

## Penerapan Model PBL Berbantuan SPAW (*Student Physics Activity Worksheet*) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

Febio Citra Megaretno <sup>1</sup>, Dwikoranto <sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

\* Email: [dwikoranto@unesa.ac.id](mailto:dwikoranto@unesa.ac.id)

### Abstrak

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era saat ini berlangsung dengan cepat ditengah globalisasi, sehingga tantangan di masa depan akan semakin kompleks. Dunia pendidikan dituntut untuk menyiapkan para peserta didik agar mampu menghadapi di era tantangan ini, sehingga mereka lebih siap untuk memasuki dunia kerja. Dalam pendidikan peserta didik mengevaluasi ide-ide mereka sendiri, kebutuhan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis harus ditekankan. Kemampuan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui pembelajaran dengan model yang mendukung karena model pembelajaran sangat berpengaruh terhadap keberhasilan peserta didik dalam belajar. Model pembelajaran berbasis masalah atau Problem Based Learning (PBL) dapat digunakan guru untuk mengembangkan dan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendeskripsikan keterlaksanaan model PBL berbantuan SPAW (*Student Physics Activity Worksheet*) pada pembelajaran fisika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian true experimental dengan control-group pre-test and post-test design. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar keterlaksanaan pembelajaran, lembar tes kemampuan berpikir kritis, dan angket respon peserta didik. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 8 Surabaya kelas X-1 sebagai kelas eksperimen 1, kelas X-6 sebagai kelas eksperimen 2 dan X-12 sebagai kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran model PBL mendapat nilai 95,80 % yang berkategori sangat baik, Kemampuan berpikir kritis mengalami peningkatan pada kelas eksperimen kesatu yaitu dengan rata-rata 0,64 berkategori N-Gain sedang, dan respon peserta didik terhadap penerapan model PBL yaitu berkategori baik dengan nilai yang didapat adalah 83%.

**Kata kunci:** *Problem Based Learning (PBL)*, fisika, dan keterampilan berpikir kritis,

### Abstract

*The rapid development of science and technology in the current era amidst globalization, so that future challenges will be increasingly complex. The world of education is required to prepare students to be able to face the challenges in this era, so that they are better prepared to enter the world of work. In education, students evaluate their own ideas, the need to develop critical thinking skills must be emphasized. Critical thinking skills can be improved through learning with a supportive model because the learning model greatly influences student success in learning. The Problem-Based Learning (PBL) model can be used by teachers to develop and improve students' critical thinking skills. This study aims to describe the implementation of the PBL model assisted by SPAW (*Student Physics Activity Worksheet*) in physics learning to improve students' critical thinking skills. This study is a true experimental study with a control-group pre-test and post-test design. The data collection technique used learning implementation sheets, critical thinking ability test sheets, and student response questionnaires. This research was conducted in SMA Negeri 8 Surabaya class X-1 as experimental class 1, class X-6 as experimental class 2 and X-12 as control class. The results of the study showed that the implementation of PBL model learning got a score of 95.80% which is categorized as very good, critical thinking ability increased in the first experimental class with an average of 0.64 in the medium N-Gain category, and student responses to the implementation of the PBL model were categorized as good with a score of 83%.*

**Keywords:** *Problem Based Learning, physics, and critical thinking skills*

## Histori Naskah

Diserahkan: 22 Juli 2025

Direvisi: 25 Juli 2025

Diterima: 12 November 2025

## How to cite:

Megaretno F. C., Dwikoranto (2025). Penerapan Model PBL Berbantuan SPAW (*Student Physics Activity Worksheet*) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Inovasi Pendidikan Fisika*, **14**(3), 49-58. DOI: <https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx>.

## PENDAHULUAN

Pendidikan Indonesia terus berkembang untuk memenuhi tuntutan pasar tenaga kerja, Industri 4.0, dan dinamika global. Untuk mengatasi hal ini, Kurikulum Merdeka diciptakan, yang memberikan kebebasan kepada pendidik dan peserta didik untuk memilih strategi pengajaran yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka, sekaligus menekankan pengembangan keterampilan abad ke-21 (Darmawan dan Winataputra, 2020). Berpikir kritis, kreativitas, penemuan, pengetahuan ilmiah, komunikasi, dan kerja sama tim adalah contoh kemampuan abad ke-21. (Kennedy & Sundberg, 2020). Menurut pembelajaran abad ke-21, tujuannya adalah untuk menyediakan siswa dengan 6C yang mereka butuhkan untuk menghadapi kesulitan dunia modern dengan menurunkan variabel penyebab. Untuk memungkinkan peserta didik mengevaluasi ide-ide mereka sendiri, kebutuhan untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis harus ditekankan. Peserta didik dapat meningkatkan kemampuan mereka untuk memecahkan masalah yang muncul dalam kehidupan sehari-hari dengan mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Sugiarti & Dwikoranto, 2021).

Di era globalisasi, peserta didik dapat memilih dari berbagai sumber informasi positif dan negatif, sehingga memiliki kapasitas untuk berpikir kritis mungkin akan menguntungkan. (Qori'ah et al., 2022; Yantik et al., 2022). Kemampuan berpikir merupakan kemampuan utama dalam proses pemecahan masalah karena berfungsi mengolah informasi, menerapkan hasil refleksi dan praktik langsung. (Linina Iveta, 2021). Ciri karakter berpikir kritis meliputi kegiatan sebagai berikut: menanyakan masalah, merumuskan masalah dengan jelas; menilai dan mengumpulkan informasi serupa, menafsirkan dengan efektif; solusi dan kesimpulan yang logis, menguji dengan standar kriteria serupa; berpikir terbuka, menilai sesuai porsi, implikasi, asumsi, konsekuensi praktis; dan terakhir, berkomunikasi efektif dalam mencari solusi permasalahan (Paul & L. Elder 2019). Berpikir kritis membuat peserta didik lebih rasional dan matang dalam mengambil keputusan, sehingga meyakini sesuatu sebelum membuktikan kebenarannya tidaklah mudah. Terdapat berbagai teori yang memberikan pendapat mengenai aspek berpikir kritis, salah satunya yaitu menurut Facione (2020) memberikan pernyataan adanya dimensi dalam keterampilan berpikir kritis, diantaranya satu yaitu menafsirkan dua yaitu menganalisis; tiga yaitu memberi evaluasi; empat memberi kesimpulan; lima yaitu memberi penjelasan; dan enam yaitu melakukan regulasi pada diri (Novianti et al., 2020). Diperlukan kecakapan dalam memperoleh evaluasi yang tepat dan sesuai dengan langkah serta mempunyai argumen sehingga dapat membentuk opsi pemikiran (Ardiyanti, 2021). Keterampilan berpikir kritis sangat penting karena membantu siswa bernalar tentang masalah, menemukan akar permasalahan, dan mengembangkan solusi atau alternatif (Moghadam et al., 2023; Phillips, 2023). Dengan menggunakan pemikiran kritis, seseorang dapat menyelesaikan masalah dengan kompleksitas apa pun (Pereira et al., 2023). Oleh karena itu, kemampuan ini sangat penting untuk memajukan kondisi sekolah saat ini (Ramona et al., 2023).

Guru atau pendidik memainkan peran penting dalam membantu peserta didik memahami pelajaran dan menemukan solusi atas masalah yang muncul selama proses pembelajaran. Guru perlu mengawasi proses pembelajaran secara efektif. Karena begitu banyak data yang dapat dikumpulkan, kemajuan teknologi informasi dapat dimanfaatkan untuk membantu orang memahami cara memecahkan masalah. Di tengah kemajuan teknologi, kita dapat mengubah cara kita belajar dengan sedikit kreativitas (Rozal et al., 2021). Pembelajaran saat ini berbeda dari generasi sebelumnya karena hubungan erat antara lingkungan teknologi digital dan proses pertumbuhan dan perkembangan (Puspitaningrum et al., 2021; Putra et al., 2021). Fisika, mata pelajaran yang dianggap menantang bagi banyak siswa, akan dibahas dalam penelitian ini. Mayoritas siswa menganggap fisika sebagai salah satu mata pelajaran yang paling menantang untuk dipelajari karena pelajarannya abstrak dan penuh dengan rumus. Selain itu, fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan di sekolah yang memiliki dampak signifikan terhadap perkembangan peserta secara baik. Memberikan siswa pemahaman dasar tentang fisika dan hubungan antara berbagai besaran fisika merupakan salah satu tujuan kelas fisika (Weber & Wilhelm, 2020). Penciptaan teknologi informasi dan komunikasi, yang

telah mengubah kehidupan manusia secara drastis, berakar pada fisika. Dari sudut pandang historis dan global, fisika menyediakan cara yang lebih dinamis untuk membantu individu dalam menyelesaikan masalah kehidupan yang sulit (Prahani, Deta, *et al.*, 2021). Peserta didik merasa sulit mengembangkan keterampilan pemecahan masalah saat mempelajari fisika.

Berdasarkan salah satu model pembelajaran tersebut, inovasi dalam model pengajaran yang dapat digunakan guru diperlukan untuk memenuhi tuntutan pendidikan yang tinggi, khususnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang kurang mendapat perhatian dalam proses belajar mengajar. Salah satu pendekatan yang dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya adalah model Problem Based Learning (PBL) yang menekankan pada pemecahan masalah (Dwikoranto *et al.*, 2022). Model PBL merupakan pendekatan pengajaran yang mengutamakan peserta didik dan menekankan pada proses penyelesaian masalah kontekstual (Santi *et al.*, 2022). Sementara guru memfasilitasi dan membimbing proses pemecahan masalah, peserta didik didorong untuk mengkaji masalah dan menemukan solusi yang bertanggung jawab (Meilasari *et al.*, 2020). Akan tetapi, paradigma PBL ini juga memiliki kekurangan dalam pembelajaran. Misalnya, siswa yang kurang bersemangat atau tidak yakin bahwa mata pelajaran yang mereka pelajari menantang akan enggan untuk mencoba. Diperlukan waktu persiapan yang cukup agar pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah berhasil. Mereka tidak akan memperoleh pengetahuan yang mereka inginkan jika mereka tidak memahami motivasi di balik upaya mereka untuk mempelajari mata pelajaran yang sedang dipelajari. Salah satu faktor penyebab rendahnya hasil belajar adalah penyampaian materi ajar yang tidak menarik sehingga peserta didik mudah merasa bosan. Materi pembelajaran perlu dikemas menarik untuk meningkatkan minat belajar dengan menggunakan media pembelajaran sebagai penugasan seiring dengan perkembangan era digital saat ini, menurut Hidayat & Khotimah (2019) menyebutkan bahwa ada berbagai teknologi digital yang bisa digunakan oleh guru untuk meningkatkan mutu pembelajaran baik dikelas secara langsung maupun saat tidak berada didekat peserta didik, seperti papan whiteboards, aplikasi perangkat lunak.

Salah satu unsur terpenting dalam proses pendidikan adalah media pembelajaran. Peserta didik dapat didorong untuk lebih aktif dan kreatif selama proses pembelajaran dengan menggunakan bahan ajar yang menarik dan relevan (Nurfadhillah *et al.*, 2021; Magdalena *et al.*, 2021). Dengan memanfaatkan model pembelajaran mutakhir seperti model PBL akan lebih efektif dilaksanakan dengan bantuan bahan ajar seperti LKPD digital. Dengan bantuan LKPD digital imana *SPAW* (*Student Physics Activity Worksheet*), pendekatan PBL diterapkan dalam penelitian ini. Tujuan *SPAW* adalah untuk meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap gagasan fisika, khususnya yang terkait dengan efek rumah kaca. Diharapkan bahwa pendekatan PBL dengan dukungan *SPAW* akan mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam upaya menyelidiki masalah kontekstual guru. Latihan pemecahan masalah model PBL akan membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka, yang seharusnya membantu mereka mengatasi rendahnya kemampuan berpikir kritis dalam kelas fisika.

## METODE

Eksperimen ini bersifat kuantitatif, jenis metode yang dipilih berupa *True Eksperiment Methode*). (Sugiyono, 2019) mengatakan bahwasannya metode penelitian *true eksperiment* merupakan metode penelitian yang menggunakan dua jenis kelas yaitu kelas kontrol dan kelas manipulasi dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suatu perlakuan pada orang lain atau kondisi terkendali (Adhelacahya, *et al.*, 2023).

Penelitian dengan penggunaan jenis quasi eksperimen ini memilih desain berupa *control group design pre-test post-test design* digunakan pada penelitian dimulai dengan menyerahkan soal-soal berupa *pre-test* terhadap peserta didik serta untuk soal *post-test* dibagikan diakhir penelitian. Tujuannya agar dapat mengetahui perubahan kenaikan hasil kemampuan berpikir kritis dalam penyelesaian terhadap suatu masalah setelah pemberian berupa perlakuan terhadap peserta didik. Kemudian peserta didik kelas eksperimen 1 akan diterapkan model PBL dengan bantuan *SPAW*, sementara kelas eksperimen 2 akan menggunakan model PBL yang didukung oleh media konvensional. Kelas kontrol berfungsi sebagai pembanding, menggunakan pembelajaran konvensional berupa ceramah dengan ketiganya diberikan materi efek rumah kaca.

**Tabel 1.** Desain *Control Group Pretest-Posttest Design*

Kelompok	Pre-test	Perlakuan	Post-test
Eksperimen 1	0 <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	0 <sub>2</sub>
Eksperimen 2	0 <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	0 <sub>2</sub>
Kontrol	0 <sub>1</sub>	C	0 <sub>2</sub>

Keterangan:

$O_1$ = Observasi awal peserta didik sebelum diberi perlakuan (*Pre-test*)

$O_2$ =Observasi akhir peserta didik setelah diberi perlakuan

$X_1$ =Perlakuan menggunakan model PBL berbasis *SPAW*

$X_2$ = Perlakuan menggunakan model PBL berbantuan PPT

C= Perlakuan menggunakan metode ceramah (konvensional)

Sampel yang digunakan pada eksperimen ini diambil di SMA Negeri 8 Surabaya tahun ajaran 2024-2025. Kelompok eksperimen 1 dilakukan di kelas X-MIPA 1, kelompok eksperimen 2 dilakukan di kelas X-MIPA 6 dan kelompok control dilakukan di kelas X -MIPA 12. Jumlah peserta didik tiap kelasnya sebanyak 35 peserta didik .

Penelitian ini mengutamakan peningkatan keterampilan berpikir kritis sesudah diberikannya perlakuan terhadap peserta didik. Penggunaan instrumen pada penelitian dilakukan dengan pemberian beberapa soal kemampuan mengenai keterampilan berpikir kritis pada materi efek rumah kaca berbantuan *SPAW* dan telah tervalidasi oleh validator. Indikator keterampilan berpikir kritis adalah 1) *Interpretation* (2) *Analysis* (3) *Evaluation* (4) *Inference*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian diperoleh melalui pengambilan data yang dilakukan di SMA negeri 8 Surabaya pada bulan Juni 2025. Penetapan kelas penelitian menggunakan teknik random sampling yaitu pada ketiga kelas. Pada kelas X-1 diberi perlakuan pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan *SPAW* yang berjumlah 35 peserta didik. Kelas X-6 memiliki jumlah 35 peserta didik dengan diberi perlakuan model PBL berbantuan PPT dan kelas X-12 berjumlah 35 peserta didik dengan diberikan perlakuan metode ceramah (konvensional).

Keterampilan berpikir kritis peserta didik diukur menggunakan instrumen lembar test yaitu *pre-test* dan *post-test*. Lembar tes keterampilan berpikir kritis terdiri dari 10 soal yang harus dijawab oleh peserta didik yang akan dinilai dengan teknik rubrik penilaian yang telah divalidasi oleh validator. Berikut tabel hasil peserta didik dalam melakukan keterampilan berpikir kritis:

**Tabel 2.** Rata-rata hasil observasi dengan Indikator Berikir Kritis

Kelas	Rata-Rata	Nilai	Kategori
Eksperimen 1	3,62	90,71	Sangat Baik
Eksperimen 2	3,33	83,57	Baik
Kontrol	2,28	52,14	Cukup

Secara umum, nilai rata-rata hasil penilaian keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen 1 memiliki nilai 3,62 Dari skor maksimal 4,00 sehingga dalam aktivitas peserta didik pada pembelajaran dengan model PBL berbantuan *SPAW* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis termasuk pada kategori sangat baik. sesuai dengan penelitian Siswanto (2019) bahwa tahapan kegiatan pembelajaran dilakukan sesuai dengan modul ajar yang telah dibuat dan didukung dengan prosedur pendidikan yang berkualitas dibuktikan dengan kategori sangat baik. Kelas eksperimen 2 memiliki nilai 3,33 Sehingga berada pada kategori baik. Sedangkan kelas kontrol memiliki nilai rata-rata 2,28 sehingga berada pada kategori cukup. Pada uji normalitas menunjukkan bahwa pada *pre-test post-test* kelas eksperimen 1, *pre-test* kelas eksperimen 2, dan *pre-test* kelas kontrol memiliki nilai *sig.* > 0,05 sehingga  $H_0$  diterima. Sedangkan pada hasil *post-test* kelas eksperimen 1 dan *post-test* kelas kontrol memiliki nilai *sig.* < 0,05 sehingga data tidak terdistribusi normal. Sehingga perlu dilakukan uji beda dikarenakan bahwa ada data terbukti tidak terdistribusi normal, maka akan dilakukan analisis uji beda yang digunakan adalah uji non-parametrik Wilcoxon.

**Tabel 3.** Hasil Uji Beda

	Rank	
	N	Asymp Sig. (2-tailed)
<i>Post-Test</i> Eks 1 – <i>Pre-Test</i> Eks 1	35	0,00
<i>Post-Test</i> Eks 2 – <i>Pre-Test</i> Eks 2	35	0,00
<i>Post-Test</i> Kontrol – <i>Pre Test</i> Kontrol	35	0,00

Berdasarkan uji beda mendapatkan hasil pada setiap kelas memiliki nilai sig. < 0,05 yaitu sebesar 0,00 sehingga  $H_0$  diterima atau terdapat perbedaan antara keterampilan berpikir kritis dari *pre-test* dan *post-test*, perbedaan ini berbentuk kenaikan nilai keterampilan berpikir kritis peserta didik.

**Tabel 4.** Hasil Uji Homogenitas *Pre-test* dan *Post-test* menggunakan SPSS berdasarkan Mean.

	Levene Statistik	Sig.	Hopotesis
<i>Pre-Test</i>	0,30	0,50	$H_0$ diterima
<i>Post-Test</i>	0,54	0,58	

Data telah terbukti homogen menggunakan SPSS, sehingga selanjutnya menggunakan uji statistika parametrik yaitu uji-t berpasangan guna melihat perbedaan antara hasil *pre-test* dan *post-test* analisis *N-Gain* guna mendapatkan kadar peningkatan dari setiap kelas serta perhitungan *effect size* untuk mengukur seberapa besar kekuatan hubungan antara dua variabel dalam suatu populasi atau estimasi berbasis sampel.

Hasil menunjukkan bahwasannya nilai uji-t berpasangan dari hasil *pre-test* dan *post-test* pada kelas kontrol maupun eksperimen adalah 0,000, dimana Sig<0,05. Dengan begitu hasil tes kedua kelas tersebut memiliki perbedaan yang signifikan.

**Tabel 5.** Hasil perhitungan *N-Gain*

Kelas	Statistik	Kategori
Eksperimen 1	0,64	Sedang
Eksperimen 2	0,55	Sedang
Kontrol	0,23	Rendah

Pada Tabel 5. menunjukkan bahwa hasil *N-gain* untuk kelas eksperimen 1 adalah 0,64 dengan kategori tinggi. Kelas eksperimen 2 hasilnya 0,55 yang berarti memiliki nilai dengan kategori sedang. Sedangkan pada kelas kontrol *N-gain* sebesar 0,23 yang berarti memiliki nilai dengan kategori *N-gain* rendah.

**Tabel 6.** Kriteria Kategori *N-Gain*

Rentang	Kriteria
$(g) \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq (g) < 0,70$	Sedang
$(g) < 0,3$	Rendah

Dalam penelitian ini indikator penjelasan termasuk indikator yang mudah dengan *N-Gain* senilai 0,64 dan tergolong kategori tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh peserta didik yang antusias selama pembelajaran seperti halnya dalam memberikan penjelasan terkait suatu rangsangan berupa fenomena yang ada serta aktif dalam menyampaikan berbagai argumen. Pada kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan, terlihat pada perhitungan *N-Gain* yang bernilai cukup tinggi.

**Tabel 7.** Hasil *Effect Size*

	<i>Effect Size</i>	Kategori
Eksperimen 1	2,2	Kuat
Eksperimen 2		
Eksperimen 1	1,7	Sedang
Kontrol		
Eksperimen 2	0.6	Rendah
Kontrol		

Pada Tabel 7. menunjukkan bahwa dalam perbedaan efek antara kelas eksperimen 1 dengan eksperimen 2 sebesar 2,2 yang memiliki tingkat efek kuat. Kelas eksperimen 1 dengan kelas kontrol juga memiliki perbedaan sebesar 1,7 pada kategori sedang. Kelas eksperimen 2 dan kelas kontrol memiliki perbedaan 0,6 berada pada kategori rendah. Dari analisis tersebut menunjukkan bahwasanya perlakuan penerapan PBL berbantuan *SPAW* memiliki dampak operasional media yang lebih berpengaruh secara efektif dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis. Data tersebut menyatakan bahwa dengan menerapkan model PBL berbantuan *SPAW* lebih mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dari pada dengan menerapkan pembelajaran konvensional dengan ceramah. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nasution (2018) dan Ramadhanti & Agustini (2021), yang menunjukkan

dampak penting dari paradigma pembelajaran PBL pada kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil uji-t berpasangan, perhitungan *N-Gain* dan perhitungan *effect size* yang telah didapatkan. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil *post-test* yang didapat oleh peserta didik, di mana seluruh peserta didik kelas eksperimen memiliki nilai *post-test* di atas KKM yaitu 80. Dengan kata lain seluruh peserta didik kelas X-1 telah tuntas, sedangkan pada kelas X-6 hanya terdapat 20 peserta didik yang telah tuntas yaitu memiliki nilai di atas 65 dan kelas X-12 hanya terdapat 10 yang tuntas lainnya masih belum tuntas. Hal tersebut didukung pula dengan nilai rerata dari observasi keterlaksanaan seluruh aspek penilaian yaitu mencapai 95,80%, sehingga pembelajaran yang dilakukan pada kelas eksperimen dapat dikatakan telah terlaksana dengan sangat baik. Sesuai dengan Nuraini (2017) yang mengungkapkan bahwa PBL merupakan model pembelajaran yang benar-benar memungkinkan peserta didik berpartisipasi penuh dalam proses pembelajaran dan penyelesaian suatu masalah.. .. Dalam penilaian lembar keterlaksanaan pembelajaran, observer mengamati peneliti dengan menyesuaikan pada tahapan pembelajaran yang tersusun dalam modul ajar. Seperti halnya fase-fase pembelajaran dalam PBL, yaitu fase orientasi masalah, pengorganisasian peserta didik, pembimbingan dalam proses investigasi peserta didik, penyajian hasil diskusi dan analisis serta evaluasi. Selain itu observer juga mengamati antusiasme, pengondisian dan pengelolaan waktu selama pembelajaran berlangsung. Begitu juga dengan respons positif dari siswa tentang dilaksanakannya pembelajaran melalui model PBL berbantuan *SPAW* memiliki presentase sebesar 91,45%. Perbandingan hasil nilai *pre-test* dan *post-test* yang berkaitan dengan indikator keterampilan berpikir kritis berdasarkan pada kelas eksperimen 1 dan 2 indikator *analysis* berada pada tingkat rendah dikarenakan pada proses pembelajaran peserta didik mampu menjabarkan secara singkat tetapi mereka tidak menuliskan penjabaran yang selaras dengan makna di dalam soal tersebut. Karena peserta didik belum berpengalaman dan hanya memberikan jawaban impulsif atau asal-asalan untuk pertanyaan tanpa memberikan evaluasi atau strategi pencapaian. Peserta didik tidak dapat membuat ide atau konsep untuk digunakan dalam menyelesaikan soal. Menurut penelitian (Rachmantika & Wardono, 2019), tahap asesmen ini mencakup hubungan masalah dengan masalah lain dan mengemukakan argument yang benar. Memodelkan masalah ke dalam bentuk penjabaran yang memiliki makna terkait dengan kesulitan adalah salah satu hambatan yang dihadapi peserta didik (Riskiyah *et al.*, 2018). Terdapat juga faktor lain yaitu pada *analysis* berada di level kognitif tengah menurut Bloom lebih kompleks dibanding interpretasi atau inferensi. Soal HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) sering menuntut uraian konsep, dekonstruksi informasi, atau mengenali asumsi dan konteks yang memerlukan latihan lebih intensif. Hal ini juga dilihat pada diagram terdapat perbedaan signifikan antara indikator *analysis* dan *inference*. Menurut Taksonomi Bloom, kemampuan berpikir analisis berada pada level kognitif yang lebih tinggi dibandingkan inferensi. *Inference* umumnya dikategorikan dalam tingkat "memahami" atau awal dari "menerapkan", karena hanya menuntut siswa untuk menarik kesimpulan dari informasi yang tersedia secara eksplisit atau implisit. Sementara itu, analisis mengharuskan peserta didik memecah informasi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, mengidentifikasi hubungan antar bagian, serta mengungkap struktur logis dan asumsi dalam informasi tersebut. Proses ini membutuhkan keterampilan metakognitif dan pemikiran sistematis yang lebih kompleks. Rendahnya pencapaian indikator *analysis* dalam pembelajaran sering disebabkan oleh minimnya latihan soal yang menuntut dekonstruksi informasi, serta dominasi metode pembelajaran yang hanya menekankan hafalan atau pemahaman dasar. Dalam penelitian oleh (Hatria *et al.*, 2024), ditemukan bahwa skor indikator *analysis* peserta didik berada pada kisaran 14%, lebih rendah dibandingkan indikator *inference*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun keduanya merupakan bagian dari kemampuan berpikir kritis, analisis menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi yang belum sepenuhnya terbentuk dalam diri peserta didik. Dengan kata lain pembelajaran fisika dengan menerapkan model PBL berbantuan *SPAW* tersebut dapat mengubah pandangan para siswa terkait fisika yang sulit dan membosankan menuju pembelajaran fisika yang lebih asyik dan menyenangkan, sehingga memberikan motivasi untuk mempelajari fisika dengan lebih mendalam (Dwikoranto *et al.*, 2023).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis data yang didapat, maka dapat disimpulkan bahwa, keterlaksanaan model PBL pada materi efek rumah kaca berbantuan *SPAW* terlaksana dengan sangat baik, keterampilan berpikir kritis peserta didik memperoleh nilai *N-Gain* berkategori sedang, dan respon peserta didik terhadap penerapan model PBL adalah baik.

Penelitian ini menjadikan peserta didik termotivasi dalam belajar dan menjadikan peserta didik berpikir kritis dalam kegiatan pembelajaran. Namun peneliti belum mengkaji penggunaan media *SPAW* untuk skala populasi lebih besar, sehingga peneliti selanjutnya sebaiknya dapat dilaksanakan dalam skala populasi yang

lebih besar ataupun dilakukan pada tingkat dan sekolah lainnya. Hal ini sebagai upaya konsistensi dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam menggunakan SPAW beserta alat operational perangkat yang digunakan.

### KONTRIBUSI PENULIS

**Febio Citra Megaretno:** Data Curation, Project Administration, Methodology, Formal Analysis, Resources, dan Writing -Original Draft. **Dwikoranto:** Conceptualization, Methodology, dan Validation. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir dari naskah ini.

### PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

### PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

### PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (*Generative Artificial Intelligence*) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, ChatGPT digunakan untuk *Brainstromingide*, *Grammarly* untuk koreksi tata dan gaya bahasa, serta Scite untuk menganalisis konteks sitasi. Para penulis telah meninjau dan menyunting semua konten yang dihasilkan AI guna memastikan ketepatan, kelengkapan, serta kepatuhan terhadap standar etika dan ilmiah, dan bertanggung jawab penuh atas naskah versi akhir.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aziza, R, Yuliati, L., & Latifah, E. (2015). ). Kesulitan pemecahan masalah fisika pada siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44–50.
- A.Jufriadi, C. Huda, S. D. Aji, H. Y. Pratiwi, And H. D. Ayu, “Analisis Keterampilan Abad 21 Melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka,” *J. Pendidik. Dan Kebud.*, Vol. 7, No. 1, Pp. 39–53, 2022. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v7i1.2482>
- Arends, R.I. (2014). *Learning To Teach (Tenth Edition)*. In McGraw-Hill Education: Vol. Tenth Edit.
- Arifin, S., Abidin, N., & Anshori, F. A. (2021). Kebijakan Merdeka Belajar dan Implikasinya terhadap Pengembangan Desain Evaluasi Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Dirasat: Jurnal Manajemen Dan Pendidikan Islam*, 7(1), 65–78. <https://doi.org/10.26594/dirasat.v7i1.2394>
- Albay, E. M. (2019). Analyzing the effects of the problem solving approach on the performance and attitude of first-year university students. *Social Sciences and Humanities Open*, 1 (1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2019.100006>.
- Astuti, H. R., Prayitno, B. A., & Suwarno. (2018). Penerapan Problem Based Learning Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X MIA 3 SMA Negeri 3 Surakarta. *Bio-Pedagogi*, 5(1), 38-42 <https://doi.org/10.26594/dirasat.v7i1.2394>
- Azizi, A., & Rasyidi, M. (2019). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Dan Sikap Peduli Lingkungan Siswa SMP Darul Aminin NW Aikmual Tahun 2019. *JUPE: Jurnal Pendidikan Mandala*, 4(5), 1–8 <https://doi.org/10.59052/edufisika.v9i1.32651>
- B Jatmiko, T Sunarti1, B K Prahani1, E Hariyono, Dwikoranto, F C Wibowo, S Mahtari, Misbah, M Asy'ari. (2021). Critical Thinking Skills on Physics Learning during COVID-19 Pandemic: A Bibliometric Analysis using VOSViewer. *Journal of Physics: Conference Series* 2110(2021) 011001. doi:10.1088/1742-6596/2110/1/011001
- Basri M 2021 Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan Media Animasi Terhadap Minat Dan Hasil Belajar Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo *Prosiding Seminar Nasional* 211–21 <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.17871>



- Byman, R. (2005). Curiosity and sensation seeking: A conceptual and empirical examination. *Personality and Individual Differences*, 38(6), 1365-1379. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.09.004>
- Boettcher, K., Terkowsky, C., Schade, M., Brandner, D., Grünendahl, S., & Pasaliu, B. (2023). Developing a real-world scenario to foster learning and working 4.0: On using a digital twin of a jet pump experiment in process engineering laboratory education. *European Journal of Engineering Education*, 48(4), 511–525. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2182184>
- Bordes, S. J., Walker, D., Modica, L. J., Buckland, J., & Sobering, A. K. (2021). Towards the optimal use of video recordings to support the flipped classroom in medical school basic sciences education. *Medical Education Online*, 26 (1), 1841406. <https://doi.org/10.1080/10872981.2020.1841406>
- Boud, D., & Bearman, M. (2024). The assessment challenge of social and collaborative learning in higher education. *Educational Philosophy and Theory*, 56(5), 622–635. <https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2114346>
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281-302. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0040957>
- Chaiyasit, W., Chomsuwan, K., & Chanchalor, S. (2023). Hybrid teaching using problem-based learning to promote self-directed learning abilities of students during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(8), 1–15. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.22.8.1>
- Chew, S. L., & Cerbin, W. J. (2021). The cognitive challenges of effective teaching. *The Journal of Economic Education*, 52(1), 17–40. <https://doi.org/10.1080/00220485.2020.1845266>
- Chua, K., & Islam, M. (2021). The hybrid project-based learning–flipped classroom: A design project module redesigned to foster learning and engagement. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 49(4), 289–315. <https://doi.org/10.1177/0306419019838335>
- Choiroh, S. S., Prastowo, S. H. B., & Nuraini, L. (2022). Pengaruh Penggunaan E-LKPD Interaktif Berbantuan Live Worksheets Terhadap Kemampuan Berpikir Kognitif HOTS Fisika Peserta didik SMA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 694-705. DOI: <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i3.6795>
- Dwikoranto, Setiani, R., Madlazim, & Erman. (2018). Validity Of Project Based Laboratory Learning: *An Innovative Physics Laboratory Learning To Prepare Sciences Process Skills And Creativity Of Physics Teacher Candidate. International Conference On Science And Technology (ICST 2018)*, 912–917. <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.184>
- F R Agustina & Dwikoranto. (2021). *Development of STEM Model Student Worksheets with PhET Simulation on Hooke's Law Material to Improve the Ability Students' Critical Thinking. Journal of Physics: Conference Series*. 2110: 012023. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2110/1/012023>
- Facione, P.A. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction, Research Findings and Recommendations*. California: California State University, Fullerton.
- Falloon, G. (2019). Using simulations to teach young students science concepts: An experiential learning theoretical analysis. *Computers & Education*, 135, 138–159. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.03.001>
- Guo, D., McTigue, E. M., Matthews, S. D., & Zimmer, W. (2020). The impact of visual displays on learning across the disciplines: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 32(3), 595–622. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09523-3>
- Geddis, A. N. (1993). Transforming subject-matter knowledge: The role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education*, 15(6), 673-683. <https://doi.org/10.1080/0950069930150605>
- Herráez, A. (2006). Biomolecules in the computer: Jmol to the rescue. *Biochemistry & Molecular Biology Education*, 34 (4), 255-261. <https://doi.org/10.1002/bmb.2006.494034042644>



- Hidayat, H. (2021). Pengaruh Metode Inkuiri terhadap Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Peserta didik Kelas V di SD Negeri 3 Dompu Tahun Pembelajaran 2020/2021. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 1(2), 99-112. DOI: <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v1i2.68>
- Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers and Education*, 121, 97-110. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.002>
- Hidayat, S. N. (2022). Pengaruh Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Dan Hasil Belajar. *Jurnal Madrasah Ibtidaiyah*, 1(01), 65-84.
- Huang, Y. M., Silitonga, L. M., & Wu, T. T. (2022). Applying a business simulation game in a flipped classroom to enhance engagement, learning achievement, and higher-order thinking skills. *Computers and Education*, 183, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104494>
- Khairani, S., Suyanti, R. D., & Saragi, D. (2020). The influence of problem-based learning (PBL) model collaborative and learning motivation based on students' critical thinking ability in science subjects in class V State Elementary School 105390 Island Image. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 3(3), 1247-1258. <https://doi.org/10.33258/birle.v3i3.1247>
- Kurniawati, Y., Lataima, N. S., Lowrani Siagian, M., Christin Tiara Revita, N., & Anisa Firmanti, T. (2023). Simulasi virtual: Media pembelajaran pendamping yang potensial meningkatkan kemampuan klinis mahasiswa keperawatan. *Professional Health Journal*, 5(1), 51-62. <https://doi.org/10.54832/phj.v5i1.426>
- Kusniyah, A., & Tjahja, S. S. (2020). Implementasi pembelajaran Alquran Hadist berbasis problem solving untuk membentuk critical thinking siswa kelas IX di MTs. Nasy'atul Mujahidin Ringinrejo Tiru Lor Gurah Kediri. *Jurnal Intelektual: Jurnal Pendidikan Dan Studi Keislaman*, 10(1), 11-16. <https://doi.org/10.33367/ji.v10i1.1087>
- Lamanauskas, V. (2019). 3<sup>rd</sup> international Baltic symposium on science and technology education "Science and technology education: Current challenges and possible solutions (BalticSTE2019)": Symposium review. *Švietimas: politika, vadyba, kokybė / Education Policy, Management and Quality*, 11(1), 42-48. <http://oaji.net/articles/2019/513-1567660630.pdf>
- Lhafra, F. Z., & Abdoun, O. (2023). Integration of adaptive collaborative learning process in a hybrid learning environment. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(2), 16608. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.13.2.16608>
- Matthee, M., & Turpin, M. (2019). Teaching critical thinking, problem solving, and design thinking: Preparing IS students for the future. *Journal of Information Systems Education*, 30(1), 1-13.
- Meltzer, & David, E. (2002). *The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physics: A Possible Hidden Variable In Diagnostic Pretest Scores*. *Am. J. Phys*, 1259-1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- Nasledov, A. (2005). *SPSS: komp'juternyj analiz dannyh v psihologii i social'nyh naukah* [SPSS: Computer analysis of data in psychology and social sciences]. Piter.
- Novák, M., & Langerová, P. (2006). Raising efficiency in teaching mathematics in non-English speaking countries: An electronic bilingual dictionary of mathematical terminology. In: *Proceedings of 3rd international conference on the teaching of mathematics at the undergraduate level*. Istanbul: TMD (Turkish Mathematical Society), 2006. [CD-ROM].
- Posner, M. (2004). Neural systems and individual differences. *TC Record*. <http://www.tcrecord.org/PrintContent.asp?ContentID=11663>
- Ronkainen, R., Kuusisto, E., & Tirri, K. (2019). Growth mindset in teaching: A case study of a Finnish elementary school teacher. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(8), 9-20. <https://doi.org/10.26803/ijlter.18.8.9>
- Ruswan, A., Primanita S. R., Annisa, N., Hanie K., Ighna, Z. H., Keysha, K. A., Khomsanuha, W. S. (2024). Pengaruh penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dalam meningkatkan kemampuan literasi

- digital siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Tamansiswa*, 8(1), 4007–4016. <https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.13009>
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2023). Self-regulation in education: Retrospect and prospect. *Self-Regulation of Learning and Performance: Issues and Educational Applications*, 327–346. <https://doi.org/10.4324/9780203763353-13>
- Suliantini, D. A., Masitoh, S., & S Bachri, B. (2024). Integrating Video Simulation into Hybrid Problem-Based Learning: A Strategy for Fostering Critical Thinking and Problem-Solving Abilities in Grade X Students Studying Basic Programming Algorithms. *International Journal of Current Educational Research*, 3(2), 93-109. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v3i2.372>
- Thurstone, L. L. (1959). *The measurement of attitude: A psycho-social method and some experiments*. University of Chicago.
- Thorndahl, K. L., & Stentoft, D. (2020). Thinking critically about critical thinking and problem-based learning in higher education: A scoping review. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 14(1), Article 28773. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28773>