



## Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis Media Laboratorium Virtual *PhET* terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa MAS Insan Kesuma Madani

Zulaika Mannawasalwa<sup>1\*</sup>, Shinta Marito Siregar<sup>1</sup>, Juliandi Siregar<sup>1</sup>, Rofiqoh Hasan Harahap<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muslim Nusantara Al Washliyah Medan, Sumatera Utara.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i1.1721>

### Article Info:

Received : 22 Desember 2025  
Revised : 13 Januari 2026  
Accepted : 20 Januari 2026  
Published : 15 Februari 2026

### Correspondence:

Zulaika Mannawasalwa

Phone: +62 821-7916-4387

**Abstract:** This study aimed to examine the effect of the *Project Based Learning* (PjBL) model integrated with *PhET* virtual laboratory media on students' science process skills at MAS Insan Kesuma Madani. The research employed a quasi-experimental design with purposive sampling technique. The participants were divided into an experimental class and a control class. Data were collected using a science process skills test instrument. The collected data were analyzed using descriptive and inferential statistics with parametric tests. The findings revealed that the experimental class obtained a higher average N-Gain score (47.5) compared to the control class (20.2). This result indicates a moderate improvement in the experimental group. The hypothesis testing showed a significant difference between the two classes (Sig. 2-tailed = 0.000 < 0.05). These findings confirm that the implementation of the PjBL model integrated with *PhET* has a positive and significant effect on students' science process skills. Therefore, this learning model is effective in enhancing students' science process skills, particularly on the topic of work and energy.

**Keywords:** *Project Based Learning*; *PhET* Virtual Laboratory; Science Process Skills; Quasi-Experimental; Work and Energy

**Citation:** Mannawasalwa, Z., Siregar, S. M., Siregar, J., & Harahap, R. H. (2026). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbasis Media Laboratorium Virtual *PhET* terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa MAS Insan Kesuma Madani. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(1), 533–540. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i1.1721>

### Pendahuluan

Pendidikan adalah upaya sadar yang direncanakan dengan baik untuk membangun lingkungan dan proses belajar yang memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan diri secara mandiri. Lewat pendidikan ini, siswa diharapkan bisa membentuk kekuatan rohani, penguasaan diri, karakter, kecerdasan, moral, pengetahuan, serta kemampuan yang diperlukan untuk berinteraksi dalam masyarakat sesuai aturan hukum. Seperti disebutkan dalam Undang-undang Nomor 2 Tahun 1985, tujuan pendidikan adalah meningkatkan mutu sumber daya manusia serta mencerahkan kehidupan bangsa. (Pristiwanti, Badariah, Hidayat, & Dewi, 2022). Pengembangan pengetahuan manusia dan pemahaman

alam sekitar sangat bergantung pada pendidikan sains. Pendidikan sains punya peluang luas untuk jadi lebih hidup, merangkul semua siswa, dan dekat dengan kebutuhan zaman di tengah perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. (Verawati & Sarjan, 2023). Pendidikan sains ingin membekali siswa dengan pemahaman dan kemampuan sains melalui cara berpikir ilmiah. Pendidikan sains pada fisika tidak hanya mengajarkan siswa mengenai konsep-konsep fisika saja tetapi juga mengajarkan mereka cara berpikir kritis dan analitis yang diperlukan untuk memahami fenomena alam. Siswa harus memperoleh keterampilan dan sikap yang membantu mereka memahami konsep yang kompleks selama belajar sains. Siswa harus memiliki rasa keingintahuan yang mendorong mereka

untuk mengamati fenomena alam dan memahami prinsip-prinsip dasar fisika. Untuk menghadapi kesulitan dan menyelesaikan masalah yang sering memerlukan waktu sangat diperlukan ketekunan dan disiplin dalam belajar. Dengan memperoleh keterampilan ini, siswa akan lebih siap untuk memahami fisika secara mendalam dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Namun kenyataannya, berdasarkan observasi yang telah dilakukan di MAS Insan Kesuma Madani banyak siswa-siswi pada pembelajaran fisika sering kali menghadapi berbagai masalah, terutama terkait dengan kurangnya keterampilan sains siswa. Beberapa konsep-konsep fisika yang abstrak sulit dipahami oleh siswa. Dan juga model pembelajaran yang digunakan oleh guru pada saat membawakan materi umumnya hanya dengan menggunakan metode ceramah yang menyebabkan peserta didik kurang tertarik mengikuti pembelajaran. Selain itu, tantangan lain yang ditemukan di sekolah tersebut yaitu keterbatasan alat peraga dan tidak tersedianya ruangan laboratorium. Hal ini menyebabkan mereka kesulitan memahami materi fisika dan pada akhirnya dapat mengurangi minat mereka dalam pelajaran.

Berkurangnya minat dalam fisika dapat berdampak besar pada kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan di masa depan. Dibutuhkan upaya untuk meningkatkan minat siswa dalam mempelajari fisika karena fisika merupakan dasar dari banyak disiplin ilmu lainnya, dan memahami konsep fisika dengan baik sangat penting untuk memecahkan masalah yang kompleks di dunia nyata.

Tujuan tersebut dapat diwujudkan melalui penerapan pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan dekat dengan kehidupan sehari-hari, serta didukung oleh ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai. Salah satu model yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa adalah *Project Based Learning* (PjBL). Model ini menuntut keterlibatan aktif siswa dalam menyelesaikan proyek nyata secara berkelompok untuk memecahkan permasalahan yang kompleks, sehingga dapat melatih kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, perkembangan teknologi turut membawa perubahan pada media pembelajaran. Salah satu inovasinya adalah laboratorium virtual seperti *PhET*, yang menyediakan berbagai simulasi interaktif untuk membantu siswa memahami materi dengan lebih mudah.

Penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yang didukung oleh media laboratorium virtual *PhET* diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep sains secara lebih mendalam melalui proses belajar yang menarik, interaktif, dan menyenangkan.

## Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu metode penelitian yang menghasilkan data berupa angka atau pernyataan yang kemudian dianalisis secara statistik. Metode yang diterapkan adalah quasi eksperimen dengan desain Nonequivalent Control Group Design serta teknik pengambilan sampel purposive sampling. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) berbasis laboratorium virtual *PhET* terhadap keterampilan proses sains siswa di MAS Insan Kesuma Madani.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh siswa MAS Insan Kesuma Madani. Sampel penelitian adalah seluruh siswa kelas X yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Sampel tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelas eksperimen X MIPA 1 yang menerapkan model pembelajaran PjBL berbasis laboratorium virtual *PhET* dan kelas kontrol X MIPA 2 yang menggunakan metode ceramah. Pemilihan kedua kelas didasarkan pada hasil observasi awal, yaitu jumlah kelas yang setara serta belum menerima materi yang akan diajarkan selama penelitian.

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk memperoleh data. Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan berupa tes untuk mengukur keterampilan proses sains siswa. Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi pengujian instrumen untuk mengetahui validitas dan reliabilitas soal, analisis deskriptif untuk menilai validasi ahli terhadap LKPD serta hasil pretest dan posttest siswa, serta analisis inferensial yang mencakup uji normalitas, uji homogenitas, uji hipotesis, dan perhitungan N-Gain.

## Hasil dan Diskusi

### Hasil Analisis Pengujian Instrumen

#### Uji Validitas

Pada penelitian ini, uji validitas diberikan kepada 29 siswa kelas XI MAS Insan Kesuma Madani. Uji validitas ini menggunakan bantuan *Ms. Excel 2021*, dengan menggunakan rumus koefisien korelasi.

$$r_{pbi} = \frac{M_p - M_t}{SD_t} \sqrt{\frac{p}{q}}$$

Hasil uji validitas instrumen dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Hasil Uji Validitas Keterampilan Proses Sains

Keterangan	Jumlah
Soal yang divalidasi	30
Soal yang valid	20
Soal yang tidak valid	10

Berdasarkan hasil uji validitas yang telah dilakukan, kriteria pengujian soal dapat dikatakan valid apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$ . Instrumen keterampilan proses sains dengan jumlah soal 30 pertanyaan dan sampel uji validasi sebanyak 29 siswa ( $r_{tabel}=0,374$ ) dengan taraf signifikansi 5%, memperoleh hasil 20 soal pertanyaan valid dan 10 soal tidak valid. Oleh karena itu, soal yang dinyatakan tidak valid akan dihapus.

**Uji Reliabilitas**

Selepas uji validitas selesai, tahap berikutnya ialah uji reliabilitas instrumen. Tujuan uji reliabilitas adalah mengetahui derajat konsistensi instrumen, agar hasil tanggapan tetap stabil dan dapat dipercaya saat dipakai pada kesempatan atau waktu yang berbeda. Perhitungan reliabilitas menggunakan rumus *Cronbach Alpha* dibantu aplikasi Ms. Excel 2021.

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left(1 - \frac{\sigma_b^2}{\sigma_t^2}\right) \quad (2)$$

Nilai  $r_{11}$  hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan r tabel *Product Moment* pada taraf signifikansi 5%, untuk mengetahui tingkat reliabilitas instrumen. Soal dikatakan reliabel jika harga  $r_{11} > r_{tabel}$ . Hasil uji reliabilitas soal dipaparkan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil Uji Reliabilitas Soal

No.	$r_{11}$	$r_{tabel}$	Rentang Nilai
1.	1,123	0,374	Reliabilitas sempurna

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh koefisien reliabilitas butir soal sebesar  $r_{11} = 1,123$ , sedangkan nilai r tabel *Product Moment* pada taraf signifikansi 5% dengan  $n = 29$  adalah 0,374. Karena  $r_{11}$  lebih besar dari r tabel dan nilai  $\alpha > 0,90$ , maka dapat disimpulkan bahwa butir soal memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi atau mendekati sempurna.

**Analisis Statistik Deskriptif Hasil Validasi Ahli**

Lembar Kerja Siswa (LKPD) yang memanfaatkan model pembelajaran *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET* perlu melalui validasi guna menilai kelayakannya sebelum diterapkan di kelas. Penelitian ini melibatkan Ibu Sutri Novika, M.Si sebagai ahli media, dan Ibu Elia Putri, M.Pd sebagai ahli materi, yang merupakan dosen fisika UMN Al Washliyah. Untuk memperoleh hasil penilaian skor pada ahli media dan ahli materi, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Nilai = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100\% \quad (3)$$

Setelah skor diperoleh, tahap berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata untuk menentukan hasil akhir, yang kemudian disesuaikan dengan kriteria interpretasi skor yang telah ditetapkan sebagai berikut:

**Tabel 3.** Kriteria Persentase Skor

Persentase(%)	Keterangan
81%-100%	Sangat valid
61%-80%	Valid
41%-60%	Cukup valid
21%-20%	Kurang valid
0%-20%	Tidak valid

Sumber: (Hikmah, Kuswidyanarko, & Lubis, 2020)

Hasil validasi ahli media dipaparkan sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Validasi Ahli Media

Validator	Persentase	Kategori
Sutri Novika, S.Si., M.Si	79%	Valid
Elia Putri, M.Pd	87,4%	Sangat Valid

Dari tabel tersebut, secara keseluruhan validasi menunjukkan LKPD kelas eksperimen dengan model *PjBL* berbasis lab virtual *PhET* pada materi usaha dan energi sudah layak, baik dari aspek media maupun isi. LKPD ini sudah bagus dan siap dipakai di kelas. Siswa bisa memahami konsep usaha dan energi lebih hidup dan mudah karena bisa langsung simulasi serta coba-coba secara maya. LKPD juga mendorong siswa lebih aktif, kerjasama kelompok, serta meningkatkan kemampuan proses sains mereka.

**Analisis Deskriptif Keterampilan Proses Sains**

Analisis deskriptif mengolah data dari *pretest* dan *posttest* keterampilan proses sains siswa pada kelas kontrol dan eksperimen. Tujuannya memberikan gambaran nilai maksimum, minimum, rata-rata (*mean*), serta sebaran data (standar deviasi) skor keterampilan proses sains siswa. Data berupa tes pilihan ganda 20 soal untuk kelas eksperimen dan kontrol. Responden terdiri dari 29 siswa kelas eksperimen serta 27 siswa kelas kontrol. Pengolahan data menggunakan SPSS 26.00, hasil dari data tersebut dipaparkan dalam table 5.

Berdasarkan gambar tersebut, pada kelas kontrol yang menggunakan metode ceramah ada 27 siswa yang mengikuti tes awal (*pretest*). Nilai terendah yang diperoleh siswa adalah 0, sedangkan nilai tertinggi mencapai 50. Rata-rata nilai siswa adalah 25,56 dengan penyebaran nilai (standar deviasi) sebesar 11,712. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa sangat beragam, dan ada beberapa siswa yang memiliki keterampilan yang sangat rendah. Setelah diberikan perlakuan, hasil *posttest* menunjukkan adanya peningkatan. Skor minimum *posttest* adalah 15 dan

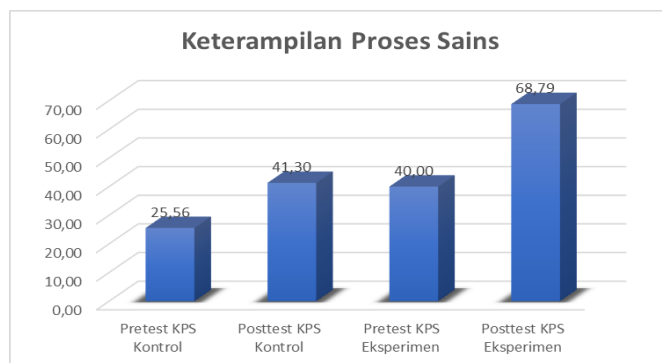
maksimum 80, dengan rata-rata mencapai 41,30 dan standar deviasi 16,617. Hasil tersebut menyatakan bahwa meskipun pembelajaran ceramah memberikan beberapa peningkatan namun, hasil keterampilan proses sains siswa masih berada di bawah potensi maksimal mereka.

**Tabel 5.** Analisis Deskriptif Keterampilan Proses Sains

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest KPS Kontrol	27	0	50	25,56	11,712
Posttest KPS Kontrol	27	15	80	41,30	16,617
Pretest KPS Eksperimen	29	10	75	40,00	17,728
Posttest KPS Eksperimen	29	45	90	68,79	13,865
Valid N (listwise)	27				

Sementara itu, pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* berbasis media laboratorium virtual *PhET*, hasil menunjukkan peningkatan. Dengan 29 siswa yang terlibat, *pretest* menunjukkan bahwa skor minimum adalah 10, maksimum 75, dan rata-rata mencapai 40,00 dengan standar deviasi 17,728. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun hasil awal masih bervariasi, beberapa siswa sudah memiliki pemahaman dasar yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

Setelah diberikan perlakuan dengan model *PjBL*, hasil tes akhir (*posttest*) menunjukkan peningkatan. Nilai terendah yang diperoleh siswa adalah 45, sedangkan nilai tertinggi mencapai 90. Rata-rata nilai siswa menjadi 68,79 dengan variasi nilai sebesar 13,865. Data ini menunjukkan bahwa penggunaan media laboratorium virtual *PhET* dapat membantu siswa dalam memahami dan menerapkan konsep sains secara praktis melalui pendekatan berbasis proyek. Berikut adalah gambar perbandingan KPS siswa pada kelas kontrol dan eksperimen:



**Gambar 1.** Perbandingan Rata-rata KPS Siswa

Berdasarkan gambar tersebut, terlihat adanya peningkatan keterampilan proses sains antara hasil *pretest* dan *posttest* pada kedua kelompok. Secara umum, penerapan model pembelajaran *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET* di kelas eksperimen memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode ceramah pada kelas kontrol. Pembelajaran materi usaha dan energi yang disajikan secara interaktif terbukti mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara signifikan.

**Analisis Statistik Inferensial**

**Uji Normalitas**

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Pengujian kenormalan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* melalui program SPSS versi 26.00 dengan taraf signifikansi 5%. Uji ini diterapkan pada data *pretest* dan *posttest* keterampilan proses sains serta kepercayaan diri siswa, baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Adapun ketentuannya yaitu:

**Tabel 6.** Ketentuan *Shapiro Wilk*

Probabilitas	Artinya
Sig>0,05	Data berdistribusi normal
Sig<0,05	Data tidak berdistribusi normal

Sumber: (Ismail, 2022)

Hasil uji normalitas penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 7.** Hasil Uji Normalitas

Kelas	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Pretest A (Kontrol)	,958	27	,338
Posttest A (Kontrol)	,937	27	,103
Pretest B (Eksperimen)	,970	29	,559
Posttest B (Eksperimen)	,942	29	,112

Berdasarkan tabel tersebut, hasil uji normalitas pada data keterampilan proses sains menunjukkan bahwa nilai signifikansi *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol maupun eksperimen lebih besar dari 0,05, sehingga data dapat dinyatakan berdistribusi normal. Pada kelas kontrol, nilai signifikansi *pretest* sebesar 0,338 dan *posttest* sebesar 0,103. Sementara itu, pada kelas eksperimen diperoleh nilai *pretest* 0,559 dan *posttest* 0,112, yang juga menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi normalitas.

**Uji Homogenitas**

Setelah uji normalitas, tahap lanjut adalah uji homogenitas guna mengetahui apakah data dua kelompok atau lebih berasal dari populasi dengan varians seragam. Pengujian dilakukan dengan

mempbandingkan varians kelompok-kelompok tersebut. Dalam studi ini, uji homogenitas menggunakan *homogeneity of variances* pada SPSS versi 26.00 dengan signifikansi 5%. Kriteria pengujian homogenitas mencakup hal-hal berikut.:

**Tabel 8.** Ketentuan Uji *Homogeneity Of Variances*

Probabilitas	Artinya
Sig>0,05	tidak ada perbedaan varians dari kedua kelas
Sig<0,05	ada perbedaan nilai varians dari kedua kelas

Sumber: (Aisyah Almardiah, 2022)

Hasil uji homogenitas pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 9.** Hasil Uji Homogenitas

		<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
Hasil Keterampilan	Based on Mean	,171	1	54	,680
Proses Sains	Based on Median	,156	1	54	,694
	Based on Median and with adjusted df	,156	151,119		,694
	Based on trimmed mean	,112	1	54	,739

Setelah data memenuhi persyaratan statistik, yaitu berdistribusi normal dan homogen, tahap berikutnya adalah melakukan uji hipotesis. Uji hipotesis digunakan untuk membandingkan dua kelompok penelitian serta menentukan apakah hipotesis yang diajukan diterima atau ditolak. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan menggunakan uji-t dengan teknik *independent t-test* melalui program SPSS versi 26.00. Nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) kemudian dibandingkan dengan taraf signifikansi  $\alpha$  sebesar 0,05. Apabila nilai Sig. 2-tailed lebih besar dari 0,05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak, sedangkan jika nilainya lebih kecil dari 0,05 maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Adapun hipotesis statistik yang akan diuji adalah:  $H_0$ = Tidak ada pengaruh model pembelajaran *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET* terhadap keterampilan proses sains siswa.  $H_a$ = Ada pengaruh model pembelajaran *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET* terhadap keterampilan proses sains siswa.

Hasil uji hipotesis untuk keterampilan proses sains dan kepercayaan diri siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 10.** Hasil Uji Hipotesis

	F	Sig.	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference
Hasil KP	17,68	,000	-27,497	4,079	-35,675 - 19,319
S assum ed Equal varian ces not assum ed	50,8669	,00007	-27,497	4,106	-35,740 - 19,254

Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai signifikansi keterampilan proses sains siswa sebesar 0,000. Karena nilai tersebut lebih kecil dari 0,05, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET* memberikan pengaruh terhadap keterampilan proses sains siswa. Hasil peningkatan pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran yang bersifat aktif dan interaktif lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dibandingkan penggunaan metode ceramah. Hasil hipotesis yang didapatkan sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mozi yang menemukan bahwa penggunaan *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET* secara signifikan meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMAN 7 Tambun pada materi fluida statis. (Mozi Pradinata, 2024)

**N-Gain**

Perhitungan *N-Gain* dilakukan untuk mengukur peningkatan keterampilan proses sains setelah penerapan model pembelajaran *PjBL* berbasis laboratorium virtual *PhET*. Nilai ini diperoleh dengan menghitung selisih antara skor *pretest* dan *posttest*, kemudian menentukan rata-rata *N-Gain* dalam bentuk persentase. Adapun pembagian kategori perolehan nilai *N-Gain* sebagai berikut:

Berdasarkan data, hasil uji *N-Gain* menunjukkan nilai peningkatan kelompok eksperimen lebih unggul ketimbang kelompok kontrol. Namun, efektivitasnya masih pada kategori sedang. Hal ini tampak dari skor *N-Gain* keterampilan proses sains mencapai 47,5, yang masuk klasifikasi cukup efektif. Dengan begitu, model

pembelajaran ini berpengaruh positif terhadap kemajuan keterampilan proses sains, meski belum optimal.

**Tabel 11.** Kategori Tafsiran Efektivitas *N-Gain*

Persentase%	Tafsiran
<30	Tidak Efektif
31 - 45	Kurang Efektif
46 - 55	Cukup Efektif
>56	Efektif

Sumber: (Akbar, Rahmah Suryani, & Tahir, 2023)

Hal ini terjadi karena penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Penelitian ini hanya melibatkan siswa kelas X dengan jumlah yang terbatas, sehingga hasilnya sulit diterapkan atau digeneralisasi ke kelompok siswa yang lebih besar. Selanjutnya, penelitian hanya dilakukan di satu sekolah, sehingga kurang mewakili variasi kondisi di sekolah lain. Penelitian ini juga hanya membahas materi usaha dan energi, sehingga belum diketahui apakah metode yang sama bisa digunakan untuk materi pelajaran lainnya. Selain itu, penelitian ini dilakukan dalam waktu yang singkat, sehingga hasil yang diperoleh belum maksimal. Tantangan lain yang dihadapi adalah keterbatasan akses dalam menggunakan laboratorium virtual, seperti koneksi internet yang kurang stabil atau kemampuan teknologi siswa yang masih terbatas. Adapun hasil uji *N-Gain* sebagai berikut:

**Tabel 12.** Hasil Uji *N-Gain* dalam Bentuk Persen

Data	Kelas	Rata-rata	Tafsiran
Keterampilan Proses Sains	Kontrol	20,2	Tidak efektif
	Eksperimen	47,5	Cukup efektif

Peningkatan hasil pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran yang bersifat aktif dan interaktif lebih efektif dibandingkan metode ceramah. Model pembelajaran berbasis proyek (*PjBL*) menekankan keterlibatan langsung siswa dalam proses belajar sesuai dengan prinsip konstruktivisme. Melalui kegiatan proyek dan kerja sama dengan teman, siswa memperoleh pengalaman nyata yang membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Temuan ini sejalan dengan pendapat Simeru yang menyatakan bahwa interaksi dan pengembangan potensi siswa memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. (Simeru M. Kom et al., 2023). Oleh karena itu, guru dapat menggunakan model *PjBL* berbasis *PhET* sebagai alternatif metode ceramah. Penerapan model *PjBL* dalam pembelajaran fisika di MAS Insan Kesuma Madani menunjukkan bahwa siswa lebih mudah

memahami konsep yang kompleks melalui pengalaman belajar secara langsung. Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya menerima penjelasan dari guru, tetapi juga berpartisipasi aktif dalam penyelesaian proyek yang menuntut kemampuan berpikir kritis dan kerja sama kelompok. Dukungan laboratorium virtual memungkinkan siswa melakukan simulasi percobaan sehingga materi usaha dan energi dapat dipelajari secara lebih interaktif. Temuan ini sejalan dengan pendapat Tri Bimo yang menyatakan bahwa laboratorium virtual merupakan alternatif efektif untuk membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran. (Tri Bimo, Asrizal, & Hidayati, 2018).

Penelitian ini soroti peran guru sebagai pendamping dalam pembelajaran berbasis proyek. Guru bukan sekadar pemberi materi, melainkan juga pembimbing, penyemangat, serta pemberi masukan membangun bagi siswa sepanjang proses belajar. Oleh karena itu, kompetensi pedagogik dan kemampuan memanfaatkan teknologi menjadi faktor penting dalam keberhasilan penerapan model tersebut. Secara teoretis, temuan penelitian ini memperkuat pandangan bahwa model *PjBL* yang didukung media laboratorium virtual dapat menjadi inovasi untuk meningkatkan mutu pembelajaran sains, terutama di sekolah dengan keterbatasan sarana. Pemanfaatan *PhET* memungkinkan siswa melakukan percobaan secara virtual, sehingga keterbatasan peralatan dan ruang laboratorium tidak lagi menjadi kendala utama. Selain itu, penelitian ini merekomendasikan agar sekolah dan guru lebih optimal dalam memanfaatkan teknologi, khususnya dalam pembelajaran fisika.

Dari analisis yang telah dipaparkan, penerapan model *Project Based Learning* dengan media laboratorium virtual *PhET* terbukti berpengaruh positif terhadap kemajuan keterampilan proses sains siswa kelas X MAS Insan Kesuma Madani. Namun, efektivitasnya yang masih pada tingkat sedang menunjukkan perlunya pengoptimalan strategi agar pencapaian belajar siswa dapat lebih optimal.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan laboratorium virtual *PhET* memberikan pengaruh nyata terhadap kemajuan keterampilan proses sains siswa di MAS Insan Kesuma Madani. Hal ini diperkuat oleh uji hipotesis yang menghasilkan nilai signifikansi 0,000 lebih kecil dari 0,05, sehingga hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Meskipun demikian, pencapaian belum optimal karena nilai *N-Gain* sebesar 47,5 masih masuk kategori sedang, sehingga model tersebut meski berdampak positif perlu pengembangan lanjutan untuk hasil lebih baik.

## Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi selama pelaksanaan dan penyusunan karya ilmiah ini. Penghargaan juga disampaikan atas kerja sama dan berbagai masukan yang sangat membantu kelancaran penyelesaian penelitian ini.

Depan Berbasis Teknologi. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, 8(4), 2381–2387.  
<https://doi.org/10.29303/jipp.v8i4.1650>

## Referensi

- Aisyah Almardiah, S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Pbl (Problem Based Learning) Berbantuan Media *PhET* Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X Sma Negeri 16 Palembang. Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.
- Akbar, M., Rahmah Suryani, N., & Tahir, M. (2023). Peningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran SBDP Melalui Media Audio Visual di Kelas V SDN 6 Ampenan Kota Mataram Tahun Ajaran 2023. *Jurnal Literasi Dan Pembelajaran Indonesia*, 3.
- Hikmah, N., Kuswidyarko, A., & Lubis, P. H. M. (2020). Pengembangan Media Pop-Up Book pada Materi Siklus Air di Kelas V SD Negeri 04 Puding Besar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 15(2), 137–148.
- Ismail, S. (2022). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Berbasis Proyek “*Project Based Learning*” Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X IPA SMA Negeri 35 Halmahera Selatan Pada Konsep Gerak Lurus”. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(5), 256–269.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6466594>
- Mozi Pradinata. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Fluida Statis di SMAN 7 Tambun Selatan. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Pristiwanti, D., Badariah, B., Hidayat, S., & Dewi, R. S. (2022). Pengertian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4, 7911–7915.
- Simeru M. Kom, D. A., Natusion, D. T., Takdir M. Pd, D. M., Siswati, D. S., Susanti, D. W., & Karsiwan M. Pd, D. W. (2023). Model-Model Pembelajaran (D. Sutomo, Ed.). Jawa Tebgah: Penerbit Lakeisha. Retrieved from [http://repo.bunghatta.ac.id/16399/1/eBook Model-model Pembelajaran %281%29.pdf](http://repo.bunghatta.ac.id/16399/1/eBook%20Model-model%20Pembelajaran%20%29.pdf)
- Tri Bimo, M., Asrizal, & Hidayati. (2018). Pengaruh LKS Laboratorium Virtual Fisika Dalam Pendekatan Saintifik Materi Fluida Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMAN 14 Padang. *Pillar of Physics Education*, 11(2), 185–192.
- Verawati, N. N. S. P., & Sarjan, M. (2023). Tinjauan Filsafat (Aksiologi) Pendidikan Sains Masa