



Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Usaha dan Energi terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa

Astri Ananta Girsang^{1*}, Apriani Sijabat¹, Sudirman T.P Lumbangaol¹

¹ Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas HKBP Nomensen Pematangsiantar, Pematangsiantar, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3559>

Article Info

Received: August, 12th 2026

Revised : August, 31st 2026

Accepted: October, 1st 202

Correspondence:

Phone: +62 812-6504-4244

Abstract: Pemahaman konsep fisika siswa pada materi Usaha dan Energi masih tergolong rendah karena pembelajaran didominasi ceramah dan latihan soal berbasis rumus. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap pemahaman konsep fisika siswa pada materi tersebut. Penelitian kuantitatif eksperimen semu dengan desain *Pretest-Posttest Control Group Design* ini dilaksanakan di SMA Negeri 3 Pematangsiantar pada siswa kelas XI IPA. Sampel dipilih dengan *cluster random sampling*, yaitu 36 siswa kelas eksperimen (PBL) dan 36 siswa kelas kontrol (konvensional). Instrumen berupa tes uraian yang dianalisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembedanya; delapan dari sepuluh butir soal valid. Data dianalisis dengan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov, uji homogenitas Levene, uji-*t*, dan *N-gain*. Rata-rata *pretest* kelas eksperimen 40,4 dan kelas kontrol 40,9, sedangkan rata-rata *posttest* masing-masing 76,2 dan 58,6. Data berdistribusi normal (Sig. 0,069–0,120) dan homogen (Sig. 0,389). Uji-*t* menghasilkan *t* hitung 8,814 > *t* tabel 1,67 (Sig. 0,000), dan *N-gain* kelas eksperimen sekitar 0,60 dibandingkan kelas kontrol sekitar 0,30. Dengan demikian, model PBL berpengaruh positif dan signifikan terhadap pemahaman konsep fisika siswa pada materi Usaha dan Energi.

Keywords: *Problem Based Learning*; Pemahaman Konsep; Usaha Dan Energi; Pembelajaran Fisika; Eksperimen Semu

Citation: Girsang, A. A., Sijabat, A., & Lumbangaol, S. T. (2026). Pengaruh Model *Problem Based Learning* (PBL) pada Materi Usaha dan Energi terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(4), 6372–6380. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3559>

Pendahuluan

Pendidikan merupakan fondasi utama dalam membangun sumber daya manusia yang berkualitas, berdaya saing, dan mampu menjawab tantangan zaman (Setyawan, 2025). Pemerintah Indonesia mengimplementasikan Kurikulum Merdeka sebagai transformasi pendidikan yang berpusat pada pengembangan kompetensi dan karakter peserta didik secara holistik. Kurikulum ini memberi keleluasaan bagi guru untuk merancang pembelajaran yang kontekstual dan terdiferensiasi, serta berorientasi pada penguatan profil pelajar Pancasila, termasuk dimensi bernalar kritis dan kreatif. Dalam kerangka ini, fisika

berperan strategis sebagai wahana pengembangan kemampuan berpikir ilmiah. Fisika tidak hanya mempelajari gejala alam secara sistematis, tetapi juga melatih siswa mengamati, menganalisis, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris (Lufita *et al.*, 2025).

Salah satu kemampuan inti pembelajaran fisika adalah pemahaman konsep. Berbeda dengan menghafal rumus, pemahaman konsep menuntut siswa memaknai, menginterpretasikan, dan menerapkan konsep dalam berbagai konteks. Siswa diharapkan mampu menafsirkan, mencontohkan,

Email: astrigirsang30@gmail.com

mengklasifikasikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan suatu konsep, sehingga tidak hanya menjawab soal secara prosedural tetapi juga menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu fenomena terjadi (Sengkey *et al.*, 2023). Konsep fisika bersifat hierarkis dan saling berkaitan, sehingga penguasaan konsep dasar menjadi prasyarat untuk memahami konsep yang lebih kompleks (Sari *et al.*, 2022). Pemahaman yang kuat tentang usaha dan energi, misalnya, menopang pemahaman momentum, termodinamika, hingga fisika modern. Penguatan pemahaman konsep sejak dini juga relevan dengan tuntutan abad ke-21 pada era revolusi industri 4.0, ketika generasi muda perlu menerapkan pengetahuan untuk memecahkan masalah nyata yang kompleks.

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman konsep fisika siswa secara umum masih rendah. Hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2022 menempatkan Indonesia pada peringkat 68 dari 81 negara dalam bidang sains dengan skor rata-rata 383 poin, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 485 poin. Kondisi serupa ditemukan pada materi Usaha dan Energi, yang bersifat abstrak namun menuntut pemahaman konseptual dan kemampuan mengaitkan antarkonsep secara logis. Berdasarkan observasi awal di sekolah, sebagian besar siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna fisisnya. Mereka kesulitan membedakan konsep usaha dalam fisika dengan makna usaha sehari-hari, memahami hubungan energi kinetik dan energi potensial dalam hukum kekekalan energi mekanik, serta menerapkan konsep tersebut pada konteks yang bervariasi. Pembelajaran yang masih didominasi ceramah dan latihan soal berbasis rumus juga membuat pengalaman belajar kurang bermakna dan kontekstual.

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dengan memanfaatkan permasalahan nyata sebagai konteks belajar. Siswa terlibat aktif dalam penyelidikan, pengumpulan informasi, dan penemuan solusi, dan model ini berorientasi pada pengembangan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, serta kemandirian belajar (Novaliza & Rahmi, 2026). Guru berperan sebagai fasilitator, dan permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari mendorong siswa menghubungkan konsep dengan situasi nyata (Ningrum, Puspitasari, & Hidayat, 2025). Karakteristik utama PBL meliputi pembelajaran berpusat pada siswa, masalah autentik sebagai fokus, penyelidikan mandiri maupun kelompok, serta penyajian hasil pemecahan masalah dan kerja sama antarsiswa (Yu & Zin, 2023). Menurut Malan dalam Astuti (2021), tahapan PBL terdiri atas (1) orientasi peserta didik terhadap masalah, (2) pengorganisasian peserta didik untuk belajar, (3) bimbingan penyelidikan individu maupun

kelompok, (4) pengembangan dan penyajian hasil karya, serta (5) analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Kelebihan PBL antara lain meningkatkan aktivitas belajar, berpikir kritis, dan pemecahan masalah, serta membantu siswa memahami konsep lebih mendalam. Kekurangannya, PBL memerlukan waktu lebih panjang, kesiapan belajar mandiri, dan perencanaan yang matang (Aryani, Mayadi, & Endriana, 2023).

Berbagai penelitian mendukung potensi PBL. Sibagariang, Amir, dan Lubis (2025) melaporkan bahwa PBL berbantuan LKPD meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa pada materi fluida statis dibandingkan pembelajaran konvensional. Kurniawan, Dwikoranto, dan Marsini (2023) dalam kajian pustaka menyimpulkan bahwa PBL berpotensi meningkatkan pemahaman konsep melalui keterlibatan aktif siswa, dan Mutiah *et al.* (2026) juga menunjukkan potensi serupa. Yu dan Zin (2023) melalui tinjauan sistematis menjelaskan bahwa PBL mendukung pembelajaran berpusat pada siswa dan keterlibatan aktif dalam pemecahan masalah. Ningrum *et al.* (2025) menunjukkan bahwa PBL mendukung kemampuan pemecahan masalah, Aryani *et al.* (2023) menunjukkan peningkatan keterlibatan dan hasil belajar matematika, dan hasil meta-analisis Nugraha Ady, Muhajir, dan Irvani (2024) menunjukkan pengaruh positif PBL pada pemahaman konsep fisika. Pada materi usaha dan energi, Syah Putra Sembiring, Simanjuntak, Nababan, Manalu, dan Aditia (2025) menunjukkan bahwa PBL berbantuan Powtoon dapat mendukung hasil belajar siswa. Meskipun demikian, kajian yang secara khusus menguji pengaruh PBL terhadap pemahaman konsep pada materi Usaha dan Energi masih perlu dikembangkan.

Materi Usaha dan Energi mencakup usaha, energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, dan hukum kekekalan energi mekanik. Usaha oleh gaya searah perpindahan dinyatakan sebagai

$$W = F \cdot s \quad (1)$$

Untuk gaya yang membentuk sudut θ terhadap perpindahan sebagai

$$W = F \cdot s \cdot \cos \theta \quad (2).$$

Keterangan:

W = Usaha (Joule/J)

F = Gaya (Newton/N)

S = Perpindahan (Meter/m)

θ = Sudut antara arah gaya dan arah perpindahan

Energi kinetik dinyatakan

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (3)$$

Keterangan:

E_k = Energi Kinetik (Joule / J)

m = Massa benda (kg)

v = Kecepatan benda (m/s)

Energi potensial gravitasi

$$E_p = m g h \quad (4)$$

Keterangan :

E_p = Energi Potensial (Joule / J)

m = Massa benda (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

h = Ketinggian dari titik acuan (m)

Energi mekanik

$$E_m = E_k + E_p \quad (5)$$

Pada sistem tanpa gaya gesek berlaku hukum kekekalan energi mekanik

$$E_{m1} = E_{m2} \quad (6)$$

pada bidang miring ideal, usaha untuk menaikkan benda sama dengan perubahan energi potensial

$$(W = m g h, \text{ dengan } h = s \sin \theta)$$

Pemahaman konsep pada materi ini diukur melalui tujuh indikator yang diadaptasi dari Anderson dan Krathwohl (2001) dan disajikan pada Tabel 1 (Laras, 2022).

Tabel 1. Indikator pemahaman konsep

Indikator	Deskripsi
Menafsirkan (<i>interpreting</i>)	Mengubah informasi atau konsep fisika ke bentuk representasi lain (gambar, grafik, simbol, kata-kata)
Mencontohkan (<i>exemplifying</i>)	Memberikan contoh yang sesuai dengan konsep atau prinsip fisika
Mengklasifikasikan (<i>classifying</i>)	Mengelompokkan objek, peristiwa, atau fenomena berdasarkan ciri tertentu
Merangkum (<i>summarizing</i>)	Menyajikan kembali konsep utama secara singkat dan sistematis
Menyimpulkan (<i>inferring</i>)	Menarik kesimpulan berdasarkan fakta, data, grafik, atau informasi
Membandingkan (<i>comparing</i>)	Menemukan persamaan dan perbedaan antara dua konsep atau fenomena
Menjelaskan (<i>explaining</i>)	Menjelaskan hubungan sebab-akibat, prinsip, atau mekanisme suatu konsep

Secara konseptual, rendahnya pemahaman konsep akibat pembelajaran yang berpusat pada guru dapat diatasi melalui PBL. Model ini memberi siswa kesempatan membangun pengetahuan melalui pemecahan masalah kontekstual. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh model PBL pada materi Usaha dan Energi terhadap pemahaman konsep fisika siswa. Hipotesis statistiknya adalah $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (rata-rata *N-gain* kelompok PBL sama dengan

kelompok konvensional) dan $H_1: \mu_1 > \mu_2$ (rata-rata *N-gain* kelompok PBL lebih tinggi).

Metode

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi experiment*) dan desain *Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel & Wallen, 2009). Penelitian melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran dengan model *Problem Based Learning* (PBL) dan kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran konvensional. Kedua kelompok diberi *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* sesudah perlakuan untuk mengukur perubahan pemahaman konsep fisika. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Desain *Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel & Wallen, 2009)

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

O₁ dan O₃ = *pretest*;

O₂ dan O₄ = *posttest*

X₁ = pembelajaran model PBL

X₂ = pembelajaran konvensional.

Lokasi, Waktu, Populasi, dan Sampel

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 3 Pematangsiantar pada semester ganjil Tahun Ajaran 2026/2027, yaitu pada bulan Juli sampai Agustus 2026. Lokasi dipilih karena karakteristik sekolah sesuai dengan kebutuhan penelitian dan data mudah diperoleh. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI IPA yang berjumlah 216 siswa dan terbagi dalam enam kelas.

Sampel ditentukan dengan teknik *cluster random sampling*, yaitu pengambilan sampel secara acak dari kelompok-kelompok (kelas) yang ada dalam populasi. Teknik ini dipilih karena kelas terbentuk tanpa pengelompokan berdasarkan ranking atau kemampuan khusus (kelas homogen), sehingga setiap kelas memiliki peluang yang sama untuk terpilih. Pemilihan dilakukan dengan mengundi keenam kelas menggunakan *spin* untuk menetapkan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Masing-masing kelas berjumlah 36 siswa.

Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua variabel. Variabel bebas adalah model *Problem Based Learning* (PBL) yang diterapkan dalam pembelajaran fisika. Variabel terikat adalah pemahaman konsep fisika siswa pada materi Usaha dan Energi, yang mencakup konsep usaha,

energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, dan hukum kekekalan energi mekanik.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap.

1. **Tahap persiapan.** Peneliti melakukan observasi dan wawancara untuk memperoleh informasi tentang kondisi sekolah, jumlah kelas, kurikulum, populasi siswa, dan metode pembelajaran yang digunakan. Peneliti kemudian menentukan populasi, sampel, dan materi penelitian, menyusun proposal, perangkat pembelajaran, dan instrumen, serta memvalidasi instrumen. Kualitas instrumen dianalisis melalui uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.
2. **Tahap pelaksanaan.** *Pretest* diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen kemudian belajar dengan model PBL, sedangkan kelas kontrol belajar secara konvensional dengan materi yang sama. Setelah pembelajaran selesai, *posttest* diberikan pada kedua kelas.
3. **Tahap akhir.** Data diolah dan dianalisis, kesimpulan ditarik, dan laporan disusun.

Pembelajaran pada kelas eksperimen mengikuti lima tahap PBL menurut Malan dalam Astuti (2021), seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahapan pembelajaran PBL pada kelas eksperimen

Tahap	Kegiatan
1. Orientasi peserta didik terhadap masalah	Guru menyajikan permasalahan kontekstual terkait Usaha dan Energi; siswa mengidentifikasi hal yang diketahui, hal yang ditanyakan, dan konsep fisika yang terkait
2. Pengorganisasian peserta didik untuk belajar	Siswa bekerja individu dan kelompok untuk memahami masalah dan merencanakan penyelesaian
3. Bimbingan penyelidikan individu dan kelompok	Siswa mencari informasi dan berdiskusi untuk memperoleh solusi, dengan guru sebagai fasilitator
4. Pengembangan dan penyajian hasil karya	Setiap kelompok menyajikan hasil pemecahan masalah, kelompok lain menanggapi, dan guru memberi penguatan konsep
5. Analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah	Siswa dan guru melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran

Materi yang diajarkan pada kedua kelas meliputi usaha pada bidang datar dan bidang miring, energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, dan hukum kekekalan energi mekanik.

Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data kuantitatif, yaitu kemampuan awal siswa (*pretest*) dan kemampuan akhir siswa (*posttest*). Pengumpulan data menggunakan teknik tes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, dan kondisi sekolah serta pembelajaran fisika dicatat melalui observasi awal. Instrumen berupa tes uraian (*essay*) yang diberikan secara individual dan disusun berdasarkan tujuh indikator pemahaman konsep, yaitu menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan.

Sebelum digunakan, instrumen diujicobakan pada siswa yang telah mempelajari materi Usaha dan Energi. Kualitas butir soal dianalisis dengan empat uji berikut.

Validitas. Validitas isi dinilai oleh validator ahli yang memahami materi fisika dan penyusunan instrumen tes. Validitas empiris dihitung dengan korelasi *Product Moment* (Sudijono, 2011):

Rumus tersebut merupakan rumus korelasi Pearson *Product Moment* yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel, yaitu variabel X dan variabel Y.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

Keterangan:

- r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan Y.
- N = jumlah sampel atau responden.
- $\sum XY$ = jumlah hasil perkalian nilai X dan Y.
- $\sum X$ = jumlah seluruh nilai variabel X.
- $\sum Y$ = jumlah seluruh nilai variabel Y.
- $\sum X^2$ = jumlah kuadrat nilai variabel X.
- $\sum Y^2$ = jumlah kuadrat nilai variabel Y.

Butir soal dinyatakan valid apabila r hitung $\geq r$ tabel (Sudijono, 2011).

Reliabilitas. Instrumen yang reliabel menghasilkan data yang konsisten ketika digunakan berulang kali untuk mengukur objek yang sama (Rosidin, 2017). Koefisien reliabilitas dihitung dengan rumus *Alpha* (Sudijono, 2011):

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

n = banyaknya butir soal

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians tiap butir soal

σ_t^2 = varians total

Tes dikategorikan reliabel apabila memenuhi batas minimum $r_{11} = 0,70$ dan berreliabilitas rendah apabila $r_{11} < 0,70$ (Sudijono, 2011).

Tingkat kesukaran. Analisis ini mengklasifikasikan butir soal menjadi sukar, sedang, atau mudah berdasarkan jawaban siswa pada setiap butir. Indeks tingkat kesukaran (TK) dihitung dengan rumus (Sudijono, 2008):

$$TK = \frac{\sum X}{S_{maks}} \quad (3)$$

Keterangan:

$\sum X$ = jumlah skor yang diperoleh siswa pada suatu butir soal

S_{maks} = jumlah skor maksimal pada butir tersebut.

Interpretasinya mengikuti Tabel 4, dan soal yang digunakan berkategori sedang ($0,31 \leq TK \leq 0,70$).

Daya pembeda. Daya pembeda menunjukkan kemampuan butir soal membedakan siswa berkemampuan tinggi dan rendah (Revita *et al.*, 2018). Skor siswa diurutkan dari tertinggi ke terendah, kemudian daya pembeda (DP) dihitung dengan rumus (Sudijono, 2011):

$$DP = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{M} \quad (5)$$

Keterangan:

$\bar{X}_A$ = rata-rata skor kelompok atas,

$\bar{X}_B$ = rata-rata skor kelompok bawah

M = skor maksimum pada pedoman penskoran.

Interpretasinya mengikuti Tabel 4, dan soal yang digunakan berkategori baik ($DP > 0,40$).

Tabel 4. Interpretasi tingkat kesukaran (Sudijono, 2008)

Nilai	Interpretasi
$0,00 \leq TK \leq 0,30$	Sukar
$0,31 \leq TK \leq 0,70$	Sedang
$0,71 \leq TK \leq 1,00$	Mudah

Tabel 5. Interpretasi daya pembeda (Sudijono, 2011)

Nilai	Interpretasi
$DP < 0,20$	Jelek
$0,20 \leq DP < 0,40$	Sedang
$0,40 \leq DP < 0,70$	Baik
$0,70 \leq DP < 1,00$	Sangat baik

Teknik Analisis Data

Data *pretest* dan *posttest* dianalisis untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep fisika pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Peningkatan dihitung dengan *Normalized Gain* (*N-gain*) menurut Hake:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (5)$$

Keterangan:

S_{post} = skor *posttest*,

S_{pre} = skor *pretest*

S_{maks} = skor maksimum

Data *N-gain* dianalisis lebih lanjut dengan uji statistik berikut menggunakan SPSS pada taraf signifikansi 5%.

Uji normalitas. Normalitas data diuji dengan *Kolmogorov-Smirnov*. Hipotesisnya adalah H_0 : data berasal dari populasi berdistribusi normal, dan H_1 : data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal. H_0 diterima apabila nilai Sig. > 0,05 dan ditolak apabila Sig. < 0,05.

Uji homogenitas. Kesamaan varians kedua kelompok diuji dengan uji *Levene* (Sugiyono, 2018). Hipotesisnya adalah H_0 : varians kedua populasi sama, dan H_1 : varians kedua populasi tidak sama. H_0 diterima apabila Sig. > 0,05 dan ditolak apabila Sig. < 0,05.

Uji hipotesis. Pemilihan uji bergantung pada hasil uji prasyarat. Jika kedua kelompok berdistribusi normal dan homogen, digunakan uji-*t*. Jika normal tetapi tidak homogen, digunakan uji-*t'*. Jika tidak normal, digunakan uji *Mann-Whitney U*. Hipotesis statistiknya adalah:

- H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ (rata-rata *N-gain* pemahaman konsep siswa yang belajar dengan PBL sama dengan siswa yang belajar secara konvensional)
- H_1 : $\mu_1 > \mu_2$ (rata-rata *N-gain* pemahaman konsep siswa yang belajar dengan PBL lebih tinggi daripada siswa yang belajar secara konvensional)
- Statistik uji-*t* dihitung dengan rumus (Sundayana, 2014):

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (6)$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (7)$$

Keterangan

$\bar{x}_1$ dan $\bar{x}_2$ = rata-rata kelas eksperimen dan kontrol

n_1 dan n_2 = jumlah sampel kelas eksperimen dan kontrol

S_p^2 = varians gabungan

s_1 dan s_2 = simpangan baku kelas eksperimen dan kontrol

Nilai t tabel diperoleh dari distribusi t pada taraf signifikansi 5%. H_0 ditolak jika t hitung $> t$ tabel dan diterima jika t hitung $< t$ tabel. Untuk varians yang tidak sama, uji- t' dihitung menurut Sudjana (2005) dengan derajat kebebasan yang memperhitungkan varians kedua kelompok secara terpisah.

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji instrumen

Uji coba instrumen dilakukan pada 20 peserta didik yang telah mempelajari materi Usaha dan Energi, dengan 10 butir soal. Pada taraf signifikansi 5% dan $n = 20$, diperoleh r tabel 0,444. Hasil uji validitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji validitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda butir soal

N o.	r hitung	r tabel	Valid itas	TK	Katego ri TK	DP	Katego ri DP
1	0,389	0,444	Tidak valid	0,44	Sedang	0,177	Jelek
2	0,570	0,444	Valid	0,44	Sedang	0,428	Baik
3	0,311	0,444	Tidak valid	0,45	Sedang	0,114	Jelek
4	0,619	0,444	Valid	0,50	Sedang	0,471	Baik
5	0,465	0,444	Valid	0,58	Sedang	0,292	Sedang
6	0,498	0,444	Valid	0,67	Sedang	0,376	Sedang
7	0,555	0,444	Valid	0,34	Sedang	0,415	Baik
8	0,649	0,444	Valid	0,53	Sedang	0,533	Baik
9	0,648	0,444	Valid	0,59	Sedang	0,552	Baik
10	0,619	0,444	Valid	0,49	Sedang	0,415	Baik

Delapan butir soal valid (nomor 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10), sedangkan dua butir (nomor 1 dan 3) tidak valid karena r hitung $< r$ tabel dan tidak digunakan untuk pengambilan data. Nilai *Cronbach's Alpha* untuk 10 butir soal sebesar 0,700, tepat pada batas minimum 0,70, sehingga instrumen memenuhi batas minimum reliabilitas. Seluruh butir (10 dari 10) berkategori sedang pada tingkat kesukaran (rentang 0,34–0,67). Pada daya pembeda, enam butir berkategori baik (nomor 2, 4, 7, 8, 9, 10), dua butir sedang (nomor 5 dan 6), dan dua butir jelek (nomor 1 dan 3), yang perlu ditinjau kembali.

Kemampuan awal dan akhir

Kemampuan awal kedua kelas relatif sebanding (Tabel 7). Rata-rata *pretest* kelas eksperimen 40,4 dan kelas kontrol 40,9, dengan nilai tertinggi 60 dan terendah 30 pada kedua kelas. Dengan demikian perbedaan hasil setelah pembelajaran dapat dikaitkan dengan perlakuan. Setelah pembelajaran, rata-rata *posttest* kelas eksperimen (76,2) lebih tinggi 17,6 poin daripada kelas kontrol (58,6).

Tabel 7. Hasil *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep fisika

Kelas	N	Tes	Rata-rata	Tertinggi	Terendah
Eksperimen	36	<i>Pretest</i>	40,4	60	30
		<i>Posttest</i>	76,2	89	60
Kontrol	36	<i>Pretest</i>	40,9	60	30
		<i>Posttest</i>	58,6	80	40

Uji prasyarat

Hasil uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* (Tabel 8) menunjukkan seluruh nilai Sig. $> 0,05$, sehingga H_0 diterima dan data *pretest* dan *posttest* kedua kelas berasal dari populasi berdistribusi normal.

Tabel 8. Hasil uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Data	Statistic	df	Sig.
<i>Pretest</i> kelas kontrol	0,167	36	0,120
<i>Posttest</i> kelas eksperimen	0,161	36	0,069
<i>Pretest</i> kelas eksperimen	0,175	36	0,072
<i>Posttest</i> kelas kontrol	0,171	36	0,090

Uji homogenitas *Levene* (Tabel 9) memberikan Sig. 0,389 (*Based on Mean*) dan nilai lain yang juga di atas 0,05, sehingga varians data homogen. Terpenuhinya normalitas dan homogenitas membuat analisis parametrik uji- t dapat dipertanggungjawabkan.

Tabel 9. Hasil uji homogenitas *Levene*

Dasar perhitungan	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
<i>Based on Mean</i>	0,752	1	70	0,389
<i>Based on Median</i>	0,330	1	70	0,567
<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0,330	1	63,458	0,567
<i>Based on trimmed mean</i>	0,748	1	70	0,390

Uji hipotesis

Tabel 10. Hasil uji- t (*posttest*) kemampuan pemahaman konsep fisika

	Levene's F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
<i>Equal variances assumed</i>	0,752	0,389	8,814	70	0,000
<i>Equal variances not assumed</i>	–	–	8,814	67,685	0,000

Karena Sig. uji *Levene* 0,389 ($> 0,05$), hasil dibaca pada baris *equal variances assumed*. Dengan 36 siswa pada masing-masing kelas dan $\alpha = 0,05$, t tabel adalah 1,67. Nilai t hitung 8,814 $> t$ tabel 1,67 dan Sig. 0,000 $< 0,05$, sehingga H_0 ditolak. Rata-rata pemahaman

konsep kelas PBL lebih tinggi daripada kelas konvensional, sehingga terdapat pengaruh signifikan model PBL terhadap pemahaman konsep fisika pada materi Usaha dan Energi.

Analisis *N-gain*

Tabel 11. *N-gain* pemahaman konsep fisika

Kelas	N	Tes	Min	Maks	Rata-rata	<i>N-gain</i>
Eksperimen	36	<i>Pretest</i>	30	60	40,4	$\approx 0,60$
		<i>Posttest</i>	60	89	76,2	
Kontrol	36	<i>Pretest</i>	30	60	40,9	$\approx 0,30$
		<i>Posttest</i>	40	80	58,6	

Rata-rata skor kelas eksperimen meningkat dari 40,4 menjadi 76,2 (*N-gain* sekitar 0,60), sedangkan kelas kontrol dari 40,9 menjadi 58,6 (*N-gain* sekitar 0,30). Kedua kelas meningkat, tetapi peningkatan kelas eksperimen dua kali lipat peningkatan kelas kontrol. Hasil ini memperkuat uji-*t*: uji-*t* menunjukkan perbedaan *posttest* yang signifikan, sedangkan *N-gain* menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dari kemampuan awal yang sama.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep fisika siswa kelas XI IPA SMA Negeri 3 Pematangsiantar pada materi Usaha dan Energi. Perbedaan ini dikaitkan dengan perlakuan karena kemampuan awal kedua kelas sebanding (40,4 dan 40,9) dan data memenuhi uji prasyarat. Selisih 17,6 poin pada *posttest* signifikan secara statistik ($t = 8,814$; Sig. 0,000).

Perbedaan tersebut berkaitan dengan kondisi yang melatarbelakangi penelitian. Pada observasi awal, siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna fisisnya dan pembelajaran didominasi ceramah dan latihan soal. Kondisi ini diduga tergambar pada kelas kontrol, yang hanya mencapai rata-rata *posttest* 58,6. Pada kelas eksperimen, PBL mengubah proses belajar karena berpusat pada siswa dengan masalah nyata sebagai konteks, sehingga siswa terdorong terlibat aktif dalam penyelidikan, pengumpulan informasi, dan penemuan solusi (Novaliza & Rahmi, 2026). Guru berperan sebagai fasilitator, dan masalah yang terkait kehidupan sehari-hari mendorong siswa menghubungkan konsep dengan situasi nyata (Ningrum *et al.*, 2025). Menurut Yu dan Zin (2023), pembelajaran berbasis masalah mendukung pembelajaran berpusat pada peserta didik dan keterlibatan aktif dalam pemecahan masalah. Karakteristik ini sesuai dengan materi Usaha dan Energi, yang menuntut pemahaman makna dan hubungan antarkonsep, bukan sekadar penggunaan

persamaan. Aryani *et al.* (2023) juga menyatakan bahwa PBL dapat membantu siswa memahami konsep lebih mendalam melalui keterlibatan dalam proses pembelajaran.

Tahapan PBL (Malan dalam Astuti, 2021) turut berperan. Pada tahap orientasi, siswa dihadapkan pada permasalahan kontekstual dan mengidentifikasi hal yang diketahui, ditanyakan, serta konsep fisika yang terkait. Pada tahap penyelidikan dan diskusi, siswa menghubungkan masalah dengan konsep usaha, energi kinetik, energi potensial, energi mekanik, dan hukum kekekalan energi mekanik. Pada tahap penyajian hasil, siswa menjelaskan pemikirannya dan menanggapi kelompok lain, yang melatih indikator menafsirkan, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan (Laras, 2022). Pemahaman konsep penting karena konsep fisika tersusun sistematis dan saling berkaitan, sehingga penguasaan konsep dasar memudahkan pemahaman konsep yang lebih kompleks (Murtiyasa, 2022). Melalui kegiatan menganalisis benda yang diangkat, benda yang bergerak pada lintasan tertentu, atau perubahan energi pada suatu sistem, siswa dapat memahami mengapa usaha terjadi, bagaimana energi kinetik dan potensial saling berubah, dan kapan energi mekanik kekal. Pada kelas kontrol, pembelajaran yang menekankan ceramah dan latihan soal berbasis rumus memberi ruang lebih terbatas bagi siswa untuk mengonstruksi pemahamannya, sehingga peningkatannya lebih kecil.

Temuan ini sejalan dengan Sibagariang *et al.* (2025), yang melaporkan bahwa PBL meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa pada materi fluida statis dibandingkan pembelajaran konvensional, dan dengan Syah Putra Sembiring *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa PBL mendukung hasil belajar siswa pada materi usaha dan energi. Temuan ini juga sejalan dengan Mutiah *et al.* (2026) yang menunjukkan bahwa PBL berpotensi meningkatkan pemahaman konsep siswa. Hasil uji-*t* dan *N-gain* sama-sama mendukung kesimpulan bahwa PBL layak menjadi alternatif model pembelajaran fisika untuk mengatasi rendahnya pemahaman konsep yang disebabkan pembelajaran berpusat pada guru dan penekanan pada rumus.

Kesimpulan

Model PBL berpengaruh positif dan signifikan terhadap pemahaman konsep fisika siswa kelas XI IPA SMA Negeri 3 Pematangsiantar pada materi Usaha dan Energi. Kemampuan awal kedua kelas relatif sama (rata-rata *pretest* 40,4 pada kelas eksperimen dan 40,9 pada kelas kontrol). Setelah perlakuan, rata-rata *posttest* kelas eksperimen mencapai 76,2, lebih tinggi 17,6 poin daripada kelas kontrol (58,6). Data memenuhi uji prasyarat, yaitu normal (Sig. 0,069–0,120) dan homogen

(Sig. 0,389). Uji- t menghasilkan t hitung $8,814 > t$ tabel 1,67 dengan Sig. 0,000 ($< 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. N -gain kelas eksperimen sekitar 0,60, dua kali lipat kelas kontrol yang sekitar 0,30. Perbedaan ini dikaitkan dengan tahapan PBL (orientasi masalah, pengorganisasian belajar, bimbingan penyelidikan, penyajian hasil karya, serta analisis dan evaluasi) yang melatih siswa menafsirkan, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan konsep, bukan sekadar menghafal rumus.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas HKBP Nomensen Pematangsiantar, SMA Negeri 3 Pematangsiantar beserta guru dan siswa yang terlibat, serta para validator instrumen.

Referensi

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Aryani, D., Mayadi, M. S., & Endriana, E. N. (2023). Implementasi model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran matematika. *Jurnal Sains Natural*, 1(3), 70–75.
- Astuti, A. (2021). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis problem based learning (PBL) untuk kelas VII SMP/MTs mata pelajaran matematika. *Jurnal Cendekia*, 5(2), 1011–1024.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2009). *How to design and evaluate research in education*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Laras, D. M. (2022). *Pengaruh model pembelajaran POE (Predict Observe Explain) terhadap pemahaman konsep dan keterampilan proses IPA kelas IV* (Doctoral dissertation). UIN Raden Intan Lampung, Indonesia.
- Lufita, D., Pratiwi, F. A. I., Yasmin, F., Triananda, L., Gusman, E., & Suwarno, R. N. (2025). *Rasionalisme dalam pendidikan IPA: Membangun penalaran logis siswa dengan fisika*. Thalibul Ilmi Publishing and Education.
- Murtiyasa, B., & Sari, N. K. P. M. (2022). Analisis kemampuan pemahaman konsep pada materi bilangan berdasarkan taksonomi Bloom. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2059–2070. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5737>
- Mutiah, M., Nisa, K., Febriani, S., Zahra, N. A., Fazila, N. I., Manalu, B., & Alindra, A. L. (2026). Pengaruh model Problem Based Learning berbantuan media PhET Simulation terhadap pemahaman konsep IPA siswa SD. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 7(2), 193–202. doi: <https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v7i2.919>
- Ningrum, S. D., Puspitasari, I., & Hidayat, M. C. (2025). Implementasi pembelajaran berbasis Problem Based Learning untuk mendukung kemampuan memecahkan masalah peserta didik. *JIIIP – Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3), 2608–2615. doi: <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i3.7224>
- Novaliza, S., & Rahmi, A. M. (2026). Pengaruh Problem Based Learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar pada materi pencemaran lingkungan. *Journal of Education Research*, 7(3), 1576–1584. doi: <https://doi.org/10.37985/jer.v7i3.3793>
- Nugraha Ady, W., Muhajir, S. N., & Irvani, A. I. (2024). Meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMA melalui model Problem Based Learning berbantuan permainan tradisional. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 772–785. doi: <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1775>
- Revita, R., K. A., & A. L. (2018). Analisis instrumen tes akhir kemampuan komunikasi matematika untuk siswa SMP pada materi fungsi dan relasi, 2(2), 8–19.
- Sengkey, D. J., Sampoerno, P. D., & Aziz, T. A. (2023). Kemampuan pemahaman konsep matematis: Sebuah kajian literatur. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 3(1), 67–75. doi: <https://doi.org/10.29303/griya.v3i1.265>
- Setyawan, D. (2025). Membangun generasi emas: Peran pendidikan dalam membentuk masa depan bangsa. *Jurnal Pembelajaran, Kurikulum dan Teknologi Pendidikan*, 1(1), 1–9.
- Sibagariang, M. T., Amir, A., & Lubis, Y. K. (2025). Peningkatan pemahaman konsep fisika melalui penerapan model Problem Based Learning berbantu LKPD. *Gravity Journal*, 4(2), 180–189. doi: <https://doi.org/10.24952/gravity.v4i2.19435>
- Sudijono. (2008). *Pengantar statistik penelitian*. Jakarta, Indonesia: Raja Grafindo.

Sudijono, A. (2011). *Pengantar evaluasi pendidikan*. Jakarta, Indonesia: Rajawali Pers.

Sundayana, R. (2014). *Statistika penelitian pendidikan*. Bandung, Indonesia: Alfabeta.

Syah Putra Sembiring, J., Simanjuntak, M. P., Nababan, L. R., Manalu, M., & Aditia, Y. H. (2025). Pengaruh model Problem Based Learning berbantuan Powtoon terhadap hasil belajar siswa. *Relativitas: Jurnal Riset Inovasi Pembelajaran Fisika*, 8(2), 169–176. doi: <https://doi.org/10.29103/relativitas.v8i2.21482>

Yu, L., & Zin, Z. M. (2023). The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8. doi: <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1139987>