

Studi Uji Coba Terbatas: Efektivitas PBL Berbasis Ekosistem E-learning dalam Pembelajaran Teknologi Alat Berat Teknik Otomotif

Rahmat Desman Koto^{1*}, Putri Mayang Sari¹, Ambiyar², Mahesi Agni Zaus³, Wagino⁴

¹Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

²Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

³Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

⁴Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*e-mail: rahmatdkoto@student.unp.ac.id

(Diajukan: 19 Juni 2024, direvisi: 24 Juni 2024, disetujui: 11 Juli 2024, dipublikasikan: 13 Juli 2024)

Abstrak

Penelitian ini mengkaji efektivitas metode Problem Based Learning (PBL) berbasis *e-learning* dalam pembelajaran teknologi alat berat pada program vokasi otomotif. Subjek penelitian terdiri dari 13 peserta didik yang mengikuti *pretest* dan *posttest* untuk mengukur pemahaman sebelum dan setelah perlakuan. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai *posttest* (rata-rata 75.38) dibandingkan *pretest* (rata-rata 24.85), dengan N-Gain score rata-rata 0.7 dan *Effect size* sebesar 5.7. Hasilnya metode PBL berbasis *e-learning* efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Saran diberikan untuk memperluas implementasi metode ini, mengembangkan modul interaktif, melatih instruktur, melakukan evaluasi berkelanjutan, dan memastikan infrastruktur teknologi yang memadai. Penelitian ini memberikan bukti bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan kualitas pendidikan vokasi otomotif.

Kata Kunci: PBL berbasis *E-learning*, Efektivitas Metode Pembelajaran, Pendidikan Vokasi Otomotif, Teknologi Alat Berat.

Abstract

This study examines the effectiveness of the e-learning-based Problem Based Learning (PBL) method in learning heavy equipment technology in automotive vocational programs. The research subjects consisted of 13 students who took pretest and posttest to measure understanding before and after treatment. The results showed a significant increase in the posttest score (average 75.38) compared to the pretest (average 24.85), with an average N-Gain score of 0.7 and an Effect size of 5.7. As a result, the e-learning-based PBL method is effective in improving student understanding. Suggestions were given to expand the implementation of these methods, develop interactive modules, train instructors, conduct ongoing evaluations, and ensure adequate technological infrastructure. This study provides evidence that this approach can improve the quality of automotive vocational education.

Keywords: *E-learning-based PBL, Effectiveness of Learning Methods, Automotive Vocational Education, Heavy Equipment Technology.*

PENDAHULUAN

Di era digital saat ini, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak signifikan dalam berbagai bidang, termasuk pendidikan. Penggunaan teknologi dalam pendidikan telah membuka peluang baru untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih fleksibel, terjangkau, dan dapat diakses oleh lebih banyak peserta didik [1]. Salah satu inovasi yang muncul dari kemajuan ini adalah penerapan *e-learning*, yang memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung proses pembelajaran jarak jauh [2]. Melalui *e-learning*, peserta didik dapat mengakses materi pembelajaran, berinteraksi dengan instruktur, dan berkolaborasi dengan sesama peserta didik tanpa terikat oleh batasan geografis [3].

Selain *e-learning*, Problem Based Learning (PBL) juga telah dikenal sebagai metode yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran [4]. PBL menekankan pada penyelesaian masalah nyata yang relevan dengan kehidupan peserta didik, sehingga mendorong mereka untuk berpikir kritis, bekerja secara kolaboratif, dan mengembangkan keterampilan *problem-solving* [5]. Metode ini tidak hanya membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang diajarkan, tetapi juga mengaplikasikannya dalam konteks praktis, yang sangat penting dalam pendidikan vokasi [6].

Menggabungkan kedua pendekatan ini, yaitu *e-learning* dan PBL, dapat memberikan solusi inovatif untuk pembelajaran yang lebih efektif dan relevan, khususnya dalam bidang vokasi otomotif [7]. Dalam konteks ini, *e-learning* dapat menyediakan fleksibilitas dan aksesibilitas, sementara PBL dapat memberikan pengalaman belajar yang mendalam [8]. Peserta didik dapat belajar tentang teknologi alat berat melalui modul *e-learning* yang interaktif, kemudian menerapkan pengetahuan tersebut dalam skenario berbasis masalah yang mencerminkan situasi dunia nyata di industri otomotif [9].

Dengan demikian, kombinasi *e-learning* dan PBL diharapkan dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan responsif terhadap kebutuhan industri [10]. Hal ini tidak hanya akan meningkatkan kualitas pendidikan vokasi otomotif, tetapi juga mempersiapkan peserta didik dengan keterampilan yang relevan dan siap pakai saat mereka memasuki dunia kerja [11]. Inovasi ini dapat menjadi langkah penting dalam modernisasi pendidikan vokasi, memastikan bahwa lulusan memiliki kompetensi yang dibutuhkan untuk bersaing di pasar tenaga kerja yang semakin kompleks dan berbasis teknologi [12].

Teknologi alat berat dalam pendidikan vokasi otomotif merupakan salah satu bidang yang memerlukan pendekatan pembelajaran yang komprehensif dan praktis [13]. Mengingat kompleksitas dan kebutuhan akan pemahaman teknis yang mendalam, metode PBL berbasis *e-learning* diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan aplikatif bagi peserta didik [14]. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas metode PBL berbasis *e-learning* dalam pembelajaran teknologi alat berat pada program vokasi otomotif.

Penelitian ini akan mengukur seberapa efektif metode PBL berbasis *e-learning* dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi teknologi alat berat, serta menilai pengaruh penerapan PBL berbasis *e-learning* terhadap motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat

memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi dan tantangan dalam penerapan PBL berbasis *e-learning* pada pembelajaran teknologi alat berat di program vokasi otomotif.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan pendekatan *pretest-posttest* [15]. Desain ini dipilih untuk mengukur perubahan pemahaman dan keterlibatan peserta didik sebelum dan setelah penerapan PBL berbasis *e-learning* atau disebut juga dengan PBL-E dalam pembelajaran teknologi alat berat. Desain *pretest-posttest* memungkinkan peneliti untuk membandingkan hasil belajar peserta didik sebelum dan setelah perlakuan, sehingga efektivitas metode yang diterapkan dapat diukur secara objektif [16].

Subjek penelitian ini adalah peserta didik Program Diploma III Teknik Otomotif yang terdiri dari 13 peserta didik. Pemilihan subjek dilakukan secara purposif, dengan mempertimbangkan kesesuaian materi pembelajaran teknologi alat berat dengan kurikulum yang sedang ditempuh oleh peserta didik [17]. Kelas yang digunakan merupakan kelas skala kecil, yang diharapkan dapat memberikan perhatian lebih intensif terhadap setiap peserta didik dan memfasilitasi interaksi yang lebih efektif selama proses pembelajaran. Sebelum penerapan metode PBL berbasis *e-learning*, seluruh peserta didik akan diberikan *pretest* untuk mengukur pemahaman awal mereka terhadap materi teknologi alat berat. *Pretest* ini akan terdiri dari serangkaian soal pilihan ganda dan esai yang mencakup konsep dasar dan aplikasi teknologi alat berat.

Setelah *pretest*, peserta didik akan mengikuti sesi pembelajaran dengan metode PBL berbasis *e-learning*. Pembelajaran ini akan dilakukan melalui platform *e-learning* yang menyediakan modul interaktif, video tutorial, dan forum diskusi. Peserta didik akan diberikan proyek-proyek berbasis masalah yang relevan dengan teknologi alat berat dan harus menyelesaikannya secara berkelompok. Setiap proyek akan dirancang untuk menantang peserta didik dalam menerapkan pengetahuan teoretis mereka ke dalam situasi praktis. Setelah penyelesaian skenario PBL, peserta didik akan diberikan *posttest* yang serupa dengan *pretest*. *Posttest* ini bertujuan untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta didik setelah penerapan metode PBL berbasis *e-learning*.

Dalam penelitian ini, teknik analisis data dilakukan melalui beberapa langkah metodologis. Pertama, dilakukan analisis statistik deskriptif untuk mendeskripsikan distribusi data *pretest* dan *posttest*, termasuk perhitungan rata-rata, standar deviasi, dan rentang nilai [18]. Selanjutnya, dilakukan uji normalitas untuk memverifikasi distribusi data mengikuti pola normal, serta uji homogenitas untuk memastikan konsistensi varians antara kelompok [19]. Data kemudian dianalisis menggunakan uji t berpasangan untuk menguji hipotesis perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, dengan signifikansi ditentukan oleh nilai $p < 0,05$ [20]. Selain itu, dilakukan analisis *N-Gain* untuk mengukur peningkatan relatif dalam hasil belajar, serta perhitungan *effect size* untuk menilai kekuatan perbedaan antara dua kelompok [21]. Metode analisis ini bertujuan memberikan pemahaman yang mendalam tentang efektivitas model pembelajaran PBL-E TAB dalam konteks peningkatan prestasi belajar peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Nilai *Pretest* dan *Posttest* Model Pembelajaran PBL-E TAB

Sebelum mengimplementasikan perlakuan tertentu dalam konteks pembelajaran, penting untuk melakukan evaluasi awal dan akhir terhadap para peserta untuk mengukur dampaknya. Dalam studi ini, dilakukan analisis data *pretest* dan *posttest* untuk kelompok kelas uji coba terbatas. Data ini memberikan wawasan tentang perubahan prestasi peserta didik sebelum dan setelah perlakuan diberlakukan.

Tabel 1. Hasil Analisis Data *Pretest* dan *Posttest* Kelas Uji Coba Terbatas

Statistics			
		<i>Pretest</i> Kelas Uji Coba Terbatas	<i>Posttest</i> Kelas Uji Coba Terbatas
N	Valid	13	13
	Missing	31	31
Mean		24.85	75.38
Std. Error of Mean		2.470	2.433
Median		23.00	72.00
Mode		23	80
Std. Deviation		8.905	8.771
Variance		79.308	76.923
Range		36	28
Minimum		5	64
Maximum		41	92
Sum		323	980
Percentiles	25	20.50	68.00
	50	23.00	72.00
	75	29.50	80.00

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat hasil analisis data *pretest* dan *posttest* mengungkapkan peningkatan yang signifikan dalam pengetahuan peserta didik setelah perlakuan atau perlakuan yang diberlakukan dalam kelas uji coba terbatas. Rata-rata nilai *posttest* (75.38) jauh lebih tinggi daripada nilai *pretest* (24.85), menunjukkan efektivitas perlakuan tersebut dalam meningkatkan pemahaman dan kinerja peserta didik. Selain itu, peningkatan ini juga didukung oleh penurunan deviasi standar dari nilai *posttest*, menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mengalami peningkatan yang konsisten.

Pemahaman tentang distribusi frekuensi *pretest* dalam kelas uji coba terbatas adalah langkah awal yang penting dalam mengevaluasi kondisi awal peserta didik sebelum perlakuan diterapkan. Tabel 2 memperlihatkan distribusi frekuensi *pretest* untuk kelas uji coba terbatas, yang merupakan gambaran dari variasi skor peserta didik dalam rentang nilai tertentu sebelum perlakuan dilakukan.

Tabel 2. Distribusi frekuensi *Pretest* Kelas Uji Coba Terbatas

Interval	Frekuensi	%
5 s/d 12	1	8%
13 s/d 20	2	15%
21 s/d 28	7	54%
29 s/d 36	2	15%
37 s/d 44	1	8%
Jumlah	13	100%

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat distribusi frekuensi *pretest* menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik (54%) memiliki skor *pretest* dalam rentang 21 hingga 28, sementara kelompok minoritas berada pada rentang yang lebih rendah atau lebih tinggi.

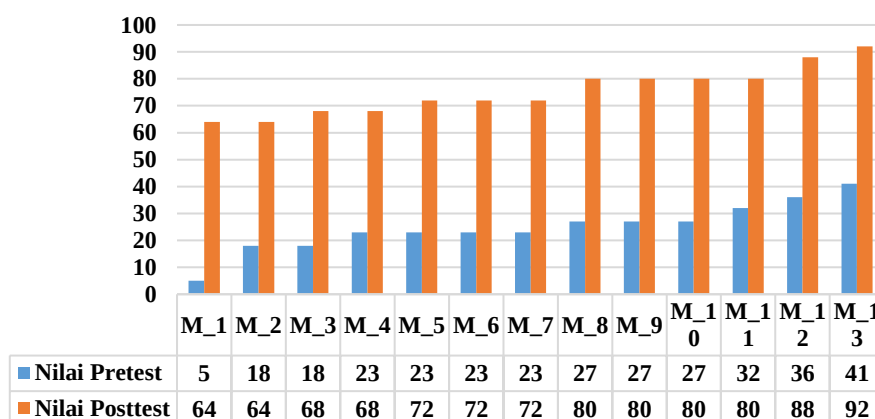
Analisis ini menyoroti keberagaman tingkat pemahaman awal peserta didik dalam kelas uji coba terbatas tersebut.

Tabel 3 menampilkan distribusi frekuensi *posttest* untuk kelas uji coba terbatas setelah perlakuan diterapkan. Analisis ini memungkinkan kita untuk melihat bagaimana perubahan prestasi peserta didik terjadi setelah mereka mengikuti program atau pembelajaran tertentu.

Tabel 3. Distribusi frekuensi *Posttest* Kelas Uji Coba Terbatas

Interval	Frekuensi	%
64 s/d 69	4	31%
70 s/d 75	3	23%
76 s/d 81	4	31%
82 s/d 87	0	0%
88 s/d 93	2	15%
Jumlah	13	100%

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat distribusi frekuensi *posttest*, terlihat bahwa mayoritas peserta didik mencapai nilai antara 64 hingga 81, dengan sebagian besar berada pada rentang 64 hingga 75. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah mengalami peningkatan prestasi setelah perlakuan diterapkan. Selanjutnya Gambar 1. menampilkan sebaran nilai *pretest* dan *posttest* untuk kelas uji coba terbatas.



Gambar 1. Sebaran Nilai *Pretest Posttest* Kelas Uji Coba Terbatas

Dengan melihat visualisasi ini, kita dapat memperoleh pemahaman tentang bagaimana distribusi nilai berubah setelah kelas menerima suatu perlakuan pembelajaran model PBL-E. Perbandingan antara nilai *pretest* dan *posttest* dapat membantu dalam mengevaluasi sejauh mana perlakuan tersebut berhasil dalam meningkatkan kinerja peserta didik.

Uji Prasyarat Analisis Nilai *Pretest* dan *Posttest* Model Pembelajaran PBL-E TAB (Ujicoba Terbatas)

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data nilai *pretest* dan *posttest* pada model pembelajaran PBL-E TAB dalam uji coba terbatas berdistribusi normal. Uji normalitas yang digunakan adalah *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*. Hasil uji normalitas ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

		One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	
		Pretest Kelas Uji Coba Terbatas	Posttest Kelas Uji Coba Terbatas
	N	13	13
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	24.85	75.38
	Std. Deviation	8.905	8.771
	Absolute	.187	.189
Most Extreme Differences	Positive	.174	.189
	Negative	-.187	-.162
	Test Statistic	.187	.189
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200	.200

Berdasarkan Tabel 4. dapat dilihat hasil uji normalitas menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* untuk nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas uji coba terbatas. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengevaluasi apakah distribusi nilai *pretest* dan *posttest* mengikuti distribusi normal. Hasil uji menunjukkan bahwa untuk nilai *pretest*, nilai p-statistik adalah 0.200 dengan uji statistik sebesar 0.187. Sedangkan untuk nilai *posttest*, nilai p-statistik adalah 0.200 dengan uji statistik sebesar 0.189.

Uji Homogenitas

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas

		Test of Homogeneity of Variances			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Pretest dan Posttest Kelas Uji Coba Terbatas	Based on Mean	.632	1	16	.438
	Based on Median	.446	1	16	.514
	Based on Median and with adjusted df	.446	1	14.985	.514
	Based on trimmed mean	.629	1	16	.439

Berdasarkan Tabel 5. dapat dilihat hasil uji homogenitas menggunakan *Test of Homogeneity of Variances* untuk memeriksa apakah varian dari data *pretest* dan *posttest* kelas uji coba terbatas adalah homogen. Hasil uji menunjukkan bahwa berdasarkan *mean*, *median*, dan *trimmed mean*, nilai statistik *Levene* adalah 0.632, 0.446, dan 0.629, serta nilai signifikansi masing-masing adalah 0.438, 0.514, dan 0.439.

Uji Hipotesis Nilai Pretest dan Posttest Model Pembelajaran PBL-E TAB

Untuk menguji hipotesis perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* pada model pembelajaran PBL-E TAB dalam uji coba terbatas, dilakukan uji t berpasangan (*Paired Samples Test*). Hasil uji t ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji T

		Paired Samples Test							
		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest Kelas Uji Coba Terbatas - Posttest Kelas Uji Coba Terbatas	-50.538	3.620	1.004	-52.726	-48.351	-50.340	12	.000

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat hasil dari uji hipotesis menggunakan uji T berpasangan untuk membandingkan nilai *pretest* dan *posttest* pada Kelas Uji Coba

Terbatas yang menerapkan model pembelajaran PBL-E TAB. Hasil uji menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, dengan nilai *t* sebesar -50.538 dan signifikansi (*p*) kurang dari 0.001. Selain itu, rata-rata perbedaan antara nilai *pretest* dan *posttest* adalah -50.538, dengan interval kepercayaan 95% untuk perbedaan antara -52.726 dan -48.351.

N-Gain Score Nilai Pretest dan Posttest Model Pembelajaran PBL-E TAB

Untuk mengukur peningkatan hasil belajar peserta didik, digunakan *N-Gain score* yang dihitung berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest*. *N-Gain score* memberikan gambaran tentang efektivitas model pembelajaran PBL-E TAB dalam meningkatkan nilai peserta didik. Tabel 7 menunjukkan perhitungan *N-Gain score* untuk masing-masing siswa dalam uji coba terbatas.

Tabel 7. *N-Gain score Nilai Pretest dan Posttest*

No.	Nilai		Post - Pre	Skor Ideal (100-Pre)	<i>N-Gain</i> score
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>			
1	23	68	45	77	0,6
2	36	64	28	64	0,4
3	23	72	49	77	0,6
4	23	80	57	77	0,7
5	27	68	41	73	0,6
6	18	72	54	82	0,7
7	32	92	60	68	0,9
8	36	80	44	64	0,7
9	27	80	53	73	0,7
10	27	80	53	73	0,7
11	18	88	70	82	0,9
12	5	64	59	95	0,6
13	23	72	49	77	0,6
Rata-Rata	24	75	51	76	0,7

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata *N-Gain score* untuk kelas uji coba terbatas ini adalah 0.7, yang menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman peserta didik setelah mengikuti model pembelajaran tersebut. Ini menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL-E TAB (Ujicoba Terbatas) efektif dalam meningkatkan pencapaian peserta didik

Effect size Nilai Pretest dan Posttest Model Pembelajaran PBL-E TAB (Ujicoba Terbatas)

Effect size merupakan ukuran statistik yang digunakan untuk mengukur kekuatan perbedaan antara dua kelompok. Efek ukuran dari nilai *pretest* dan *posttest* adalah ukuran statistik yang menggambarkan seberapa besar perbedaan antara dua kelompok nilai tersebut. Hal ini membantu dalam menilai seberapa signifikan perubahan yang terjadi dari sebelum (*pretest*) ke sesudah (*posttest*) dari perlakuan pembelajaran model PBL-E [22].

Metrik yang umum digunakan untuk mengukur efek ukuran antara *pretest* dan *posttest* termasuk Cohen's *d*, eta-squared (η^2), dan koefisien korelasi (*r*) [21]. Cohen's *d* sering dipilih karena memberikan ukuran yang langsung terhadap perbedaan antara *pretest* dan *posttest*, sementara eta-squared dan koefisien korelasi memberikan gambaran tentang proporsi variasi dalam hasil atau hubungan antara kedua variabel tersebut. Kriteria efek ukuran dibagi menjadi empat kategori berdasarkan besarnya efek tersebut. Efek ukuran yang berkisar antara 0,00 hingga 0,20 dianggap memiliki efek lemah (sangat rendah),

sedangkan efek ukuran antara 0,21 hingga 0,50 dianggap memiliki efek rendah. Efek ukuran antara 0,51 hingga 1,00 dianggap memiliki efek moderat, sementara nilai efek ukuran yang lebih besar dari 1,00 dianggap memiliki efek tinggi. Ini memberikan kerangka kerja untuk menafsirkan seberapa besar perbedaan antara dua kelompok atau kondisi berdasarkan nilai efek ukuran yang dihitung [21].

Effect size digunakan untuk mengevaluasi perbedaan antara nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas uji coba terbatas yang menerapkan model pembelajaran PBL-E TAB (Ujicoba Terbatas). Berdasarkan perhitungan, didapatkan nilai *Effect size* sebesar 5.7, yang mengindikasikan perbedaan yang signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* dengan tingkat efek yang tinggi (*Large*). Artinya, model pembelajaran ini memiliki dampak yang besar dalam meningkatkan pencapaian peserta didik dari sebelumnya. Hasil ini menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL-E TAB (Ujicoba Terbatas) memberikan dampak yang kuat dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran.

$$d = (\text{Mean posttest} - \text{Mean pretest}) / (\text{Standard Deviation pretest})$$

$$d = (77 - 25) / (9,72)$$

$$d = 5,7 \text{ (Tinggi/Large)}$$

Pembahasan

Hasil penelitian ini memperkuat argumen bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan PBL-E TAB dapat secara signifikan meningkatkan hasil belajar peserta didik. Peningkatan rata-rata nilai *posttest* yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan *pretest* menunjukkan bahwa peserta didik mampu memahami materi dengan lebih baik setelah menerapkan model pembelajaran ini. Penurunan deviasi standar pada nilai *posttest* juga menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman tidak hanya terjadi pada beberapa peserta didik saja, melainkan merata di seluruh kelas.

Distribusi frekuensi nilai *pretest* yang mayoritas berada dalam rentang 21 hingga 28 mencerminkan tingkat pemahaman awal yang bervariasi di antara peserta didik. Namun, setelah perlakuan, mayoritas peserta didik mencapai nilai *posttest* dalam rentang 64 hingga 81, menandakan bahwa hampir semua peserta didik mengalami peningkatan prestasi. Hasil uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa data nilai *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal dan homogen, sehingga analisis statistik yang dilakukan dapat dipercaya.

Uji *t* berpasangan yang menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* dengan nilai *t* sebesar -50.538 dan signifikansi kurang dari 0.001 mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki efek yang nyata terhadap peningkatan prestasi peserta didik. Rata-rata *N-Gain score* sebesar 0.7 juga memperlihatkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman peserta didik setelah mengikuti model pembelajaran PBL-E TAB.

Nilai *effect size* sebesar 5.7 menunjukkan bahwa model pembelajaran ini memiliki dampak yang sangat besar dalam meningkatkan pencapaian peserta didik. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL-E TAB efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kinerja akademik peserta didik. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi penerapan model pembelajaran serupa di kelas-kelas lain untuk meningkatkan hasil belajar secara signifikan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar peserta didik. Model PBL-E TAB, yang menggabungkan elemen-elemen dari PBL tradisional dengan teknologi dan aktivitas berbasis pengalaman, tampaknya berhasil dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan menantang, yang pada gilirannya mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran [9], [10].

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi praktis untuk pengajaran dan pembelajaran. Penerapan model pembelajaran PBL-E TAB dapat menjadi strategi yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Guru dapat mengadopsi model ini untuk berbagai subjek dan tingkat pendidikan, menyesuaikan konten dan aktivitas sesuai kebutuhan. Selain itu, evaluasi berkelanjutan melalui pretest dan posttest membantu mengukur dampak metode pengajaran dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan. Penggunaan teknologi dan pendekatan berbasis pengalaman dalam model ini juga dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik, membuat proses belajar lebih menarik dan mendalam.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Dilakukan dalam skala uji coba terbatas dengan jumlah peserta yang kecil, sehingga generalisasi temuan ke populasi lebih besar harus dilakukan dengan hati-hati. Studi lanjutan dengan sampel lebih besar diperlukan untuk mengkonfirmasi temuan ini. Selain itu, penelitian ini hanya mengukur hasil belajar jangka pendek melalui pretest dan posttest dalam periode waktu singkat. Evaluasi jangka panjang diperlukan untuk memberikan gambaran lebih komprehensif tentang dampak model pembelajaran PBL-E TAB terhadap hasil belajar peserta didik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode Problem Based Learning (PBL) berbasis *e-learning* efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kinerja peserta didik pada program vokasi otomotif, dengan peningkatan signifikan pada nilai *posttest* dibandingkan *pretest*. Peningkatan pemahaman ini didukung oleh *N-Gain score* rata-rata 0.7 dan *Effect size* sebesar 5.7. Untuk meningkatkan efektivitas lebih lanjut, disarankan untuk memperluas implementasi metode ini ke program vokasi lain, mengembangkan modul pembelajaran interaktif, memberikan pelatihan kepada instruktur, melakukan evaluasi berkelanjutan, dan memastikan infrastruktur teknologi yang memadai. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan model pembelajaran PBL berbasis *e-learning* dapat memberikan dampak positif yang lebih besar dalam pendidikan vokasi.

REFERENSI

- [1] W. Wagino, H. Maksun, W. Purwanto, K. Krismadinata, S. Suhendar, dan R. D. Koto, "Exploring the Full Potential of Collaborative Learning and E-Learning Environments in Universities: A Systematic Review," *TEM Journal*, hlm. 1772–1785, Agu 2023, doi: 10.18421/TEM123-60.
- [2] S. Choudhury dan S. Pattnaik, "Emerging themes in e-learning: A review from the stakeholders' perspective," *Computers & Education*, vol. 144, hlm. 103657, Jan 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2019.103657.
- [3] K. P. Hastuti, P. Angriani, E. Alviawati, dan D. Arisanty, "The perspective of geography education students on the implementation of online learning during

- covid-19 pandemic,” *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 747, no. 1, hlm. 012012, Mei 2021, doi: 10.1088/1755-1315/747/1/012012.
- [4] I. Alshaye, Z. Tasir, dan N. F. Jumaat, “The Conceptual Framework of Online Problem-Based Learning Towards Problem-Solving Ability and Programming Skills,” dalam *2019 IEEE Conference on e-Learning, e-Management & e-Services (IC3e)*, Pulau Pinang, Malaysia: IEEE, Nov 2019, hlm. 1–4. doi: 10.1109/IC3e47558.2019.8971780.
- [5] D. P. N. Brata dan A. K. Mahatmaharti, “The implementation of Problem Based Learning (PBL) to develop student’s soft-skills,” *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol. 1464, no. 1, hlm. 012020, Feb 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1464/1/012020.
- [6] S. Susanto, W. Wagino, D. Fernandez, H. D. Saputra, dan A. Asra, “Meningkatkan Hasil Belajar Pemeliharaan Mesin Sepeda Motor Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Siswa Kelas XI TBSM SMKN 3 Solok Selatan,” *JTPVI: Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia*, vol. 1, no. 3, Art. no. 3, Agu 2023, doi: 10.24036/jtpvi.v1i3.85.
- [7] W. Wagino, H. Maksum, W. Purwanto, W. Simatupang, R. Lapis, dan E. Indrawan, “Enhancing Learning Outcomes and Student Engagement: Integrating E-Learning Innovations into Problem-Based Higher Education,” *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 18, no. 10, hlm. 106–124, Mei 2024, doi: 10.3991/ijim.v18i10.47649.
- [8] G. Kassymova, A. Akhmetova, M. Baibekova, A. Kalniyazova, B. Mazhinov, dan S. Mussina, “E-Learning environments and problem-based learning,” *International Journal of Advanced Science and Technology*, vol. 29, no. 7, hlm. 346–356, 2020.
- [9] M. H. Amiruddin, S. Sumarwati, dan K. Amat, “The Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Student Achievement in Engineering Subject Material at Vocational College Kuantan, Pahang,” dalam *Online Journal for TVET Practitioners*, Mar 2021. doi: 10.30880/ojtp.2021.06.01.001.
- [10] D. R. Woods, “Problem-Oriented Learning, Problem-Based Learning, Problem-Based Synthesis, Process Oriented Guided Inquiry Learning, Peer-Led Team Learning, Model-Eliciting Activities, and Project-Based Learning: What Is Best for You?,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 53, no. 13, hlm. 5337–5354, Apr 2014, doi: 10.1021/ie401202k.
- [11] M. Dondi, J. Klier, F. Panier, dan J. Schubert, “Defining the skills citizens will need in the future world of work,” *McKinsey & Company*, vol. 25, hlm. 2021, 2021.
- [12] N. V. Kozhukhova, I. A. Agaphonov, dan Y. Y. Korobkova, “Competencies of the Future: Transforming Education in the Digital Economy,” dalam *Digital Technologies in the New Socio-Economic Reality*, S. I. Ashmarina dan V. V. Mantulenko, Ed., Cham: Springer International Publishing, 2022, hlm. 839–848. doi: 10.1007/978-3-030-83175-2_102.
- [13] W. Wagino, M. R. Rinaldi, D. S. Putra, dan A. Arif, “Hubungan Penerapan Media Pembelajaran E-Learning dengan Metode Pembelajaran Berbasis Penugasan Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Teknik Otomotif Pada Kuliah Teknologi Alat Berat,” *Ensiklopedia of Journal*, vol. 5, no. 3, Art. no. 3, Feb 2023, doi: 10.33559/eoj.v5i3.1531.
- [14] E. Nofiandri, H. Maksum, W. Purwanto, R. E. Wulansari, dan Muhibbudin, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif pada Mata Pelajaran Pemeliharaan Sistem Kelistrikan di Sekolah Menengah Kejuruan,” *ijcs*, vol. 12, no. 3, Jun 2023, doi: 10.33022/ijcs.v12i3.3247.

- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [16] W. P. Perdana dan O. Candra, “Peningkatan Hasil Belajar: Efektivitas Model Project-Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik,” 1, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, Feb 2024, doi: 10.24036/jpte.v5i1.406.
- [17] R. Masitah dan N. P. E. Sulistyadewi, “Hubungan Frekuensi dan Durasi Penggunaan Instagram Dengan Perilaku Pemilihan Makanan Jajanan Pada Remaja,” *Jurnal Kesehatan*, vol. 9, no. 3, Art. no. 3, Des 2021, doi: 10.25047/jkes.v9i3.285.
- [18] A. Tanzeh dan S. Arikunto, “Metode Penelitian Metode Penelitian,” *Metode Penelitian*, vol. 43, hlm. 22–34, 2020.
- [19] J. P. Verma dan A.-S. G. Abdel-Salam, *Testing Statistical Assumptions in Research*. John Wiley & Sons, 2019.
- [20] N. Pandis, “Why using a paired t test to assess agreement is problematic?,” *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, vol. 160, no. 5, hlm. 767–768, Nov 2021, doi: 10.1016/j.ajodo.2021.07.001.
- [21] L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, dan D. Wyse, *A guide to teaching practice*. Routledge, 2010. Diakses: 20 Juni 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://api.taylorfrancis.com/content/books/mono/download?identifierName=doi&identifierValue=10.4324/9780203848623&type=googlepdf>
- [22] G. E. Gignac dan E. T. Szodorai, “Effect size guidelines for individual differences researchers,” *Personality and Individual Differences*, vol. 102, hlm. 74–78, Nov 2016, doi: 10.1016/j.paid.2016.06.069.

Halaman ini sengaja dikosongkan