

PENGARUH MODEL PBL BERBASIS TPACK TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Ni Made Meriantari¹, Rai Sujanem², Ina Yuliana³

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Ganesha, Indonesia

*Corresponding Author: meriantari@student.undiksha.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran fisika SMA pada materi gelombang bunyi antara kelas yang dibelajarkan menggunakan model PBL berbasis TPACK dan PBL konvensional. Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperiment research* dengan desain *one-way non-equivalent pretest-posttest control group design*. Populasi yang digunakan terdiri atas 5 kelas dengan jumlah siswa sebanyak 177 orang. Sampel yang digunakan terdiri dari 2 kelas yang dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling* sebanyak 69 siswa yang tersebar pada kelas eksperimen sebanyak 35 siswa dan kelas kontrol sebanyak 34 siswa. Instrumen keterampilan berpikir kritis yang digunakan yaitu tes esai sebanyak 10 soal. Hasil *pretest-posttest* dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji ANCOVA dengan taraf signifikansi 0,05. Secara deskriptif, rata-rata *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hasil uji ANCOVA menunjukkan bahwa model pembelajaran yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa ($F = 22,538$; $p < 0,001$) serta kontribusi sebesar 40,6%. Dengan demikian, terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa yang belajar dengan model PBL berbasis TPACK dan siswa yang belajar menggunakan PBL konvensional.. Implikasi penelitian mengindikasikan bahwa integrasi teknologi yang didukung oleh pedagogik dan konten dalam pembelajaran berbasis masalah mampu mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa, khususnya pada pembelajaran fisika yang bersifat abstrak.

Kata Kunci: Berpikir Kritis; Fisika; PBL; TPACK

ABSTRACT

This study aims to analyze the differences in students' critical thinking skills in high school physics learning on sound waves between classes taught using the TPACK-based PBL model and conventional PBL. This study used a quasi-experimental research method with a one-way non-equivalent pretest-posttest control group design. The population used consisted of 5 classes with a total of 177 students. The sample used consisted of 2 classes selected using cluster random sampling techniques totaling 69 students spread across the experimental class of 35 students and the control class of 34 students. The critical thinking skills instrument used was an essay test of 10 questions. The pretest-posttest results were analyzed using descriptive statistics and ANCOVA tests with a significance level of 0.05. Descriptively, the average posttest of the experimental class was higher than the control class. The results of the ANCOVA test showed that the learning model used had a significant effect on students'

critical thinking skills ($F = 22.538$; $p < 0.001$) and a contribution of 40.6%. Thus, there are differences in the critical thinking skills of students who learn with the TPACK-based PBL model and students who learn using conventional PBL. The implications of the research indicate that the integration of technology supported by pedagogy and content in problem-based learning is able to support the development of students' critical thinking skills, especially in abstract physics learning.

Keywords: *Critical Thinking; Physics; PBL TPACK*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu tolak ukur dari kualitas suatu negara. Peningkatan dan penurunan kualitas pendidikan terus terjadi seiring dengan perkembangan zaman. Hal ini tercermin pada hasil PISA 2022 yang mengalami penurunan rata-rata pada aspek sains masih mengalami penurunan di beberapa negara (OECD, (2018); OECD, (2023)). Peristiwa tersebut menjadi tantangan nyata dalam sistem pendidikan global dalam mempersiapkan siswa untuk menghadapi tuntutan di abad ke-21. Sebagai respon untuk mengatasi peristiwa tersebut, rancangan PISA 2025 *Science Framework* berfokus pada pendidikan sains siswa dengan menekankan pentingnya kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah hingga penerapan dalam konteks nyata (Framework & Draft, 2025). Hal tersebut menunjukkan adanya pergeseran paradigma pembelajaran yang merujuk pada perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi khususnya keterampilan berpikir kritis (Framework & Draft, 2025).

Indonesia merupakan salah satu negara bagian dari sistem pendidikan global yang juga mengalami penurunan signifikan pada skor sains yaitu sebesar 3,28% dan selisih 13 poin dari rata-rata 396 pada PISA 2018 menjadi 383 pada PISA 2022 (OECD, 2018; OECD, 2023). Merujuk pada tuntutan pembelajaran abad ke-21, Indonesia mengembangkan kurikulum merdeka yang dinilai kompeten menjadi terobosan dalam memberikan ruang lingkup yang lebih fleksibel kepada guru dalam merancang pembelajaran (Amalina, 2024). Namun, pada pelaksanaan kurikulum merdeka di Indonesia tidak terlepas dari berbagai tantangan, salah satunya adalah kesiapan perangkat pembelajaran yang dirancang oleh guru yang masih tergolong kurang inovatif (Sujanem *et al.*, 2018; Sujanem & Suwindra, 2023). Pembelajaran yang dilakukan juga masih didominasi dengan metode ceramah akibat kurang meratanya sarana dan prasarana yang digunakan. Kondisi tersebut menyebabkan pembelajaran yang dilakukan hanya berfokus pada esensi pembelajaran (Anriani *et al.*, 2025). Hal tersebut berdampak pada belum optimalnya peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK) siswa khususnya pada materi fisika (Artawan *et al.*, 2025). KBK merupakan salah satu kompetensi yang penting dalam tuntutan abad ke-21 (Sujanem *et al.*, 2019). Berdasarkan kondisi tersebut, peningkatan KBK yang belum optimal mengindikasikan bahwa perlunya perencanaan pembelajaran yang inovatif (Anriani *et al.*, 2025).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru fisika pada tanggal 16 Januari tahun 2026 diperoleh bahwa; 1) pembelajaran di sekolah telah menggunakan model inovatif, namun sumber informasi siswa masih didominasi oleh guru dan buku cetak; 2) hasil ulangan harian fisika siswa mengindikasikan bahwa masih terdapat siswa yang belum mencapai nilai kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang telah ditetapkan sekolah; 3) kemampuan siswa dalam menganalisis dan memecahkan masalah dalam proses pembelajaran masih tergolong rendah. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa KBK siswa masih belum

berkembang secara optimal, sehingga diperlukan inovasi pembelajaran yang lebih efektif. Sebagai salah satu kompetensi dalam abad ke 21, KBK penting untuk dimiliki dan dilatih kepada siswa secara berkelanjutan dalam proses pembelajaran.

KBK merupakan keterampilan yang dilatih secara berulang dengan perencanaan dan metode yang tepat untuk meningkatkan potensi yang diinginkan melalui praktik sosial, pembelajaran yang aktif yang melibatkan proses analisis, pemecahan masalah secara kreatif dan mandiri (Brahim, 2024; Ennis, 2016). Siswa akan memperoleh peningkatan KBK jika guru menerapkan metode berpikir tingkat tinggi secara konsisten di kelas, hal ini meliputi pembelajaran secara kontekstual, menangani situasi, debat argumen secara terbuka hingga mendukung kegiatan penyelidikan secara mandiri (Hanzalah & Sihes, 2021). Siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis mampu menganalisis sebuah informasi yang diterima dan tidak mudah untuk menerima informasi yang belum terbukti kebenarannya, kemampuan ini juga memungkinkan seseorang untuk melakukan penalaran kuantitatif, pemecahan masalah hingga kelancaran dalam berkomunikasi (Sarvary & Schmidt, 2026).

Menurut Ennis, (2016) KBK tidak hanya tentang bagaimana berpikir, tetapi juga bagaimana cara menilai, mempertimbangkan dan mengambil keputusan secara logis dan sadar. KBK dapat diwujudkan melalui praktik yang dilakukan secara berulang dan konsisten dengan melibatkan pembelajaran berbasis masalah melalui kegiatan menganalisis, membuat hipotesis, dan melakukan evaluasi solusi. KBK dapat tercapai dengan maksimal ketika dilakukan secara konsisten pada semua mata pelajaran seperti sains, sosial hingga bahasa (Ennis, 2016). Ennis menyatakan bahwa KBK dapat diwujudkan melalui dua dimensi utama yaitu *dispositions* dan *abilities*. Dimensi *abilities* selanjutnya diklasifikasikan secara lebih terperinci menjadi beberapa kategori yaitu *Basic Clarification*, *Based for a decision*, *inference*, *advanced clarification* dan *non-constitutive, But Helpful* (Ennis, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan model pembelajaran yang mampu mengakomodasi pengembangan KBK. Salah satu model yang dianggap efektif adalah *Problem Based Learning* (PBL) (Sri & Sarjan, 2023; Wardana *et al.*, 2022). PBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah kontekstual (Ramadhan & Mardin, 2023) dengan prinsip bahwa permasalahan yang kontekstual dapat digunakan sebagai landasan untuk mengintegrasikan pengetahuan baru (Jamilah *et al.*, 2023). Model ini memberikan kesempatan kepada siswa sebagai pusat pembelajaran melalui penyelidikan pada masalah yang nyata (Sujanem *et al.*, 2019), membuka peluang kepada siswa untuk berpartisipasi aktif (Sanuaka *et al.*, 2022) dalam menganalisis, mengidentifikasi, membangun pengetahuan baru hingga mampu menemukan solusi dan memecahkan masalah secara logis dengan membagi menjadi kelompok-kelompok kecil (Jamilah *et al.*, 2023). Model PBL dapat meningkatkan KBK secara signifikan pada pembelajaran fisika dengan persentase peningkatan rata-rata yaitu 35,10 % pada jenjang sekolah dasar hingga perguruan tinggi, peningkatan KBK dapat dipengaruhi oleh faktor internal (minat, bakat dan kesehatan), serta faktor eksternal (keluarga, sekolah dan lingkungan) (Bonafide *et al.*, 2021). Keberhasilan adaptasi PBL dalam meningkatkan KBK dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu, pembelajaran mandiri dan aktif, interaksi teman sebaya dan guru dalam kegiatan pembelajaran, kegiatan pemecahan masalah, aktivitas metakognitif, pembelajaran yang autentik, suasana yang nyaman dan positif, dan suportif (Yu & Zin, 2022).

Namun model PBL tidak selalu efektif digunakan pada semua mata pelajaran. Pada penelitian Muwonge & Joseph (2024) diperoleh beberapa studi yang menunjukkan bahwa PBL kurang efektif pada materi yang membutuhkan struktur konsep yang kuat dan bergantung pada bimbingan guru dan kesiapan siswa. Oleh karena itu, pada pembelajaran fisika dengan konsep yang abstrak, model PBL yang diterapkan secara mandiri menjadi kurang optimal. Sebagai upaya mengoptimalkan pembelajaran fisika dengan penerapan model PBL, penerapan dalam proses pembelajaran dapat diintegrasikan dengan teknologi. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Halim (2025), Kanyesigye *et al.* (2022), Prahani *et al.* (2022), dan Sujanem *et al.* (2019). Penelitian tersebut mendukung penerapan model PBL dengan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan KBK. Hal tersebut dikarenakan integrasi teknologi dapat membantu siswa dalam memahami konsep fisika yang bersifat abstrak melalui simulasi dan media interaktif. Integrasi teknologi tidak hanya sebatas penggunaan media, tetapi juga perlu dikombinasikan dengan aspek pedagogik dan konten pembelajaran. Integrasi tersebut diwujudkan melalui kerangka utama yaitu *Tecknologi*, *Pedagogic*, dan *Konten* (TPACK) yang dikombinasikan secara sinergis dalam proses pembelajaran.

Penerapan kerangka PBL berbasis TPACK memungkinkan guru untuk merancang pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna sehingga mampu memfasilitasi peningkatan KBK secara optimal. Hal ini diperkuat oleh temuan Dewi & Nisa 2025, Hasanah *et al.* (2023), dan Wardani & Jatmiko (2021) yang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan KBK yang signifikan melalui penerapan model PBL berbasis TPACK dibanding dengan model konvensional.

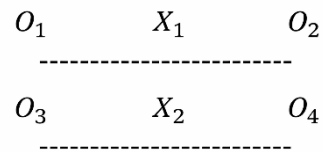
Namun, penelitian yang mengkaji mengenai integrasi model PBL berbasis TPACK dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis fisika pada jenjang SMA masih relatif terbatas dan belum tereksplorasi secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi salah satu peluang untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait penerapan model PBL berbasis TPACK pada pembelajaran fisika di jenjang SMA dengan mengacu pada sintaks PBL yang dikembangkan oleh Arends (2015) yang terdiri dari lima tahapan yaitu 1) Orientasi masalah, 2) mengorganisasikan siswa untuk belajar, 3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, 4) mengembangkan penyajian hasil karya dan 5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan KBK siswa antara siswa yang belajar menggunakan model PBL berbasis TPACK dan siswa yang belajar menggunakan model PBL konvensional.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *quasi eksperimen research* dengan desain *one-way non-equivalent pretest-posttest control group design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Seririt semester genap tahun ajaran 2025/2026 yang berjumlah 177 siswa dan tersebar dalam 5 kelas. Sampel yang digunakan terdiri atas dua kelas yang dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*. Jumlah sampel penelitian ini sebanyak 69 siswa, yang terdiri atas 35 siswa pada kelas eksperimen dan 34 siswa pada kelas kontrol. Kelompok eksperimen berupa model PBL berbasis TPACK

dan kelas kontrol diberikan perlakuan PBL konvensional. Desain penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Penelitian

(Santyasa, 2023)

Keterangan:

- X_1 : Penerapan model PBL berbasis TPACK pada kelas eksperimen.
- X_2 : Penerapan model PBL konvensional pada kelas kontrol.
- O_1, O_3 : Pengukuran keterampilan berpikir kritis sebelum diberikannya perlakuan.
- O_2, O_4 : Pengukuran keterampilan berpikir kritis setelah diberikannya perlakuan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian mengacu pada dimensi KBK yang dikembangkan oleh Ennis (2016) yang terdiri dari 5 dimensi yaitu D1 (*Basic clarification*), D2 (*Based for a decision*), D3 (*Inference*), D4 (*Advance Clarification*), D5 (*Non-Constitutive, but helpfull*).

Instrumen penelitian berupa soal esai sebanyak 20 soal melalui tahap validitas isi yang dilakukan oleh dua dosen dan satu guru fisika untuk menilai kesesuaian soal dengan indikator, materi, bahasa yang digunakan. Hasil validasi mengindikasikan bahwa instrumen yang digunakan telah sesuai dengan tujuan pengukuran dan layak untuk di uji cobakan setelah melakukan revisi sesuai arahan validator.

Validitas konstruk instrumen mengacu pada kesesuaian butir soal dengan dimensi KBK Ennis (2016). Butir soal yang disusun untuk mempresentasikan indikator pada masing-masing dimensi, sehingga konstruk yang diukur telah sesuai dengan teori yang digunakan pada landasan penelitian.

Tahap selanjutnya soal diuji coba pada kelas XII.B dan XII.C MIPA di SMA Negeri 3 Singaraja. Hasil uji coba instrumen diuji menggunakan *Microsoft Excel* untuk memperoleh indeks daya beda (IDB) dan indeks kesukaran butir (IKB), sedangkan untuk konsistensi internal butir dan konsistensi internal tes (reliabilitas) diperoleh menggunakan *IBM SPSS Statistics 30.0*. Hasil yang diperoleh dari 20 soal uji coba pada IDB dengan rentang 0,044 (sangat rendah) hingga 0,529 (sedang). Pada uji IKB diperoleh dari rentang 0,169 (sangat sukar) hingga 0,627 (mudah). Uji konsistensi internal butir diperoleh sebanyak 14 soal dengan kategori konsisten dan 6 soal dengan kategori tidak konsisten.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh sebanyak 10 soal yang akan digunakan pada penelitian ini dengan mempertimbangkan dimensi, indikator, materi gelombang bunyi, IDB, IKB, dan konsistensi internal butir. Soal yang diperoleh selanjutnya melalui tahap uji konsistensi internal tes (reliabilitas) untuk mengetahui tingkat konsistensi instrumen dalam mengukur sesuatu yang seharusnya diukur sehingga instrumen yang digunakan menghasilkan data yang relatif tetap dan konsisten. Berdasarkan hasil uji

reliabilitas menggunakan *alfa cronbach*, diperoleh koefisien reliabilitas sebesar 0,693 yang berada pada kategori tinggi, sehingga instrumen yang digunakan dinyatakan reliabel.

Data penelitian diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* pada kedua kelompok menggunakan 10 soal esai dengan materi gelombang bunyi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *IBM SPSS Statistics 30.0* dan *Microsoft Excel*.

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1) analisis deskriptif yang digunakan untuk mengolah data rata-rata dan standar deviasi dan (2) *analysis of covariance* (ANCOVA) satu jalur dengan taraf signifikansi yaitu 0,05, namun sebelum dilakukan uji ANCOVA harus dilakukan uji asumsi yaitu uji normalitas, uji homogenitas dan uji linearitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model PBL berbasis TPACK terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian dilakukan pada dua kelas, yaitu satu kelas dibelajarkan menggunakan model PBL berbasis TPACK dan satu kelas dibelajarkan menggunakan model PBL konvensional. Sebelum diberikan perlakuan, seluruh siswa pada kelas sampel diberikan tes awal (*pretest*) dengan instrumen yang sama untuk mengukur kemampuan awal siswa pada keterampilan berpikir kritis. Hasil *pretest* tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Pretest* Siswa

Statistik	Kelompok	
	PBL TPACK	PBL Konvensional
Jumlah Siswa (n)	35	34
Nilai Minimum	20,0	20,0
Nilai Maksimum	50,0	60,0
Nilai Maksimum	100,0	100,0
Rentang	30	40
Rata-rata	32,36	36,62
Standar Deviasi	7,787	9,922
Kualifikasi	Sangat Kurang	Sangat Kurang

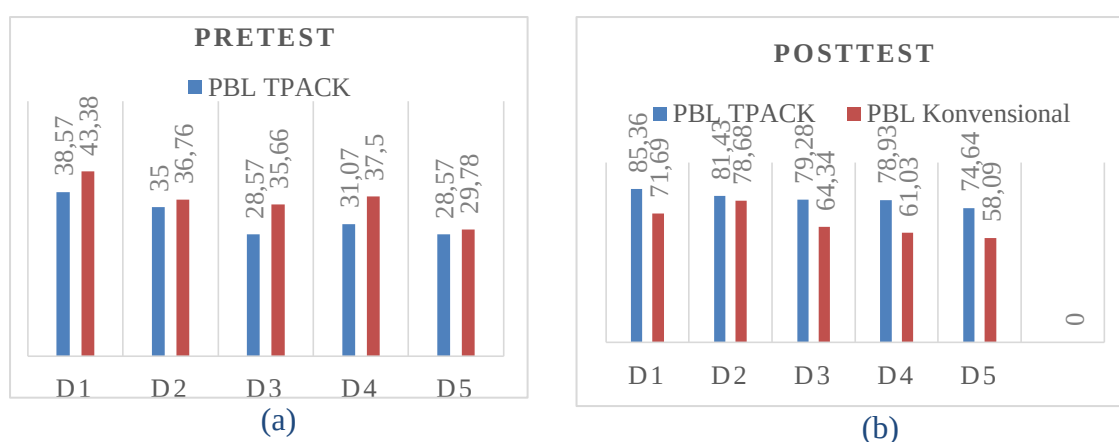
Berdasarkan Tabel.1 diperoleh nilai rata-rata pengetahuan awal siswa berbeda-beda sebelum diberikan perlakuan dan menunjukkan kualifikasi yang sangat kurang. Pada kelompok PBL TPACK nilai rata-rata yang diperoleh yaitu 32,36 dengan standar deviasi (SD) = 7,787 dan kelompok PBL konvensional diperoleh rata-rata yaitu 36,62 dengan SD= 9,922. Kedua kelompok memiliki nilai minimum yang sama yaitu 20 dan nilai maksimum yang berbeda. Secara deskriptif, nilai rata-rata *pretest* siswa pada kelas PBL TPACK lebih rendah dari kelompok PBL konvensional. Nilai *pretest* tersebut digunakan sebagai dasar pengukuran kemampuan awal siswa untuk melihat seberapa besar peningkatan KBK siswa setelah diberikan perlakuan dengan model PBL berbasis TPACK pada kelompok eksperimen dan model PBL konvensional pada kelompok kontrol. Setelah tes awal dan diberikan perlakuan pada materi yang sama yaitu gelombang bunyi selanjutnya diberikan *Posttest* dan diperoleh data seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Posttest* Siswa

Statistik	Kelompok	
	PBL TPACK	PBL Konvensional
Jumlah Siswa (n)	35	34
Nilai Terendah	50,0	50,0
Nilai Tertinggi	97,5	87,5
Nilai Maksimum	100,0	100,0
Rentang	48	38
Rata-rata	79,93	66,76
Standar Deviasi	13,054	11,002
Kualifikasi	Baik	Cukup

Berdasarkan pada Tabel 2, diketahui bahwa nilai rata-rata KBK siswa pada kelompok PBL berbasis TPACK lebih tinggi yaitu 79,93 dan SD =13,054 dengan kategori (baik), dan kelompok PBL konvensional yaitu 66,76 dan SD = 11,002 dengan kategori (cukup). Peningkatan nilai rata-rata dari *pretest* hingga *posttest* pada kelompok PBL berbasis TPACK yaitu sebesar 47,57, sedangkan pada kelompok PBL konvensional yaitu 30,14. Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa kelompok PBL berbasis TPACK memiliki peningkatan yang lebih signifikan.

Adapun perbandingan skor rata-rata yang diperoleh siswa yang diberikan perlakuan PBL berbasis TPACK dan PBK Konvensional berdasarkan dimensi KBK yang dikembangkan oleh Ennis, (2016), yaitu D1, D2, D3, D4, D5. Perbandingan skor tersebut disajikan melalui grafik pada Gambar 2a dan 2b.



Gambar 2. (a) Rata-rata Nilai *Pretest* pada setiap Dimensi KBK
(b) Rata-rata Nilai *Posttest* pada setiap Dimensi KBK

Setelah diperoleh nilai *pretest* dan *posttest* dari kedua kelompok, selanjutnya yaitu dilakukan uji normalitas untuk memenuhi asumsi apakah data yang digunakan terdistribusi normal seperti pada Tabel 3. Uji normalitas yang dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk* karena uji ini akan lebih akurat jika digunakan pada sampel dalam jumlah kecil (Kamath *et al.*, 2025) dan uji ini sesuai dengan sampel yang kurang dari 50 seperti pada data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu setiap kelas hanya sebesar 34 dan 35 (Mishra *et al.*, 2019; Sonjaya *et al.*, 2025). Hasil uji yang dijabarkan pada Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai signifikansi *pretest* dan *posttest* pada kedua kelompok lebih besar dari 0,05, yang

mengindikasikan bahwa data KBK dari kedua kelompok penelitian memenuhi asumsi distribusi normal baik sebelum maupun setelah diberikan perlakuan.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Uji Normalitas

	Model	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Sig	Statistik	df	Sig
Pretest	PBL TPACK	0,162	35	0,021	0,945	35	0,080
	PBL Konvensional	0,159	34	0,028	0,942	34	0,069
Posttest	PBL TPACK	0,119	35	0,200	0,944	35	0,076
	PBK Konvensional	0,121	34	0,200	0,949	34	0,118

Setelah melakukan uji normalitas data, selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui apakah kedua kelompok homogen atau berasal dari variasi yang sama (*Sonjaya et al.*, 2025)). Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan *Levene's Test of Equality Variance*. Hasil uji homogenitas dijabarkan secara rinci pada Tabel 4. Nilai signifikansi data *pretest* dan *posttest* yang diperoleh lebih besar dari 0,05 yang berarti bahwa varian antar kelompok penelitian yang digunakan adalah homogen (Rapi, 2023) dan disimpulkan bahwa asumsi homogenitas varian terpenuhi.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

	Source	Levene Statistic	df1	df2	Sig
Pretests	Based on Mean	1,109	1	67	0,296
	Based on Median	1,052	1	67	0,309
	Based on Median and with adjusted df	1,052	1	64,113	0,309
	Based on trimmed mean	1,102	1	67	0,298
Posttest	Based on Mean	1,151	1	67	0,287
	Based on Median	0,979	1	67	0,326
	Based on Median and with adjusted df	0,979	1	62,937	0,326
	Based on trimmed mean	1,096	1	67	0,299

Untuk melihat apakah terdapat hubungan antara hasil *pretest* dan *posttest* KBK, maka dilakukan uji linearitas seperti yang dijabarkan pada Tabel 5. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada baris *Deviation from Linearity* adalah 0,796 yang berarti nilai signifikansi lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat penyimpangan dari linearitas dan hubungan antar variabel yang digunakan bersifat linear. Pada uji *Linearity* diperoleh nilai signifikansi yaitu 0,021 yang berarti lebih kecil dari 0,05 yang mengindikasikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* KBK pada kedua kelas yang digunakan.

Tabel 5. Hasil Uji Linearitas

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posttest *pretest	Between Groups	(Combined)	2818,220	15	187,881	1,000	0,469
		Linearity	1065,527	1	1065,527	5,671	0,021
		Deviation from Linearity	1752,693	14	125,192	0,666	0,796
	Within Groups		9958,048	53	187,888		
	Total		12776,268	68			

Setelah melakukan semua uji asumsi yaitu uji normalitas, homogenitas dan linearitas terpenuhi, selanjutnya dilakukan uji hipotesis menggunakan uji ANCOVA satu jalur menggunakan IBM SPSS *Statistic* versi 30. Hasil uji ANCOVA dijabarkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji ANCOVA

Dependent Variabel:Posttest						
<i>Source</i>	<i>Type III Sum of Squares</i>	<i>df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>Partial Eta Squared</i>
<i>Corrected Model</i>	5184,833 ^a	2	2592,416	22,538	<0,001	0,406
<i>Intercept</i>	10978,805	1	10978,805	95,450	<0,001	0,591
<i>Pretest</i>	2196,254	1	2196,254	19,094	<0,001	0,224
<i>Model</i>	4119,306	1	4119,306	35,813	<0,001	0,352
<i>Error</i>	7591,435	66	115,022			
<i>Total</i>	384943,750	69				
<i>Corrected Total</i>	12776,268	68				
R Squared =0,406 (Adjusted R Squared =0,388)						

Pada Tabel 6 menindikasikan bahwa model pembelajaran dan *pretest* yang digunakan secara keseluruhan berpengaruh secara signifikan terhadap *posttest* siswa. Hal ini ditunjukkan pada nilai $F(2,66) = 22,538$ dengan signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$) dan nilai *R Square* sebesar 0,406 atau 40,6 variasi dari hasil *posttest* dijelaskan oleh model, sedangkan untuk 59,4% nilai *posttest* dipengaruhi oleh faktor lain diluar penelitian. Berdasarkan hasil *R Squared* yang diperoleh kurang dari 0,67 termasuk kategori sedang yang berarti bahwa model yang digunakan memiliki pengaruh yang cukup dalam menjelaskan variabel terikat. Hasil *R Squared* dalam kategori moderat masih dapat diterima dalam konteks penelitian Pendidikan jika penelitian yang dilakukan menggunakan dua model pembelajaran. ANCOVA pada penelitian ini mengindikasikan pengendalian pada kemampuan awal siswa. Dengan demikian, perbedaan hasil akhir setelah perlakuan mampu menunjukkan pengaruh dari perlakuan yang diberikan dibandingkan pengetahuan awal yang dimiliki siswa.

Hasil analisis kovarian juga menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa (*pretest*) berpengaruh secara signifikan terhadap hasil *posttest* dengan nilai yang diperoleh yaitu $F = 19,094$, dengan signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$) dan nilai *Partial Eta Squared* yang diperoleh adalah 0,224 dengan kategori besar. Jika ditinjau dari variabel perlakuan, hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh lebih kuat yang ditunjukkan oleh nilai $F = 35,813$ dengan signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$) dan *Partial Eta Squared* menunjukkan 0,352 yang termasuk dalam kategori sangat besar. Dengan demikian perlakuan yang diberikan memiliki kontribusi yang lebih dominan dibandingkan oleh kemampuan awal siswa. Hal ini berarti perlakuan tidak hanya signifikan secara statistik namun memiliki dampak yang kuat secara praktis dalam meningkatkan KBK siswa.

Pembahasan

Berdasarkan pembahasan dan hasil uji ANCOVA dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh nilai signifikansi $p < 0,001$ yang berarti bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak. Hal ini berarti bahwa penerapan model pembelajaran PBL berbasis TPACK berpengaruh yang signifikan terhadap KBK siswa. Meskipun kedua kelas sama-sama menggunakan model PBL, namun peningkatan KBK siswa pada kelas yang menerapkan model PBL berbasis TPACK memperoleh peningkatan KBK lebih tinggi dibandingkan kelas dengan perlakuan PBL konvensional. Hal ini didukung oleh peningkatan hasil dari *pretest* dan *posttest* pada kedua

kelompok dengan peningkatan nilai rata-rata KBK. Pada kelompok PBL TPACK sebesar 47,5, sedangkan pada kelompok PBL konvensional memperoleh peningkatan sebesar 30,14. Berdasarkan selisih peningkatan sebesar 17,34, mengindikasikan bahwa kelompok PBL TPACK lebih unggul dibandingkan kelompok PBL konvensional dalam meningkatkan KBK siswa.

Peningkatan KBK yang diperoleh menunjukkan adanya perbedaan kemampuan siswa setelah diberikannya perlakuan yang berbeda. Pengukuran tersebut menggunakan *instrument* yang mengacu pada dimensi KBK yang dikembangkan oleh Ennis (2016). Peningkatan KBK pada setiap siswa sangat bervariasi, hal ini karena dipengaruhi oleh latihan dalam merumuskan masalah, hipotesis, mempertanyakan hipotesis dan bagaimana cara siswa tersebut dalam mensintesis peristiwa sehingga siswa mampu melangkah lebih maju dalam mengembangkan hipotesis baru dan menguji berdasarkan fakta. Hal inilah yang menyebabkan KBK tidak dapat berkembang secara bersamaan dengan perkembangan jasmani setiap siswa, namun juga terletak pada pemanfaatan model pembelajaran yang tepat oleh guru. Seorang guru yang mampu memanfaatkan model pembelajaran yang tepat dan optimal, maka KBK pada siswa juga dapat berkembang (Solecha *et al.*, 2023).

Peningkatan KBK dapat didukung melalui model PBL. Hal ini mengacu pada sintaks pembelajaran PBL yang menekankan pembelajaran pada sebuah permasalahan yang kontekstual. Hal tersebut mampu mendukung peningkatan berpikir kritis, mengasah keterampilan dalam pemecahan masalah dan memperoleh pengetahuan yang esensial (Rahmatia *et al.*, 2024). Peningkatan KBK ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahmatia *et al.* (2024). Penelitian tersebut memperoleh hasil bahwa penerapan model PBL terhadap KBK siswa dengan memperoleh peningkatan dalam kategori tinggi. Hal tersebut dijabarkan pada grafik N-Gain pada kelas eksperimen memperoleh dengan skor 0,701. Selain itu, pada penelitian Uliyandari *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penerapan model PBL terhadap KBK memperoleh peningkatan dalam kategori “sedang”. Namun penerapan model PBL hanya mampu memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap peningkatan KBK siswa (Salsabila *et al.*, 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan KBK melalui PBL memiliki peluang untuk lebih mampu dalam mengoptimalkan hasil KBK tersebut. Salah satu alternatif yang mampu mempengaruhi optimalisasi pembelajaran adalah melalui pemanfaatan teknologi, konten terpadu dan pedagogik seorang guru melalui integrasi TPACK (Wardani & Jatmiko, 2021) dalam pembelajaran fisika untuk mendukung pemahaman siswa pada konsep fisika yang abstrak (Sukmawati & Tarmizi, 2025). TPACK mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam menganalisis masalah serta mengintegrasikannya melalui teknologi yang relevan dalam pembelajaran. Model PBL terintegrasi TPACK mampu menunjang keterampilan siswa dalam menyelesaikan masalah yang bersifat kontekstual dan sekaligus membantu membangun pengetahuan dan KBK secara optimal melalui pemanfaatan teknologi (Sukmawati & Tarmizi, 2025). Pembelajaran fisika dengan penerapan model PBL berbasis TPACK memberikan pengalaman belajar yang lebih konpenetekstual secara mendalam serta optimal dan mampu menjadi solusi dalam meningkatkan KBK siswa (Wardani & Jatmiko, 2021).

Penerapan model PBL terbukti secara signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran berbasis permasalahan atau fenomena yang kontekstual yang mampu mendorong adanya aktivitas analisis dan pemecahan masalah dalam

proses penemuan ilmu baru untuk siswa, namun penerapan model PBL berinteraksi TPACK tidak hanya dalam peningkatan KBK siswa dan permasalahan secara kontekstual, tetapi juga mampu mendukung visualisasi konsep fisika yang abstrak dan sulit diamati secara langsung. Integrasi TPACK dengan mengoptimalkan pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran fisika menjadi salah satu faktor pendukung dalam proses analisis, evaluasi hingga sintesis secara mendalam salah satunya melalui simulasi interaktif, sehingga peningkatan KBK siswa dengan PBL berbasis TPACK dapat lebih optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penjelasan dan analisis terungkap bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dari peningkatan KBK antara siswa yang diberikan perlakuan PBL TPACK (kelompok eksperimen) dengan siswa yang diberikan perlakuan PBL konvensional pada pembelajaran fisika kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Seririt pada materi gelombang bunyi. Hasil analisis yang diperoleh yaitu nilai $F(2,66) = 22,538$ dengan signifikansi $< 0,001$ ($p < 0,05$) dan nilai $R Square$ sebesar 0,406 atau 40,6 variasi dari hasil *posttest* secara signifikan dipengaruhi oleh model. Pernyataan tersebut juga diperkuat melalui *Partial Eta Squared* menunjukkan 0,352 yang termasuk dalam kategori efek besar. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan dengan PBL berbasis TPACK memiliki kontribusi yang lebih dominan dibandingkan oleh kemampuan awal siswa, hal ini berarti perlakuan tidak hanya signifikan secara statistik namun memiliki dampak yang kuat secara praktis dalam meningkatkan KBK siswa.

Model PBL berbasis TPACK terbukti efektif dalam meningkatkan KBK siswa dibandingkan PBL konvensional. Hal tersebut juga bergantung pada perencanaan pembelajaran yang dirancang oleh guru khususnya dalam mengintegrasikan aspek teknologi, pedagogik dan konten. Selain itu, pembentukan kelompok siswa sebaiknya dilakukan dengan berjumlah 4-5 orang untuk mengoptimalkan kolaborasi siswa dalam melakukan penyelidikan dan pemecahan masalah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala SMA Negeri 1 Seririt, guru fisika, dan para pegawai yang membantu peneliti dalam menjalankan penelitian di sekolah, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada bapak ibu dosen yang senantiasa membimbing peneliti dalam menyiapkan perangkat pembelajaran hingga peneliti terjun secara langsung ke tempat penelitian. Ucapan terima kasih tidak lupa pula peneliti sampaikan kepada siswa XI.1 dan XI.3 MIPA SMA negeri 1 Seririt atas partisipasi dan antusias selama mengikuti penelitian serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalina, A. (2024). *Dampak Kebijakan Perubahan Kurikulum 2013 ke Kurikulum Merdeka*. 7(2020), 127–135.
- Anriani, T., Ningsih, N. S., Sari, P. S., Cahyaningsih, E., Santosa, S., Selatan, S., Islam, U., Sunan, N., & Yogyakarta, D. I. (2025). *Ideguru : Jurnal Karya Ilmiah Guru*. 10(2), 956–965.

- Arends, R. I. (2015). Learning to Teach. In *Mc Graw Hill*.
- Artawan, J. I. G., Sujane, R., & Arjana, I. G. (2025). Model Learning Cycle 7E Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Fisika Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 15(1), 36–47. <https://doi.org/10.23887/jjpf.v15i1.93310>
- Bonafide, D. Y., Yuberti, Saregar, A., & Fasa, M. I. (2021). *Problem-based learning model on students ' critical-thinking skills : A meta-analysis study Problem-based learning model on students ' critical-thinking skills : A meta-analysis study*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012075>
- Brahim, B. (2024). *International Journal of Social Science and Human Research Critical Thinking in Education : Skills and Strategies*. 07(07), 4723–4727. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v7-i07-23>
- Dewi, S., & Nisa, K. (2025). *Physics Learning with the Problem Based Learning (PBL) Model Based on Electronic Liveworksheets to Improve Critical Thinking Skills*. 1(3), 1–11.
- Ennis, R. H. (2016). Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi*, 37(1), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>
- Framework, S., & Draft, S. (2025). *Pisa 2025 Science Framework (DRAFT)*. May 2023, 1–93.
- Halim, M. G. (2025). *Systematic Literature Review : What Do The Studies Reveal About Problem-Based Learning In Physics Education ?* 8–9.
- Hanzalah, N. M., & Sihes, A. J. (2021). *Critical Thinking Skills in Education : A Systematic Literature Review Critical Thinking Skills in Education : A Systematic Literature Review*. 1(11). <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v11-i11/11529>
- Hasanah, D., Prihatni, Y., & Purwanto, J. (2023). *How did problem-based learning with the TPACK approach (PBL-TPACK) enhance physics learning outcomes ?* 10(2), 36–45. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v10i2.543>
- Jamilah, F., Wahyuni, P., & Septianto, T. W. (2023). *The Effect of the Problem-Based Learning Model on Students Critical Thinking Ability Fitri Jamilah*. 9(1), 56–63.
- Kamath, A., Poojari, S., & Varsha, K. (2025). *Assessing the robustness of normality tests under varying skewness and kurtosis : a practical checklist for public health researchers*.
- Kanyesigye, S. T., Uwamahoro, J., & Kemeza, I. (2022). Difficulties in understanding mechanical waves : Remediated by problem-based instruction. *Physical Review Physics Education Research*, 18(1), 10140. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010140>
- Mishra, P., Pandey, C. M., & Singh, U. (2019). *Descriptive Statistics and Normality Tests for Statistical Data*. 67–72. <https://doi.org/10.4103/aca.ACA>
- Muwonge, C. M., & Joseph, N. (2024). *The Role of Problem-Based Learning Approach in Teaching and Learning Physics : A Systematic Literature Review [version 2 ; peer review : 2 approved , 2 approved with reservations] Gumisirizah Nicholus*. 1–23.
- OECD. (2018). *PISA: Vol. I*.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results Factsheets Indonesia. OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) Publication*, 1–9. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html
- Prahani, B. K., Rizki, I. A., Nisa, K., Citra, N. F., Alhusni, H. Z., & Wibowo, F. C. (2022). *Journal of Technology and Science Education Assisted By Digital Book With 3d Animations To Improve Student ' S Physics Problem-Solving Skills In Magnetic*. 12(2), 379–396.

- Rahmatia, Uloli, R., & Odja, A. H. (2024). *Jurnal jendela pendidikan*. 4(01), 58–65.
- Ramadhan, A., & Mardin, S. (2023). *Problem-based learning : Improving critical thinking abilities , science literacy and students ' independence in biology*.
- Rapi, I. W. S. I. G. A. P. W. K. (2023). *Modul Statistika Pendidikan*.
- Salsabila, A. I., Arsyad, M., & Wahyuni, A. S. A. (2025). *Penerapan Model Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XI MIPA*. 3, 203–213. <https://doi.org/10.35580/jspf.v21i3.6205>
- Santyasa. (2023). Metodologi penelitian. In *UNDIKSHA PRESS* (Vol. 7, Issue 2).
- Sanuaka, I. W. A. A., Warpala, I. W. S., & Tegeh, M. (2022). *Meta Analisis Pengaruh Model Problem Based E-Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Program Studi Teknologi Pembelajaran Universitas Pendidikan Ganesha Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga*. 12(2).
- Sarvary, M. A., & Schmidt, C. M. (2026). *challenges in critical thinking education . A faculty perspective. February*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1689764>
- Solecha, M. I., Jumini, S., Hidayat, M. S., Studi, P., Fisika, P., Studi, P., & Agama, P. (2023). *Upaya Meningkatkan Critical Thinking Siswa Melalui Pengembangan Video Pembelajaran IPA Fisika Berbasis Pendahuluan IPA*. 6 (2), 69–78.
- Sonjaya, R. P., Aliyya, F. R., & Naufal, S. (2025). *Pengujian Prasyarat Analisis Data Nilai Kelas : Uji Normalitas dan Uji Homogenitas*. 9, 1627–1639.
- Sri, N. P. V., & Sarjan, M. (2023). *The Philosophy of Critical Thinking in Problem-Based Science Learning*. 11(4), 992–1001.
- Sujanem, R., Poedjiastuti, S., & Jatmiko, B. (2018). The Effectiveness of problem-based hybrid learning model in physics teaching to enhance critical thinking of the students of SMAN. *Journal of Physics: Conference Series*, 1040(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1040/1/012040>
- Sujanem, R., Sutarno, E., & Gunadi, I. G. A. (2019). *Pelatihan dan Pendampingan Pembuatan Media Simulasi Praktikum IPA SMP dengan Program Simulasi Phet*. 3(1), 11–17.
- Sujanem, R., & Suwindra, I. N. (2023). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia Problem-Based Interactive Physics E-Module In Physics Learning Through Blended Pbl To Enhance Students '* . 12(1), 135–145. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i1.39971>
- Sujanem, R., Suwindra, In., & Suswandi, I. (2019). *The Effectiveness Of Problem-Based Interactive Physics E-Module On High School Students ' Critical Thinking The Effectiveness Of Problem-Based Interactive Physics E- Module On High School Students ' Critical Thinking*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012025>
- Sukmawati, R., & Tarmizi, M. I. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Pbl Berbasis Tpack Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pembelajaran Ipa Kelas V Sd. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1), 1495–1505. <http://117.74.115.107/index.php/jemasi/article/view/537>
- Uliyandari, M., Emilia Candrawati, Anna Ayu Herawati, & Nurlia Latipah. (2021). Problem-Based Learning To Improve Concept Understanding and Critical Thinking Ability of Science Education Undergraduate Students. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 2(1), 65–72. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i1.56>
- Wardana, A., Sukestiyarno, Y. L., & Wardono, W. (2022). *The Process of Critical Thinking Ability in the PBL Model Viewed from Independent Learning*. 492–498.
- Wardani, C. A., & Jatmiko, B. (2021). *International Journal of Active Learning The Effectiveness of Tpack-Based Learning Physics with The PBL Model to Improve Students ' Critical Thinking Skills*. 6(1), 17–26.
- Yu, L., & Zin, Z. M. (2022). *The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models : a systematic review*.