadi kendala utama dalam menyelesaikan soal matematika. Pemahaman konsep merupakan keterampilan mendasar yang harus dikuasai siswa agar dapat memecahkan berbagai permasalahan matematis dengan baik. Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep matematika akibat kurangnya keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam metode pembelajaran, salah satunya dengan menerapkan model STEM PjBL (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics Project-Based Learning*). Model ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar berbasis proyek yang memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara langsung, bekerja secara kolaboratif, serta mengaitkan pembelajaran dengan situasi nyata. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu dengan desain *Post-Test Only Control Group*. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kota Singaraja, dengan dua kelas dipilih sebagai sampel melalui teknik *cluster random sampling*. Data dikumpulkan melalui tes uraian untuk mengukur pemahaman konsep matematika siswa dan dianalisis menggunakan uji-t satu ekor pada tingkat signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan model STEM PjBL memiliki pemahaman konsep matematika yang lebih tinggi dibandingkan mereka yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Kata kunci: Konvensional, model pembelajaran STEM PjBL, pemahaman konsep matematika.

Abstract

This study addresses the issue of students' low ability to understand mathematical concepts, which often serves as a major obstacle in solving mathematical problems. Conceptual understanding is a fundamental skill that students must master to effectively tackle various mathematical challenges. However, field observations indicate that many students struggle to grasp mathematical concepts due to a lack of active engagement in the learning process. Therefore, innovation in teaching methods is necessary, one of which is the implementation of the STEM PjBL (Science, Technology, Engineering, and Mathematics Project-Based Learning) model. This model is designed to provide project-based learning experiences that allow students to explore concepts directly, work collaboratively, and connect learning to real-world situations. This study employs a quasi-experimental method with a Post-Test Only Control Group design. The research population consists of all 11th-grade students at a public senior high school in Singaraja, with two classes selected as samples through cluster random sampling. Data were collected using essay tests to measure students' conceptual understanding of mathematics and analyzed using a one-tailed t-test at a 5% significance level. The results indicate that students who learned using the STEM PjBL model demonstrated a better understanding of mathematical concepts compared to those who participated in conventional learning.

Keywords : Conventional learning, mathematics concept learning, STEM PjBL learning model.



This is an open access article under the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PENDAHULUAN

Era teknologi abad ke-21 menuntut pembelajaran yang tidak hanya berbasis pada penguasaan materi, tetapi juga integratif terhadap perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (Domenici, 2022). Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mengadopsi pendekatan pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, dan kreatif. Salah satu pendekatan yang relevan adalah pembelajaran berbasis STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) (Suyanto, 2023).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM dikombinasikan dengan media ajar elektronik menawarkan fleksibilitas, aksesibilitas, dan potensi untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar (Diacopoulos & Crompton, 2020; Pimmer et al., 2016). Sejalan dengan itu, pendekatan pembelajaran inovatif terus bermunculan untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa, terutama dalam mata pelajaran yang sering dianggap abstrak seperti matematika.

Menurut perspektif *National Research Council* (NRC), terdapat lima aspek krusial dengan pemahaman konsep perlu ditingkatkan dalam proses pembelajaran matematika di sekolah antara lain keterampilan prosedural, kecakapan strategis, penalaran yang fleksibel, serta sikap positif terhadap matematika. Di antara aspek-aspek tersebut, pemahaman konsep menjadi salah satu keterampilan fundamental yang harus dimiliki oleh siswa. Kemampuan ini melibatkan penguasaan dalam menghubungkan gagasan baru dalam matematika dengan konsep lain yang telah dipelajari serta menjelaskan situasi matematika melalui berbagai pendekatan (Maharani *et al.*, 2013; Lasmiyati & Harta, 2014).

Berdasarkan pertimbangan tersebut, pendekatan yang menjanjikan yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kemampuan belajar matematika adalah melalui STEM yang dikombinasikan dengan prinsip *Project-Based Learning* (PjBL) (McComas & Burgin, 2020). Pembelajaran berbasis proyek memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu secara terintegrasi dalam menyelesaikan permasalahan nyata (Hmelo-Silver, 2004).

Penelitian sebelumnya telah menemukan bahwa pendekatan STEM mampu meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Boyin Chen et al., 2025). Selain itu, penerapan PjBL sebagai bagian dari pendekatan STEM telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa pada berbagai materi pelajaran (Boyin Chen et al., 2025; Saputri & Herman, 2022).

Chen & Yang (2019) melakukan perbandingan antara efektivitas pembelajaran PjBL dengan metode pengajaran langsung oleh guru terhadap pencapaian akademik siswa di tingkat pendidikan dasar, menengah, dan tinggi. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa PjBL memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap pencapaian akademik siswa dibandingkan dengan metode pengajaran langsung (Guo *et al.*, 2020). Selain itu, sifatnya yang berpeluang mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 yang krusial dalam menghadapi tantangan tersebut. (Pérez Torres et al., 2024).

Beberapa studi sebelumnya menemukan bahwa penerapan kurikulum pembelajaran berbasis proyek STEM PjBL selama dua tahun dan empat semester sekolah menengah pertama

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

dan perguruan tinggi berhasil mengubah praktik mengajar, meningkatkan keterlibatan dan prestasi siswa dalam sains, memperbaiki citra sekolah, serta mengurangi masalah terkait penurunan jumlah siswa (Beier et al., 2019; C.-S. Chen & Lin, 2019).

Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada materi yang bersifat umum (S.-K. Chen et al., 2022; Santhosh et al., 2023) dan belum secara khusus mengkaji penerapan model pembelajaran STEM berbasis PjBL pada materi matematika kompleks, seperti barisan aritmatika dalam konteks penerapan prinsip tekanan hidrostatik. Padahal, pemahaman konsep matematika seperti barisan aritmatika sangat penting dalam menjembatani keterkaitan antar disiplin ilmu, terutama saat dikaitkan dengan fenomena dalam kehidupan nyata yang berkaitan dengan prinsip-prinsip mekanika fluida.

Berdasarkan data di lapangan, masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika secara menyeluruh dan kontekstual. Berdasarkan data PISA 2022, skor matematika siswa Indonesia mencapai 366, yang masih tertinggal jauh dibandingkan rata-rata internasional sebesar 472. Temuan tersebut juga mengungkapkan bahwa 82% siswa Indonesia berusia 15 tahun tidak memiliki pemahaman yang memadai terhadap matematika, dengan skor berada di level 2 atau lebih rendah, sementara level 5 dan 6 adalah pencapaian tertinggi di antara negara peserta PISA. Fakta ini mengindikasikan bahwa mayoritas siswa di Indonesia masih memiliki pemahaman matematika yang lemah (OECD, 2023).

Selain itu, masih rendahnya pemanfaatan pendekatan pembelajaran terintegrasi lintas disiplin menjadi salah

satu tantangan dalam proses pembelajaran di kelas.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang mengkaji efektivitas model pembelajaran STEM berbasis Project-Based Learning dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika, khususnya pada penerapan materi barisan aritmatika yang dikaitkan dengan prinsip tekanan hidrostatik. Diharapkan, pendekatan ini dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan pemahaman siswa secara holistik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan desain *quasi eksperimen* dengan pendekatan analisis data berbasis kuantitatif. Populasi yang menjadi objek dalam penelitian ini mencakup seluruh siswa kelas XI di sebuah sekolah yang terletak di Singaraja, yaitu SMA Negeri 3 Singaraja Tahun Ajaran 2019/2020. Dari empat kelas yang menjadi bagian dari populasi, dua kelas akan dipilih secara acak sebagai sampel. Sampel dalam penelitian ini dipilih menggunakan teknik pengambilan sampel acak berkelompok (*cluster random sampling*). Setelah kedua kelas ditentukan, selanjutnya akan dilakukan uji kesetaraan. Dalam proses pemilihan sampel, uji kesetaraan dilakukan melalui uji homogenitas guna menilai kesamaan antara kedua kelas. Data yang digunakan dalam pengujian ini diperoleh dari hasil nilai ulangan umum pada kelas yang telah ditentukan. Selanjutnya, dilakukan proses pemilihan ulang dilakukan untuk menentukan kelas yang akan berperan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Desain dalam penelitian ini adalah *“Post Test Only Control Group Design”*. Desain tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

Tabel 1. Desain penelitian

Kelompok	Perlakuan	Post Test
E	X_1	Y
C	-	Y

Sumber: Arikunto (2019)

Keterangan:

E : Kelompok eksperimen.

C : Kelompok *control*

X_1 : Perlakuan pembelajaran dengan penerapan model pembelajaran STEM berbasis PjBL.

Y : Evaluasi berupa *Post test*

Penelitian ini melibatkan dua kelompok sampel, yaitu kelompok perlakuan dan kelompok pembanding. Kelompok perlakuan menerima intervensi berupa pendekatan pembelajaran STEM PjBL dengan materi barisan aritmatika yang dikaitkan dengan penerapan prinsip tekanan hidrostatik. Sementara itu, kelompok pembanding menerapkan metode pembelajaran tradisional (konvensional). Melalui struktur desain tersebut, penempatan peserta ke dalam kelompok dapat dilakukan tanpa harus mengacak tiap individu secara terpisah.

Sebelum diujikan pada sampel, instrumen tes diuji validitas isinya menggunakan teknik validitas isi Gregory oleh tiga pakar: Dua dosen dari bidang Pendidikan Matematika serta satu orang guru matematika. Hasilnya menunjukkan koefisien validitas 1,00, yang berarti tes sangat relevan. Sebanyak 12 butir soal diuji coba untuk menghitung validitas dan reliabilitas \ konsep matematika dalam bentuk uraian. Tes yang diberikan merupakan soal-soal yang mencakup indikator pemahaman konsep, yaitu: (a) merumuskan kembali suatu konsep, (b) menyajikan contoh dan bukan contoh dari konsep tersebut, (c) mengidentifikasi syarat perlu serta

syarat cukup suatu konsep, dan (d) menerapkan konsep atau algoritma dalam penyelesaian masalah.

Setelah mendapatkan nilai dari kegiatan *pre-test* yang sebelumnya dilakukan, selanjutnya dilakukan kegiatan *post-test* di akhir penelitian. Tes tersebut berisi delapan soal, dimana kedelapan soal yang telah didapatkan sebelumnya akan digunakan sebagai *post-test* kemudian, skor-skor itu dijadikan acuan utama dalam pelaksanaan pengujian hipotesis. Sebelum dianalisis lebih lanjut, data hasil tes pemahaman konsep matematika yang terkumpul harus diuji terlebih dahulu untuk memastikan persyaratan terpenuhi, yakni melalui pengujian normalitas dan homogenitas. Bila kedua uji tersebut memberikan hasil yang sesuai, langkah berikutnya adalah melakukan uji hipotesis dengan metode uji-t satu ekor guna menarik kesimpulan dari penelitian ini., dengan hipotesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2$: Hasil ulangan umum semester ganjil tahun ajaran 2019/2020 dalam mata pelajaran matematika di kalangan siswa kelas XI SMA Negeri 3 Singaraja tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$: Terdapat perbedaan yang signifikan Hasil ulangan umum semester ganjil tahun ajaran 2019/2020 dalam mata pelajaran matematika di kalangan siswa kelas XI SMA Negeri 3 Singaraja.

Kriteria pengujian menetapkan bahwa hipotesis nol ditolak jika $-t_{hitung} > t_{tabel}$, di mana t_{tabel} didapat dari tabel distribusi t pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$ dengan derajat kebebasan $(dk) = (n_1 + n_2 - 2)$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pemahaman konsep matematika peserta didik pada materi Aritmatika melalui model pembelajaran STEM PjBL lebih unggul dibandingkan dengan peserta didik yang memperoleh pembelajaran menggunakan model konvensional.

Fakta ini dibuktikan melalui analisis nilai posttest siswa. Uji normalitas distribusi data dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode *Kolmogorov Smirnov* pada tingkat signifikansi 5%. Analisis normalitas untuk kelompok eksperimen, yang terdiri atas 29 nilai data, terdapat nilai D_{hitung} sebesar 0.229 dan nilai D_{tabel} adalah 0,252. Sedangkan pada kelompok kontrol dengan data sebanyak 30, menunjukkan bahwa nilai D_{hitung} sebesar 0.203 dan nilai D_{tabel} adalah 0,247. Dari kedua data diperoleh $D_{hitung} < D_{tabel}$ sehingga H_0 diterima. Berdasarkan analisis, dapat dikatakan bahwa data pemahaman konsep matematika dari dua kelas, baik eksperimen dan kontrol, dipilih dari populasi yang menyebar secara normal.

Tahap berikutnya adalah menguji keseragaman varians. Dalam studi ini, uji F digunakan untuk mengevaluasi varians data. Dari perhitungan, diperoleh nilai $F_{hitung} = 2,277 > F_{tabel} = 1,875$ sehingga H_0 ditolak. Berdasarkan hipotesis yang diajukan, hasil analisis mengungkapkan bahwa varians data pemahaman konsep matematika siswa tidak seragam (homogen). Hasil analisis uji normalitas dan uji homogenitas varians mengindikasikan bahwa Data pemahaman konsep matematika pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal, namun memiliki varians yang tidak homogen. Oleh

karena itu, pengujian hipotesis dilakukan dengan uji-t satu arah pada sisi kanan. Hasil analisis uji-t ada pada Tabel 2.

Tabel 2. Rangkuman Hasil Uji-t

Variabel	Post Test	
	Klp Eksperimen (1)	Klp Kontrol (2)
N	29	30
$\bar{Y}$	77,37	62,08
$SD_{gabungan}$	20,28	
t'_{hitung}	2,91	
W	8,60	18,94
d_k	28	29
t_{tabel}	1,70	1,69
$\frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2}$	1,69	

Berdasarkan Tabel 2, yang menunjukkan bahwa nilai $t'_{hitung} > \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2}$. Dengan demikian H_0 ditolak. Temuan ini mengindikasikan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model STEM berbasis PjBL Memiliki tingkat pemahaman konsep matematika yang lebih unggul dibandingkan dengan siswa yang belajar menggunakan metode konvensional.

Model pembelajaran STEM PjBL merupakan pendekatan inovatif yang sesuai untuk diimplementasikan dalam pembelajaran serta dapat berkontribusi sebagai metode pendukung dalam pelaksanaan kurikulum yang berlaku saat ini (Sasmita & Hartoyo, 2020). Berdasarkan analisis pada kedua kelas, penggunaan model pembelajaran STEM berbasis PjBL merupakan inovasi yang sesuai untuk diterapkan dalam pembelajaran dan dapat berperan sebagai salah satu metode yang meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar yang mendukung pelaksanaan kurikulum yang sedang diterapkan saat ini.

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

Pernyataan ini juga mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, di mana kelas eksperimen menerapkan model pembelajaran STEM berbasis PjBL, sedangkan kelas kontrol menggunakan pendekatan pembelajaran PBL. Kedua model pembelajaran tersebut masing-masing terdiri atas 5 sintaks pembelajaran yang berbeda. Berdasarkan pengamatan peneliti, pada setiap pertemuannya pembelajaran telah dilakukan dengan baik oleh peserta didik. Penerapan model pembelajaran STEM PjBL pada pertemuan pertama dilaksanakan dengan tiga sintaks pembelajaran yaitu: *Reflection*, *Research* dan *Discovery* sedangkan pada pertemuan kedua dilaksanakan dengan dua sintaks selanjutnya yaitu: *Application* dan *Communication*. Pada kelas kontrol, setiap sesi pembelajaran terdiri dari lima tahapan utama, yaitu: pengenalan masalah kepada siswa, pengelompokan dan pengorganisasian siswa, pendampingan dalam investigasi individu maupun kelompok, pengolahan serta presentasi hasil, dan refleksi serta evaluasi terhadap proses penyelesaian masalah.

Tahap awal dalam proses pembelajaran, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, memiliki tujuan yang serupa, yaitu mengenali masalah yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari serta mencari solusi untuk mengatasinya. salah satunya dengan menghubungkan pengetahuan yang sudah dimiliki dengan konsep baru yang perlu dipelajari lebih lanjut. menjadi langkah penting dalam memahami materi secara lebih mendalam. Namun, antusiasme siswa di kelas eksperimen lebih tinggi karena mereka mengikuti pembelajaran dengan menggunakan model yang baru, yaitu *STEM Project-Based Learning* (PjBL) dengan pola tertanam

(*embedded*) (Mamahit *et al.*, 2020). Pembelajaran mengintegrasikan materi utama, yaitu matematika, dengan materi pendamping seperti sains, teknik, dan teknologi. Dalam penelitian ini, diterapkan dua integrasi utama, yaitu Sains dan Teknik, yang mengimplementasikan salah satu konsep dalam mekanika fluida yaitu Teorema Toricelli dan proyek pembuatan alat yang akan digunakan dalam kegiatan penelitian yang dibuat oleh siswa. Materi pendamping ini memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep utama dan menghubungkannya dengan permasalahan dunia nyata. Sebaliknya, pada kelas kontrol, fokus pembelajaran hanya pada masalah terkait matematika tanpa melibatkan disiplin ilmu lainnya.

Pada tahap kedua, yaitu fase *Research* untuk kelas eksperimen dan fase pengorganisasian siswa untuk kelas kontrol, guru mengelompokkan siswa ke dalam kelompok heterogen. Dalam kelas eksperimen, pembelajaran melibatkan eksperimen langsung yang mengaitkan konsep *Teorema Torricelli* dengan barisan aritmetika melalui praktik sederhana menggunakan botol berlubang. Siswa menghitung jarak aliran air dari lubang-lubang dengan kedalaman berbeda, yang menggambarkan pola aritmetika. Aktivitas ini dirancang untuk menghubungkan teori dengan aplikasi nyata. Sebaliknya, pada kelas kontrol, siswa hanya mengerjakan pertanyaan pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) tanpa eksplorasi mendalam terhadap fenomena kehidupan sehari-hari.

Tahap ketiga adalah *Discovery* Tahap terakhir adalah *Communication* untuk kelas eksperimen dan fase mengembangkan serta menyajikan hasil untuk kelas kontrol. Di kelas eksperimen, siswa mempresentasikan proyek mereka di depan kelas dan

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

menerima umpan balik dari teman-temannya. Proses ini memperkuat kemampuan komunikasi, kolaborasi, dan evaluasi diri siswa. Sebaliknya, di kelas kontrol, siswa hanya mempresentasikan hasil diskusi kelompok dari LKPD, dengan format yang lebih sederhana tanpa adanya proyek nyata sebagai hasil pembelajaran.

Pada tahap keempat, yaitu *Application* atau tahap aplikasi, siswa di kelas eksperimen memodelkan solusi dalam bentuk proyek yang telah disepakati. Proses ini memungkinkan siswa menginternalisasi konsep dan mengaplikasikannya ke dalam proyek yang nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek tidak hanya mampu meningkatkan pemahaman konseptual siswa, tetapi juga mendorong mereka untuk belajar dengan lebih aktif dan bermakna (Na'imah et al., 2015). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2022) menyatakan bahwa penerapan pendekatan STEM menunjukkan siswa tidak hanya menghafal materi, tetapi juga memahami dan dapat mengaitkan pengetahuan yang diperolehnya dengan masalah nyata yang dihadapi sehingga proses belajar lebih relevan dan mendalam, khususnya dalam

pembelajaran matematika (Ardiansyah et al., 2020; Muyassaroh et al., 2022). Maka dalam penerapan dilakukannya pembelajaran ini bermakna dalam antusiasme siswa, pemahaman konseptual, dan kemampuan aplikasi siswa dibandingkan pembelajaran konvensional. Dengan pola tertanam (*embedded*), pembelajaran mengintegrasikan sains, teknik, dan teknologi, sehingga lebih relevan dengan kehidupan nyata. Kegiatan berbasis proyek memungkinkan siswa memvisualisasikan konsep abstrak secara konkret serta memperkuat ingatan jangka panjang mereka. Proyek yang dikerjakan oleh siswa dalam kelas eksperimen memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan aplikatif dapat dilihat pada Gambar 1.

Model STEM PjBL menawarkan pembelajaran aktif dan bermakna dengan eksperimen serta proyek praktis yang mendorong keterlibatan siswa dalam Gambar 2. Kelebihannya meliputi peningkatan minat, motivasi, dan keterampilan abad ke-21. Namun, penerapan model ini membutuhkan waktu, sumber daya, pelatihan guru, dan partisipasi siswa yang optimal (Ardiansyah et al., 2020; Simamora, 2024).

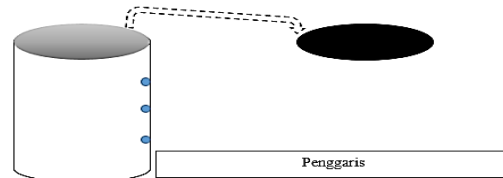


Gambar 1. Beberapa Kegiatan siswa menerapkan Pembelajaran dengan model STEM PjBL pada materi Aritmatika yang dihubungkan dengan Konsep *Teorema Toricelli*



Percobaan 5.

- 1) Menyiapkan alat dan bahan yaitu tabung atau botol bekas dengan tutup yang sudah dibubangi dengan jarak antar lubang dan diameter lubang sama. Kemudian lubang ditutup dengan lakban seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Kegiatan Praktek siswa menggunakan LKPD dengan Model STEM PjBL

Temuan utama dari penelitian ini adalah integrasi antara konsep barisan aritmatika dalam matematika dengan konsep Torricelli melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Penelitian ini menunjukkan bahwa siswa dapat memahami kedua konsep tersebut secara terpadu, khususnya dalam konteks perubahan jarak yang mengikuti pola barisan aritmatika. Pendekatan ini juga memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih nyata, memperkuat pemahaman siswa akan hubungan antara matematika dengan penerapannya pada prinsip mekanika fluida.

Beberapa faktor yang mendukung hasil tersebut di antaranya adalah relevansi logis antara kedua materi yang dipilih, yaitu barisan aritmatika dan konsep Torricelli. Pendekatan STEM berbasis proyek memberikan siswa ruang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif sambil mengeksplorasi hubungan antar-disiplin. Selain itu, pemilihan materi Torricelli sebagai yang sederhana namun relevan turut memperkuat keberhasilan pembelajaran ini.

Penelitian ini didukung oleh penelitian dari Rahmawati & Juandi (2022). Penelitiannya menekankan pentingnya integrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan siswa menghadapi tantangan global. Namun, penelitian ini memiliki pendekatan yang

berbeda dengan penelitian oleh Rahmawati & Juandi (2022). Penelitian tersebut membahas STEM secara terpisah untuk matematika dan pembelajaran ipa lainnya tanpa menyatukannya dalam satu kegiatan proyek.

Penelitian ini memiliki kelebihan seperti mampu mengintegrasikan pembelajaran lintas disiplin secara efektif dan memberikan pengalaman kontekstual kepada siswa, sehingga meningkatkan relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, pendekatan berbasis proyek ini juga memperkuat keterampilan kolaborasi dan pemecahan masalah. Namun, terdapat beberapa kekurangan, seperti kebutuhan waktu yang lebih panjang untuk perencanaan dan pelaksanaan proyek, serta tantangan bagi siswa yang kurang memahami dasar-dasar matematika. Selain itu, implementasi pendekatan ini memerlukan kompetensi guru yang tinggi dalam mengelola pembelajaran lintas disiplin.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi yang signifikan. Bagi siswa, pendekatan ini memudahkan mereka untuk memahami penerapan konsep matematika dalam kehidupan nyata. Bagi guru, studi ini memperkenalkan model pembelajaran baru yang dapat diintegrasikan ke dalam kurikulum berbasis pengembangan kompetensi. Secara lebih luas,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

penelitian ini memperkaya strategi pembelajaran lintas disiplin yang relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21, sekaligus memberikan peluang penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan integrasi konsep lainnya (Le et al., 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan, hasil analisis, dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa implementasi model pembelajaran ini memberikan efek positif terhadap proses dan hasil belajar siswa. Model STEM PjBL terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kota Singaraja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan model STEM PjBL memiliki pemahaman konsep matematika yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mengikuti metode pembelajaran konvensional. Sehingga diperlukan penelitian pengaruh model STEM PjBL terhadap variabel lain untuk memperoleh wawasan yang lebih luas seperti keterampilan pemecahan masalah, kreativitas, atau sikap terhadap matematika. Selain itu, penelitian ini juga dapat diterapkan pada jenjang pendidikan yang berbeda untuk memperluas penerapan model pembelajaran tersebut.

Bagi praktisi pendidikan, khususnya guru matematika, penerapan model pembelajaran STEM PjBL perlu dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai kendala yang mungkin dihadapi. Untuk mengatasi kendala tersebut, diharapkan implementasi model STEM PjBL dapat dilakukan secara lebih efektif dan menghasilkan hasil yang optimal dalam pembelajaran matematika di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Pada*, A. U. T. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Ardiansyah, R., Diella, D., & Suhendi, H. Y. (2020). Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran Abad 21 Dengan Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM Bagi Guru IPA. *Publikasi Pendidikan*, 10(1), 31. <https://doi.org/10.26858/publikan.v10i1.12172>
- Arikunto, S. (2019). *Prosedur Penelitian*. Rineka Cipta.
- Beier, M., Kim, M., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S., & Gilberto, J. (2019). The Effect of Authentic Project-Based Learning on Attitudes and Career Aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, 56, 3–23. <https://doi.org/10.1002/TEA.21465>
- Chen, Boyin, Chen, Juanjuan, Wang, Minhong, Tsai, Chin-Chung, & Kirschner, Paul A. (2025). The Effects of Integrated STEM Education on K12 Students' Achievements: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 00346543251318297. <https://doi.org/10.3102/00346543251318297>
- Chen, C.-S., & Lin, J. (2019). A Practical Action Research Study of the Impact of Maker-Centered STEM-PjBL on a Rural Middle School in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/S10763-019-09961-8>
- Chen, S.-K., Yang, Y., Lin, C.-F., & Lin,

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

- S. (2022). Dispositions of 21st-Century Skills in STEM Programs and Their Changes over Time. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 1363–1380.
<https://doi.org/10.1007/s10763-022-10288-0>
- Chen, & Yang. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81.
- Diacopoulos, M. M., & Crompton, H. (2020). A systematic review of mobile learning in social studies. *Computers & Education*, 154, 103911.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103911>
- Domenici, V. (2022). STEAM Project-Based Learning Activities at the Science Museum as an Effective Training for Future Chemistry Teachers. *Education Sciences*, 12(1).
<https://doi.org/10.3390/educsci12010030>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102(April), 101586.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266.
<https://doi.org/10.1023/B:EDPR.000034022.16470.f3>
- Lasmiyati, L., & Harta, I. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat SMP. *PYTHAGORAS Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 161–174.
<https://doi.org/10.21831/pg.v9i2.9077>
- Le, H. C., Nguyen, V. H., & Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM Approaches and Associated Outcomes of K-12 Student Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 13(3).
<https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- Maharani, L., Hartono, Y., & Hiltrimartin, C. (2013). Kemampuan Pemahaman Konsep Siswa pada Pembelajaran Matematika Menggunakan Model Generative Learning di Kelas VIII SMP Negeri 6 Palembang. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 1–17.
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwono, H. (2020). Efektivitas Model Project-Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(9), 1284.
<https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i9.14034>
- McComas, W., & Burgin, S. (2020). A Critique of “STEM” Education. *Science & Education*, 29, 805–829.
<https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- 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>
- Na'imah, N. J., Supartono., & Wardani, S. (2015). Penerapan Pembelajaran

DOI: <https://doi.org/10.24127/ajpm.v14i2.9547>

- Berbasis Proyek Berbantuan E-Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 9(2), 1566–1574.
<https://doi.org/10.15294/jipk.v9i2.4824>
- OECD. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. In *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in education* (Vol. 1). OECD Publishing.
- Pérez Torres, M., Couso Lagarón, D., & Marquez Bargalló, C. (2024). Evaluation of STEAM Project-Based Learning (STEAM PBL) Instructional Designs from the STEM Practices Perspective. *Education Sciences*, 14(1).
<https://doi.org/10.3390/educsci14010053>
- Pimmer, C., Mateescu, M., & Gröbhel, U. (2016). Mobile and ubiquitous learning in higher education settings. A systematic review of empirical studies. *Computers in Human Behavior*, 63, 490–501.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.057>
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Stem: Systematic Literature Review. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 149.
<https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>
- Santhosh, M., Farooqi, H., Ammar, M., Siby, N., Bhadra, J., Al-Thani, N., Sellami, A., Fatima, N., & Ahmad, Z. (2023). A Meta-Analysis to Gauge the Effectiveness of STEM Informal Project-Based Learning: Investigating the Potential Moderator Variables. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 671–685.
<https://doi.org/10.1007/s10956-023-10063-y>
- Saputri, V., & Herman, T. (2022). Integrasi Stem dalam Pembelajaran Matematika: Dampak Terhadap Kompetensi Matematika Abad 21. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(1), 247–260.
<https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i1.247-260>
- Sari, S. U. R., Lestari, R. D., & Kinasih, I. A. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Pjbl Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Dan Disposisi Matematis Dalam Menyelesaikan Permasalahan Matematika. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, 7(2), 61.
<https://doi.org/10.26737/jpmi.v7i2.3634>
- Sasmita, P. R., & Hartoyo, Z. (2020). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM Project Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 2(2), 136–148.
<https://doi.org/10.31540/sjpif.v2i2.1081>
- Simamora, A. M. (2024). A Decade of Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PjBL): A Systematic Literature Review. *Journal of Computers for Science and Mathematics Learning*, 1(1), 58–78.
<https://doi.org/10.70232/pn3nek61>
- Suyanto, S. (2023). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis, Berkomunikasi, Berkolaborasi, dan Kreativitas pada Matriks melalui Kriptografi Menggunakan PjBL-STEM. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 8(2), 216–225.
<https://doi.org/10.51169/ideguru.v8i2.503>