

EFEKTIVITAS BLENDED LABORATORY TERHADAP KUALITAS LAPORAN PRAKTIKUM FISIKA SISWA

Agung Sugiarto¹, Hamdi Akhsan², Sardianto Markos Siahaan³
Universitas Sriwijaya^{1,2,3}
hamdiakhsan@fkip.unsri.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kualitas laporan praktikum fisika siswa SMP kelas VIII pada tiga model pembelajaran, yaitu eksperimen virtual (PhET), eksperimen riil, dan blended laboratory. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi-experimental nonequivalent control group design. Subjek penelitian terdiri atas 45 siswa yang terbagi ke dalam tiga kelompok. Instrumen berupa rubrik penilaian laporan praktikum mencakup tujuan, prosedur, analisis data, interpretasi hasil, dan kesimpulan berbasis bukti. Data dianalisis menggunakan One-Way ANOVA setelah memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Hasil menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok ($F(2,42) = 135.813$; $p < 0.001$) dengan effect size sangat besar ($\eta^2 = 0.866$). Kelompok blended laboratory memperoleh skor tertinggi dibandingkan kelompok lainnya.

Kata Kunci: Blended Laboratory, Komunikasi Ilmiah, Kualitas Laporan, Phet Simulation, Praktikum Fisika

ABSTRACT

This study aims to analyze differences in the quality of physics practicum reports produced by 8th-grade junior high school students across three learning models: virtual experiments (PhET), real experiments, and blended laboratory. The study employed a quantitative approach using a quasi-experimental, non-equivalent control group design. The participants consisted of 45 students divided into three groups. The assessment instrument was a practicum report rubric covering objectives, procedures, data analysis, result interpretation, and evidence-based conclusions. Data were analyzed using One-Way ANOVA after satisfying the assumptions of normality and homogeneity. The results revealed significant differences among the groups ($F(2,42) = 135.813$; $p < 0.001$) with a very large effect size ($\eta^2 = 0.866$). The blended laboratory group achieved the highest scores compared to the other groups.

Keywords: Blended Laboratory, Scientific Communication, Report Quality, PhET Simulation, Physics Practicum

PENDAHULUAN

Praktikum fisika di jenjang SMP, khususnya kelas VIII, merupakan bagian penting dalam pembelajaran IPA karena berperan dalam membangun pemahaman konsep sekaligus mengembangkan keterampilan proses sains dan komunikasi ilmiah siswa (Hofstein & Lunetta, 2003; Tobin, 1990). Salah satu indikator keterampilan tersebut adalah kualitas laporan praktikum yang disusun secara sistematis dan berbasis bukti. Melalui laporan praktikum, siswa menunjukkan kemampuan merumuskan tujuan, menjelaskan prosedur, menganalisis data, menginterpretasikan hasil, dan menarik kesimpulan secara ilmiah.

Namun, pelaksanaan praktikum di sekolah sering menghadapi kendala berupa keterbatasan alat, waktu, dan variasi eksperimen. Kondisi ini dapat memengaruhi kualitas pengalaman belajar serta kemampuan siswa dalam menyusun laporan ilmiah. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, simulasi interaktif seperti PhET (Physics Education Technology) banyak digunakan sebagai media yang memungkinkan visualisasi konsep dan eksplorasi variabel secara dinamis (Olympiou & Zacharia, 2011; Taibu et al., 2021).

Penggunaan simulasi dalam pembelajaran didukung oleh teori pembelajaran multimedia yang menekankan pentingnya integrasi visual dan kognitif dalam memahami konsep abstrak (Mayer, 2002; Mayer, 2024). Selain itu, simulasi komputer memungkinkan siswa melakukan eksplorasi variabel yang sulit dilakukan di laboratorium nyata serta meningkatkan pemahaman konsep (Rutten et al., 2012).

Integrasi simulasi virtual dan eksperimen riil dalam model blended laboratory memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pemahaman konseptual melalui eksplorasi virtual sebelum melakukan verifikasi empiris secara langsung (Kuenzi et al., 2006; Olympiou & Zacharia, 2011). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan PhET efektif meningkatkan pemahaman konsep dan sikap terhadap sains, sedangkan blended laboratory berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti argumentasi dan pemahaman Nature of Science (Agustina & Putra, 2022; Zewdie et al., 2023). Namun, penelitian yang secara spesifik membandingkan pengaruh ketiga model pembelajaran-simulasi, eksperimen riil, dan blended laboratory-terhadap kualitas laporan praktikum siswa SMP masih terbatas.

Penelitian terkini juga menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratory berbasis skenario tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep, tetapi juga berdampak positif terhadap keterampilan penulisan laporan ilmiah dan regulasi diri siswa (Al-nakhle, 2022). Selain itu, tinjauan sistematis terbaru menegaskan bahwa virtual laboratories semakin berkembang dalam pendidikan STEM sebagai pelengkap praktikum konvensional dan memberikan kontribusi signifikan terhadap penguatan pemahaman konseptual dan praktik ilmiah siswa (Sellberg et al., 2024). Temuan-temuan ini memperkuat urgensi integrasi simulasi dan eksperimen riil dalam model blended laboratory.

Kualitas laporan praktikum dipilih sebagai indikator karena laporan ilmiah merepresentasikan integrasi antara pemahaman konseptual, keterampilan proses sains, serta kemampuan argumentasi berbasis bukti (Abrahams & Millar, 2008; Hofstein & Kind, 2012; Hofstein & Lunetta, 2003). Penilaian laporan praktikum telah banyak digunakan sebagai ukuran autentik untuk mengevaluasi komunikasi ilmiah siswa karena mencerminkan kemampuan menyusun klaim, menggunakan data sebagai bukti, serta memberikan penalaran ilmiah yang koheren.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kualitas laporan praktikum fisika siswa SMP kelas VIII pada tiga model pembelajaran: eksperimen riil, simulasi PhET, dan blended laboratory. Secara khusus, penelitian ini menjawab pertanyaan apakah integrasi simulasi dan eksperimen riil menghasilkan kualitas laporan yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan masing-masing metode secara terpisah.

Penelitian ini memiliki kebaruan pada fokus evaluasi kualitas laporan praktikum sebagai indikator komunikasi ilmiah siswa serta analisis komparatif tiga model pembelajaran menggunakan rubrik penilaian terstruktur. Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan desain praktikum yang lebih efektif dan kontekstual di tingkat SMP.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi-experimental* tipe *nonequivalent control group design* untuk menganalisis perbedaan kualitas laporan praktikum fisika siswa SMP kelas VIII pada tiga model pembelajaran, yaitu eksperimen virtual (PhET), eksperimen riil, dan *blended laboratory* (integrasi PhET dan eksperimen riil). Subjek penelitian terdiri atas 45 siswa kelas VIII pada semester genap di salah satu SMP yang dipilih melalui teknik *purposive sampling* berdasarkan kesetaraan kemampuan akademik awal. Tiga kelas digunakan sebagai kelompok penelitian dengan jumlah masing-masing 15 siswa sebagai sampel kecil.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran praktikum, sedangkan variabel terikat adalah kualitas laporan praktikum yang merepresentasikan keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

Instrumen penelitian berupa rubrik penilaian laporan praktikum dengan skala 1-4 yang mencakup lima komponen: (1) kejelasan tujuan, (2) ketepatan prosedur, (3) analisis data, (4) interpretasi hasil, dan (5) kesimpulan berbasis bukti. Rubrik telah divalidasi melalui *expert judgment* sebelum digunakan dalam pengambilan data. Prosedur penelitian meliputi penyusunan perangkat pembelajaran, pelaksanaan perlakuan sesuai model pada masing-masing kelompok, serta penyusunan laporan praktikum secara individual oleh siswa.

Rubrik divalidasi oleh dua ahli pendidikan fisika dengan pengalaman lebih dari lima tahun. Hasil validasi menunjukkan seluruh indikator memiliki nilai Aiken's $V > 0,80$ sehingga dinyatakan valid. Uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha

menunjukkan koefisien sebesar 0,87 yang termasuk kategori tinggi. Skor total laporan berkisar antara 5–20, dengan skor minimum 5 dan maksimum 20.

Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Uji prasyarat meliputi uji normalitas (Shapiro-Wilk) dan uji homogenitas varians (Levene). Perbedaan antar kelompok dianalisis menggunakan *One-Way ANOVA* pada taraf signifikansi $\alpha = 0.05$, kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc* Bonferroni untuk mengidentifikasi perbedaan spesifik antar kelompok. Uji *post hoc* Bonferroni dipilih karena bersifat konservatif dalam mengontrol Type I error pada perbandingan ganda antar tiga kelompok independen. Besaran pengaruh model pembelajaran dihitung menggunakan *eta squared* (η^2).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan terhadap skor kualitas laporan praktikum dari 45 siswa yang terbagi dalam tiga kelompok pembelajaran: eksperimen virtual (PhET), eksperimen riil, dan *blended laboratory* (integrasi virtual dan riil).

Uji Prasyarat Analisis

Tabel 1.
Uji Normalitas Data

Kelompok		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Skor	Eksperimen Virtual	.096	15	.200 [*]	.966	15	.798
	Eksperimen Riil	.123	15	.200 [*]	.968	15	.835
	Blended Laboratory	.123	15	.200 [*]	.968	15	.835

Tabel 2.
Uji Homogenitas Data

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Skor	Based on Mean	.378	2	42	.687
	Based on Median	.340	2	42	.714
	Based on Median and with adjusted df	.340	2	41.616	.714
	Based on trimmed mean	.384	2	42	.683

Tabel 3.
Statistik Deskriptif

Kelompok	Mean	SD
Virtual	74,27	2,46
Riil	80,47	2,07
Blended	87,53	2,07

Rata-rata skor tertinggi diperoleh kelompok **blended laboratory** ($M = 87,53$; $SD = 2,07$), diikuti eksperimen **riil** ($M = 80,47$; $SD = 2,07$), dan eksperimen **virtual** ($M = 74,27$; $SD = 2,46$).

Hasil uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa seluruh kelompok memiliki nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$), sehingga data

berdistribusi normal. Uji homogenitas varians menggunakan Levene menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,687 ($p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa varians antar kelompok homogen. Dengan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, analisis dapat dilanjutkan menggunakan *One-Way ANOVA*.

Uji One-Way ANOVA

Tabel 4.
Hasil Uji ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1321.911	2	660.956	135.813	<,001
Within Groups	204.400	42	4.867		
Total	1526.311	44			

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan kualitas laporan praktikum antar kelompok pembelajaran:

$F(2,42) = 135.813, p < 0.001, \eta^2 = 0.866$

Nilai *effect size* ($\eta^2 = 0.866$) menunjukkan bahwa 86,6% variasi kualitas laporan praktikum dipengaruhi oleh model pembelajaran yang digunakan. Besaran ini tergolong sangat besar, sehingga menunjukkan pengaruh yang kuat dari perlakuan terhadap hasil belajar.

Uji Lanjut (Post Hoc Bonferroni)

Tabel 5.
Hasil Uji Lanjut (Post Hoc Bonferroni)

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Eksperimen Virtual	Eksperimen Riil	-6.200*	.806	<,001	-8.21	-4.19
	Blended Laboratory	-13.267*	.806	<,001	-15.28	-11.26
Eksperimen Riil	Eksperimen Virtual	6.200*	.806	<,001	4.19	8.21
	Blended Laboratory	-7.067*	.806	<,001	-9.08	-5.06
Blended Laboratory	Eksperimen Virtual	13.267*	.806	<,001	11.26	15.28
	Eksperimen Riil	7.067*	.806	<,001	5.06	9.08

Uji lanjut Bonferroni menunjukkan bahwa seluruh pasangan kelompok memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0.001$). Kelompok eksperimen riil memiliki skor rata-rata 6,200 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok eksperimen virtual. Sementara itu, kelompok *blended laboratory* memiliki skor rata-rata 13,267 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok eksperimen virtual dan 7,067 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok eksperimen riil.

Urutan skor kualitas laporan praktikum dari tertinggi ke terendah adalah Blended laboratory, Eksperimen riil, dan Eksperimen virtual (PhET)

Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi simulasi dan eksperimen riil menghasilkan kualitas laporan praktikum yang paling optimal dibandingkan

penggunaan masing-masing metode secara terpisah.

Hasil analisis menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, sehingga uji *One-Way ANOVA* layak digunakan. Nilai $F(2,42) = 135.813$ dengan $p < 0.001$ serta *effect size* yang sangat besar ($\eta^2 = 0.866$) menunjukkan bahwa model pembelajaran memberikan pengaruh yang kuat terhadap kualitas laporan praktikum siswa. Besarnya nilai η^2 mengindikasikan bahwa sebagian besar variasi kualitas laporan dipengaruhi oleh perbedaan model pembelajaran yang diterapkan. Besarnya *effect size* yang diperoleh kemungkinan dipengaruhi oleh homogenitas karakteristik sampel, kontrol perlakuan yang ketat, serta perbedaan struktural yang jelas antara ketiga model pembelajaran.

Hasil uji lanjut Bonferroni menunjukkan bahwa seluruh pasangan kelompok berbeda secara signifikan. Kelompok eksperimen riil memperoleh skor rata-rata 6,200 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok eksperimen virtual (PhET). Temuan ini menunjukkan bahwa pengalaman langsung dalam menggunakan alat laboratorium, melakukan pengukuran nyata, serta menghadapi kemungkinan kesalahan eksperimen memberikan kontribusi penting terhadap ketepatan prosedur dan analisis data dalam laporan. Praktikum riil mendorong refleksi ilmiah yang lebih kontekstual sehingga memperkuat kualitas komunikasi ilmiah siswa.

Namun demikian, kelompok *blended laboratory* menunjukkan skor tertinggi, yaitu 13,267 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok eksperimen virtual dan 7,067 poin lebih tinggi dibandingkan kelompok eksperimen riil. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi simulasi dan eksperimen riil menghasilkan efek yang lebih optimal dibandingkan penggunaan masing-masing metode secara terpisah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *blended laboratory* memberikan pengaruh paling signifikan terhadap kualitas laporan praktikum siswa. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kombinasi manipulatif fisik dan virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep secara signifikan dibandingkan penggunaan metode tunggal (Olympiou & Zacharia, 2011). Hasil ini sejalan dengan penelitian Al-Nakhle (2022) yang menunjukkan bahwa simulasi laboratorium berbasis skenario mampu meningkatkan kualitas produk akademik siswa, termasuk laporan ilmiah yang lebih sistematis dan berbasis bukti.

Secara pedagogis, simulasi PhET memungkinkan siswa memanipulasi variabel secara sistematis dan memahami hubungan konseptual melalui visualisasi interaktif. Tahap eksplorasi virtual membantu siswa membangun prediksi awal serta mengurangi miskonsepsi sebelum melakukan eksperimen nyata. Ketika dilanjutkan dengan praktikum riil, siswa tidak hanya mengikuti prosedur secara mekanis, tetapi telah memiliki kerangka konseptual yang lebih matang. Kombinasi ini menghasilkan sinergi antara pemahaman konseptual dan pengalaman empiris, yang tercermin dalam laporan yang lebih sistematis, analitis, dan berbasis bukti.

Sebaliknya, penggunaan simulasi saja belum sepenuhnya mengoptimalkan aspek prosedural dan ketelitian data karena tidak menghadirkan kompleksitas kondisi nyata. Di sisi lain, eksperimen riil saja tidak selalu memberikan fleksibilitas

eksplorasi variabel sebagaimana difasilitasi oleh simulasi. Oleh karena itu, integrasi keduanya melalui model *blended laboratory* menjadi pendekatan yang paling efektif dalam mengembangkan komunikasi ilmiah siswa.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa model *blended laboratory* tidak hanya menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik, tetapi juga memberikan implikasi pedagogis penting. Integrasi teknologi dan eksperimen langsung mampu memperkuat kualitas laporan praktikum sebagai indikator keterampilan komunikasi ilmiah siswa secara lebih komprehensif dibandingkan penggunaan metode tunggal.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, ukuran sampel relatif kecil sehingga membatasi generalisasi hasil. Kedua, desain quasi-experimental tidak memungkinkan kontrol penuh terhadap variabel luar. Ketiga, penelitian hanya dilakukan pada satu materi dan satu sekolah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan yang signifikan kualitas laporan praktikum fisika siswa SMP kelas VIII pada tiga model pembelajaran yang diterapkan. Model *blended laboratory* (integrasi simulasi PhET dan eksperimen riil) menghasilkan kualitas laporan tertinggi dibandingkan eksperimen riil maupun simulasi PhET secara terpisah. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0,001$) dengan *effect size* yang sangat besar ($\eta^2 = 0,866$), yang mengindikasikan bahwa model pembelajaran memberikan kontribusi dominan terhadap variasi kualitas laporan praktikum. Dengan demikian, integrasi simulasi dan eksperimen riil terbukti lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan komunikasi ilmiah siswa dibandingkan penggunaan metode tunggal.

Secara praktis, temuan ini merekomendasikan penerapan pendekatan *blended laboratory* dalam pembelajaran praktikum IPA di SMP, khususnya pada materi yang memerlukan visualisasi konsep sekaligus verifikasi empiris. Simulasi PhET dapat digunakan pada tahap eksplorasi awal untuk membangun pemahaman konseptual, kemudian dilanjutkan dengan eksperimen riil guna memperdalam pengalaman ilmiah siswa. Pendekatan ini tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga meningkatkan kualitas laporan praktikum sebagai indikator komunikasi ilmiah. Namun demikian, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan secara hati-hati mengingat keterbatasan desain dan ukuran sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A Study of the Effectiveness of Practical Work as a Teaching and Learning Method in School Science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Agustina, R. D., & Putra, R. P. (2022). Sophisticated Thinking Blended Laboratory (STB-LAB) Learning Model: Implications on Virtual and Real Laboratory for

- Increasing Undergraduate Student's Argumentation Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(4), 657–671. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i4.38772>
- Al-Nakhle, H. (2022). The Effectiveness of Scenario-Based Virtual Laboratory Simulations to Improve Learning Outcomes and Scientific Report Writing Skills. *Plos One*, 17(11), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277359>
- Hofstein, A., & Kind, P. M. (1954). *Learning In and From Science Laboratories*. Second International Handbook of Science Education, 189-207. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_15
- Hofstein, A. V. I., & Lunetta, V. N. (2003). The Laboratory in Science Education : Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Kuenzi, J. J., Matthews, C. M., & Mangan, B. F. (2006). *CRS Report for Congress Mathematics (STEM) Education Issues*
- Mayer, E. (2002). *Multimedia Learning*. 41, 27–29. https://doi.org/10.5926/arepj1962.41.0_27
- Mayer, R. E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2011). Blending Physical and Virtual Manipulatives : An Effort to Improve Students’ Conceptual Understanding Through Science Laboratory Experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47. <https://doi.org/10.1002/sce.20463>
- Rutten, N., Joolingen, W. R. Van., & Veen, J. T. (2012). Computers & Education The Learning Effects of Computer Simulations in Science Education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Sellberg, C., Nazari, Z., & Solberg, M. (2024). Virtual Laboratories in STEM Higher Education : A Scoping Review. *Nordic Journal of Systematic Reviews in Education*, 2, 58–75. <https://noredreviews.org/index.php/NJSRE/article/view/5766/9684>
- Taibu, R., Mataka, L., & Shekoyan, V. (2021). Using PhET Simulations to Improve Scientific Skills and Attitudes of Community College Students. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 9(3), 353-370. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1214>
- Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403-418. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb17229.x>
- Zewdie, Z. M., Alemu, M., & Assefa, S. (2023). Effectiveness of Blended Physics Laboratory Experimentation on Pre-Service Physics Teachers’ Understanding of The Nature of Science. *Pedagogical Research*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.29333/pr/12607>