

Penerapan Pendekatan *Science, Environment, Technology, and Society* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Gelombang Bunyi

Halimatul Zahra Kurtubi, Fathiah Alatas*

Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

*Korespondensi Penulis. E-mail: fathiah.alatas@uinjkt.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendekatan *Science, Environment, Technology and Society* (SETS) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan *nonequivalent control group design* pada peserta didik kelas XI di salah satu SMA Negeri di Tangerang Selatan. Penelitian melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang menerapkan pendekatan SETS dan kelompok kontrol yang menggunakan pendekatan saintifik. Data dianalisis melalui uji normalitas *Shapiro–Wilk* dan uji homogenitas *Levene* sebagai uji prasyarat, yang menunjukkan bahwa seluruh data *pre-test* dan *post-test* berdistribusi normal dan homogen (Sig. > 0,05). Uji hipotesis dilakukan menggunakan *independent sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *post-test* kemampuan berpikir kritis kelompok eksperimen ($M = 69,56$) lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol ($M = 59,88$) dengan nilai signifikansi 0,009 (Sig. < 0,05), *effect size* Cohen's d kategori sedang ($r = 0,6$), serta skor *n-Gain* kategori sedang (0,66). Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan SETS efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada materi gelombang bunyi, serta dapat dijadikan sebagai alternatif pendekatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dan guru disarankan untuk mengimplementasikannya dalam proses pembelajaran fisika.

Kata Kunci: Gelombang bunyi, Kemampuan berpikir kritis, *Science environment technology society*

Applying the Science, Environment, Technology, and Society Approach to Students' Critical Thinking Skills in the Subject of Sound Waves

Abstract

*This study aims to analyze the effect of the Science, Environment, Technology and Society (SETS) approach on students' critical thinking skills on sound wave material. The research method used was a quasi-experimental design with a nonequivalent control group design on grade 11st students at a public high school in South Tangerang. The study involved two groups, namely the experimental group that applied the SETS approach and the control group that used the scientific approach. Data were analyzed using the Shapiro–Wilk normality test and Levene's homogeneity test as prerequisite tests, which showed that all pre-test and post-test data were normally distributed and homogeneous (Sig. > 0.05). Hypothesis testing was conducted using an independent sample t-test. The results showed that the average post-test score of the experimental group's critical thinking skills ($M = 69.56$) was higher than the control group ($M = 59.88$) with a significance value of 0.009 (Sig. < 0.05), Cohen's d effect size in the medium category ($r = 0.6$), and the *n-Gain* score in the medium category (0.66). These findings indicate that the application of the SETS approach is effective in improving students' critical thinking skills, especially on sound wave material, and can be used as an alternative learning approach to improve students' critical thinking skills, and teachers are advised to implement it in the physics learning process.*

Keywords: *Sound waves, Critical thinking skills, Science environment technology society.*

How to Cite: Kurtubi, H. Z., Fathiah, A. (2026). Penerapan pendekatan science environment technology and society terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(2), 385– 397. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.95785>

DOI: <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.95785>

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika di Indonesia menghadapi tantangan serius terkait rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah (Maharani et al. 2024; Suganda et al., 2022). Kemampuan berpikir kritis peserta didik didominasi pada kategori rendah sebesar 51,11% (Sulbiana et al., 2024). Fenomena ini didorong oleh dominasi metode pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru, sehingga membatasi ruang pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Gumilang et al., 2021; Marzuki et al., 2020). Metode ini menempatkan guru sebagai sumber utama informasi, sedangkan siswa hanya mendengarkan dan menghafal materi (Riyati et al., 2021). Kondisi tersebut membuat siswa cenderung pasif serta kurang terbiasa bertanya, menganalisis, dan mengevaluasi permasalahan secara mendalam (Ghaleb, 2024). Akibatnya, kesempatan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis menjadi terbatas (Sapitri et al., 2019). Secara spesifik, faktor penyebab rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik yaitu pembelajaran kurang mengaitkan konsep dengan fenomena nyata (Verawati et al., 2025), serta kurangnya latihan soal yang berbasis indikator kemampuan berpikir kritis (Qothrunnada et al., 2023).

Era revolusi 4.0 menuntut kemampuan berpikir kritis sebagai salah satu keterampilan dasar yang harus dikembangkan dalam pembelajaran abad ke-21 (Shaw et al., 2020). Hal ini penting karena siswa dihadapkan pada berbagai tantangan yang kompleks dan situasi yang tidak pasti (Bara et al., 2025). Melalui kemampuan ini, siswa tidak hanya memahami materi pembelajaran secara mendalam, tetapi juga mampu menguasai konsep dan menyelesaikan permasalahan secara efektif (Erlianawati et al., 2025; Restuti et al., 2026; Kavenuke et al., 2020). Lebih jauh, kemampuan berpikir kritis menjadi krusial dalam mempersiapkan lulusan yang kompetitif di pasar kerja, seiring dengan tantangan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) sejak 2015 (Alawiyah et al., 2024). MEA menuntut peningkatan kualitas sumber daya manusia melalui pendidikan yang melatih kemampuan berpikir kritis, karena keterampilan ini membantu lulusan menganalisis masalah, mengambil keputusan secara tepat, dan mampu bersaing dalam pasar kerja ASEAN (Sulistiani,

2016). Peserta didik yang terlatih berpikir kritis mampu mengidentifikasi masalah dengan cepat, menganalisisnya secara sistematis, merumuskan solusi inovatif, serta memanfaatkan dan memodifikasi informasi untuk menghasilkan ide-ide optimal (Muslimin et al., 2023)

Gelombang bunyi merupakan salah satu materi fisika yang masih dianggap sulit dipahami oleh peserta didik. Sebanyak 47,6% peserta didik mengaku mengalami kesulitan dalam mempelajari materi tersebut (Rahimah et al., 2022). Kesulitan ini terutama berkaitan dengan pemahaman konsep perambatan bunyi melalui medium (Sari et al., 2024). Banyak peserta didik belum memahami bahwa salah satu karakteristik gelombang bunyi adalah hanya dapat merambat jika terdapat medium perantara (Abdullah, 2017). Selain itu, pada subbab tertentu ditemukan tingkat pemahaman yang sangat rendah, yaitu sebesar 4,6% pada intensitas dan taraf intensitas bunyi yang tergolong sulit dipahami oleh peserta didik (Fitriani et al. 2021).

Penerapan pembelajaran yang mengaitkan materi dengan situasi nyata dalam kehidupan sehari-hari dapat berperan dalam melatih serta meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Ridwan, 2021). Pembelajaran tersebut akan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, sehingga pengalaman belajar tidak hanya terjadi ketika peserta didik berada di dalam kelas, tetapi juga dapat diterapkan di luar kelas, khususnya ketika peserta didik dituntut untuk menanggapi dan memecahkan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari (Mumang, 2024). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu mengaitkan materi dengan konteks kehidupan nyata untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik (Ritawati, 2024). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah pendekatan SETS. Pendekatan SETS dirancang untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui integrasi empat aspek, yaitu sains, teknologi, lingkungan, dan masyarakat (Miftianah et al., 2017). Pendekatan ini mengaitkan pembelajaran dengan peristiwa nyata dalam kehidupan sehari-hari serta mengintegrasikan keempat komponen tersebut secara holistik, sehingga peserta didik dapat memahami konsep secara lebih bermakna dan mampu menerapkannya dalam kehidupan nyata (Destini et al., 2021).

Pendekatan SETS pertama kali dikembangkan oleh Robert Yager pada tahun 1985 di University of Iowa (Fatchan et al., 2014). Definisi SETS menurut the NSTA *Position Statement* adalah pendekatan yang memusatkan permasalahan dari dunia nyata dengan komponen sains dan teknologi dari perspektif peserta didik (Zoller, 2013). Bagian tersebut memuat konsep-konsep dan proses sains; selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk menginvestigasi, menganalisis, serta menerapkan konsep dan proses tersebut pada situasi nyata (Alatas et al., 2022). Pendekatan SETS dirancang untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, seperti membuat konsep sains berguna dalam teknologi guna memenuhi kebutuhan masyarakat, sehingga dampaknya pada lingkungan perlu mendapat perhatian utama (Agus et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan SETS mempunyai potensi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Rasyidi, 2020).

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran fisika masih perlu ditingkatkan. Pendekatan SETS dipandang sebagai alternatif yang relevan karena mengintegrasikan sains dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat sehingga berpotensi melatih kemampuan berpikir kritis secara kontekstual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendekatan SETS terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan dilaksanakan di salah satu SMA Negeri di Kota Tangerang Selatan. Desain penelitian yang diterapkan adalah *quasi-experimental design* dengan tipe *nonequivalent control group design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI IPA di salah satu SMA Negeri di Tangerang Selatan yang berjumlah 338 siswa. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *nonprobability sampling*, yaitu teknik penentuan sampel yang tidak memberikan kesempatan yang sama kepada setiap anggota populasi untuk terpilih sebagai sampel (Sugiyono, 2019). Jenis *nonprobability sampling* yang digunakan adalah *purposive sampling*. Sampel penelitian terdiri atas dua kelompok, yaitu 31 peserta didik

sebagai kelompok eksperimen dan 31 peserta didik sebagai kelompok kontrol.

Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sebelum pembelajaran dimulai, kedua kelompok diberikan *pre-test* untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis peserta didik. Kelompok eksperimen mengikuti pembelajaran dengan pendekatan SETS yang dilaksanakan melalui beberapa tahap, yaitu tahap pendahuluan, pembentukan konsep, aplikasi konsep, pemantapan konsep, dan penilaian. Tahap pendahuluan diawali dengan guru mengaitkan materi dengan masalah yang dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Tahap pembentukan konsep dilakukan melalui kegiatan seperti diskusi, demonstrasi, atau eksperimen untuk membantu peserta didik memahami konsep. Selanjutnya, peserta didik menerapkan konsep yang telah dipelajari untuk menyelesaikan permasalahan pada tahap aplikasi konsep. Tahap pemantapan konsep, guru meluruskan kesalahan pemahaman yang masih muncul dan tahap penilaian dilakukan melalui presentasi, refleksi, atau tes tertulis untuk mengetahui ketercapaian tujuan belajar (Poedjiadi, 2005). Sementara itu, kelompok kontrol mengikuti pembelajaran dengan pendekatan saintifik melalui tahap mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi dan mengomunikasikan hasil pembelajaran secara lisan maupun tertulis.

Instrumen tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis berupa tes esai sebanyak sepuluh soal yang disusun berdasarkan aspek kemampuan berpikir kritis meliputi: Pemikiran (*reasoning*), yang mengukur kemampuan peserta didik dalam menginterpretasi data hasil percobaan secara logis, pengujian hipotesis (*hypothesis testing*), yang mengukur kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan hubungan antarvariabel serta menarik kesimpulan yang valid berdasarkan data percobaan, analisis argumen (*argument analysis*), yang mengukur kemampuan peserta didik dalam menyimpulkan pernyataan yang benar dari kumpulan data serta mengidentifikasi pikiran pokok suatu argumen, analisis kemungkinan dan ketidakpastian (*likelihood and uncertainty analysis*), yang mengukur kemampuan peserta didik dalam memprediksi kemungkinan suatu kejadian berdasarkan konsep ilmiah dan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan (*problem solving and decision making*), yang mengukur

kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi solusi alternatif untuk memecahkan masalah secara tepat (Tiruneh et al., 2017). Data hasil validasi dari para ahli dianalisis menggunakan *content validity index* (CVI), yang ditentukan berdasarkan nilai rata-rata *content validity ratio* (CVR) (Suwarna, 2016). Hasil validasi (bahasa, konstruk dan

materi) menunjukkan bahwa seluruh aspek memperoleh nilai CVI sebesar 1,00, sehingga instrumen dinyatakan sangat valid dan layak digunakan. Selanjutnya, instrumen diuji coba pada 77 peserta didik dan menggunakan teknik *Pearson Product Moment*. Hasil uji menunjukkan bahwa sepuluh butir soal dinyatakan valid.

Tabel 1. Hasil uji validitas

Indikator	Item	<i>Pearson Correlation</i>	Sig.	Keputusan	Interprestasi
Pemikiran	1	0,687	0,000	Valid	Cukup
	2	0,523	0,000	Valid	Cukup
Pengujian hipotesis	3	0,455	0,000	Valid	Cukup
	4	0,584	0,000	Valid	Cukup
Analisis argumen	5	0,477	0,000	Valid	Cukup
	6	0,633	0,000	Valid	Cukup
Analisis kemungkinan dan ketidakpastian	7	0,455	0,000	Valid	Cukup
	8	0,514	0,000	Valid	Cukup
Pemecahan masalah dan pengambilan keputusan	9	0,500	0,000	Valid	Cukup
	10	0,524	0,000	Valid	Cukup

Hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,720. Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat reliabilitas yang dapat diterima. Berdasarkan hasil tersebut, instrumen tes kemampuan berpikir kritis dinyatakan valid dan reliabel serta layak digunakan dalam penelitian.

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan data penelitian melalui perhitungan nilai rata-rata, nilai tengah, standar deviasi, dan rentang interkuartil. Uji normalitas *Shapiro-Wilk* dilakukan karena jumlah sampel kurang dari 50 peserta didik, untuk mengetahui apakah data hasil tes berpikir kritis berdistribusi normal. Selanjutnya, uji *independent sample t-test* digunakan untuk melihat perbedaan yang signifikan antara hasil *pre-test* dan *post-test* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Selain itu, uji *effect size* digunakan untuk mengetahui besar pengaruh perlakuan terhadap kemampuan berpikir kritis (Cohen, 1977), sedangkan uji *n-Gain* dilakukan untuk

mengetahui tingkat peningkatan kemampuan berpikir kritis pada masing-masing kelompok (Hake, 1998). Adapun hipotesis statistik yang diajukan:

H_0 : tidak terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol,

H_1 : terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

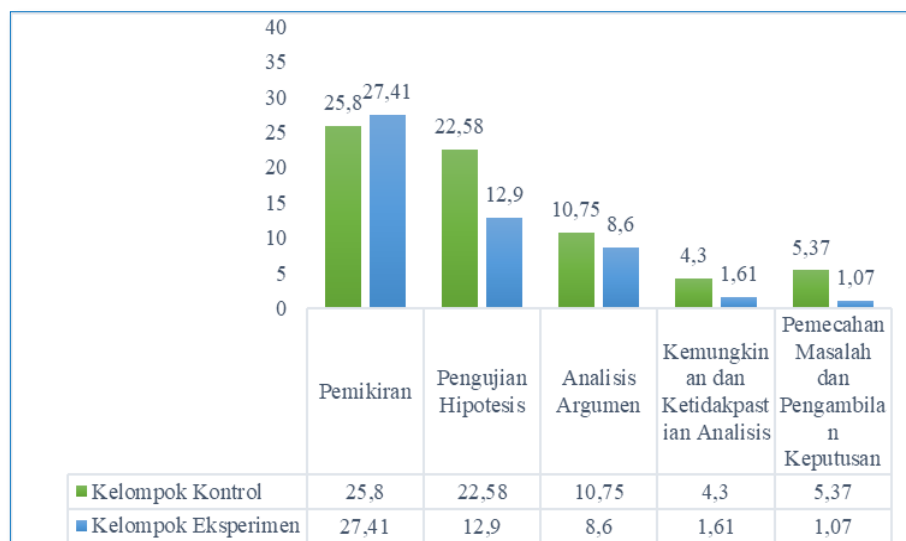
Studi ini menyelidiki pengaruh pendekatan SETS terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi. Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa skor *pre-test* dan *post-test* dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Skor *pre-test* digunakan untuk menggambarkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum diberikan perlakuan dan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil skor *pre-test*

Data	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen
Max	33,33	23,33
Min	3,33	0,00
Mean	13,86	10,32
Median	13,33	10,00
Standar Deviasi	7,93	6,68

Tabel 2, menunjukkan bahwa skor kemampuan berpikir kritis pada kelompok kontrol memiliki rentang nilai yang lebih besar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelompok kontrol cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok eksperimen. Selain itu, nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis kelompok eksperimen lebih rendah daripada kelompok kontrol. Secara umum, skor

maksimum kemampuan berpikir kritis pada kedua kelompok tergolong rendah. Hasil evaluasi awal kemampuan berpikir kritis peserta didik berdasarkan lima indikator diperoleh sebelum pemberian perlakuan. Perbandingan skor kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada setiap indikator disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Skor rata-rata *pre-test* tiap indikator berpikir kritis

Gambar 2 memperlihatkan bahwa skor kemampuan berpikir kritis pada kedua kelompok masih berada pada kategori rendah. Berdasarkan lima indikator yang dianalisis, hanya satu indikator yang menunjukkan nilai rata-rata lebih tinggi pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol, yaitu indikator pemikiran. Berdasarkan hasil tersebut, tidak terdapat perbedaan

kemampuan berpikir kritis awal antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen, sehingga kedua kelompok dapat dikatakan memiliki tingkat kemampuan awal yang relatif serupa. Tabel 3 menunjukkan skor *post-test* kemampuan berpikir kritis dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen setelah diberi perlakuan.

Tabel 3. Hasil skor *post-test*

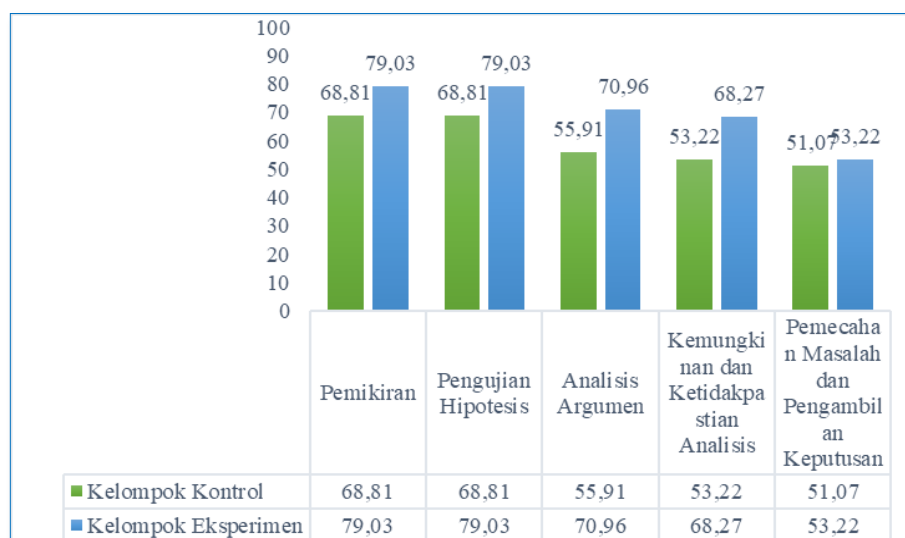
Data	Kelompok Kontrol	Kelompok Eksperimen
Max	86,66	90,00
Min	36,66	43,33
Mean	59,88	69,56
Median	56,66	73,33
Standar Deviasi	15,31	12,98

Tabel 3. Menunjukkan bahwa skor kemampuan berpikir kritis pada kelompok eksperimen memiliki rentang nilai yang lebih besar. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelompok eksperimen cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selain

itu, nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis kelompok kontrol lebih rendah daripada kelompok eksperimen. Hasil menunjukkan bahwa skor berpikir kritis pada kelompok eksperimen meningkat setelah diberikan perlakuan. Berdasarkan hasil tersebut, hasil ini menunjukkan adanya pengaruh pendekatan

SETS terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Perbandingan skor kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan

kelompok kontrol pada setiap indikator disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Skor rata-rata *post-test* tiap indikator berpikir kritis

Gambar 3. menunjukkan adanya perbedaan skor kemampuan berpikir kritis pada lima indikator antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah diberikan perlakuan. Seluruh indikator memperlihatkan nilai rata-rata yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol. Berdasarkan perbandingan skor,

penerapan pendekatan SETS pada kelompok eksperimen menunjukkan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Sebelum uji statistik inferensial, perlu dilakukan uji normalitas untuk mengetahui data yang dikumpulkan terdistribusi normal atau tidak. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji normalitas

Tes	Kelompok	Sig.	Interpretasi	Keputusan
<i>Pre-test</i>	Eksperimen	0,121	Sig. > 0,05 = H_1 diterima	Data Normal
	Kontrol	0,056		
<i>Post-test</i>	Eksperimen	0,060	Sig. > 0,05 = H_1 diterima	Data Normal
	Kontrol	0,069		

Berdasarkan kriteria uji normalitas *Shapiro-Wilk*, data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) $\geq 0,05$, sehingga hipotesis (H_1) diterima. Sebaliknya, jika nilai Sig. < 0,05, maka H_1 ditolak dan data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Mengacu pada Tabel 4, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *pre-test* pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol berdistribusi normal karena memiliki nilai Sig. > 0,05. Selain itu, data *post-test* pada kedua kelompok juga berdistribusi normal dengan nilai Sig. yang lebih besar dari 0,05. Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kesamaan (homogenitas) data antara kelompok kontrol

dan kelompok eksperimen. (Nuryadi et al., 2017).

Berdasarkan hasil uji homogenitas, analisis *Levene Statistic* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,203 untuk *pre-test* dan 0,256 untuk *post-test* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Kedua nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa varians data *pre-test* dan *post-test* dari kedua kelompok bersifat homogen sehingga memenuhi syarat untuk dilakukan uji statistik parametrik.

Uji *Independent Sample t-test* dilakukan untuk membandingkan dua kelompok yang tidak saling berhubungan, yakni nilai *post-test*

kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dengan tujuan mengetahui adanya perbedaan hasil yang signifikan antara keduanya. Uji ini bertujuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik

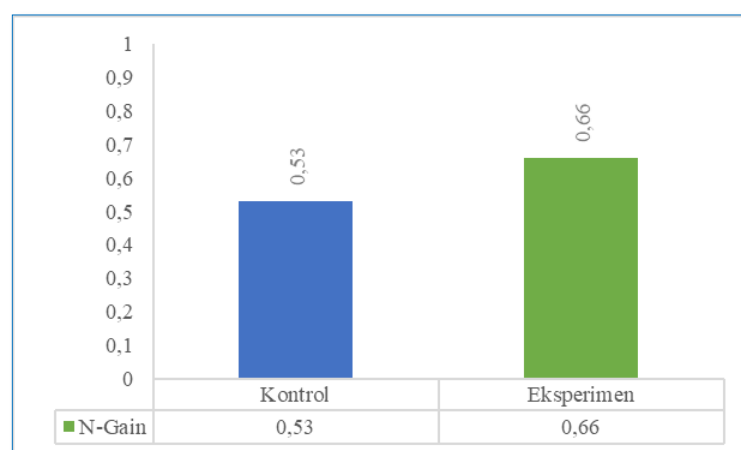
antara dua kelompok yang tidak saling berhubungan (Syafriani et al., 2021). Hasil perhitungan uji *independent sample t-test* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil uji hipotesis

<i>Independent Sample t-test</i>	Hasil	
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
a	0,05	0,05
Sig.	0,062	0,009
Kesimpulan	H ₁ ditolak	H ₁ diterima

Berdasarkan hasil analisis uji *independent sample t-test* yang disajikan pada Tabel 5, diperoleh (Sig. 2-tailed) nilai hasil *pre-test* sebesar $0,062 > 0,05$ sehingga H₁ ditolak. Merujuk pada hasil tersebut, tidak terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis kelompok kontrol dan eksperimen sebelum diberi perlakuan (*pre-test*). Pada data *post-test*, nilai signifikansi sebesar 0,009, yang lebih kecil dari

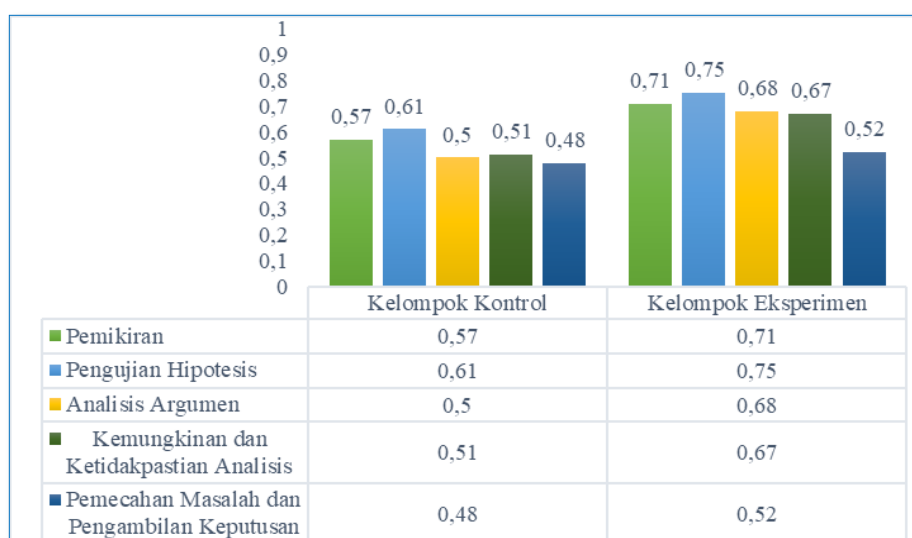
taraf signifikansi 0,05 ($0,009 < 0,05$). Berdasarkan hasil tersebut, H₀ ditolak dan H₁ diterima, yang berarti terdapat perbedaan antara hasil *post-test* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan yang diberikan kepada kelompok eksperimen berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis.



Gambar 3. Rata-rata nilai *n-Gain*

Gambar 4. memperlihatkan nilai rata-rata *n-Gain* pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen, kemampuan berpikir kritis peserta didik mengalami peningkatan dengan nilai *n-Gain* sebesar 0,66 yang termasuk dalam kategori sedang. Sementara itu, kelompok kontrol menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis dengan nilai *n-Gain* sebesar 0,53, yang juga berada pada kategori sedang. Meskipun kedua kelompok mengalami peningkatan dengan kategori yang sama, nilai *n-Gain* pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelompok

eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol setelah penerapan pendekatan SETS. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran pada kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selanjutnya, untuk mengetahui peningkatan yang signifikan, dilakukan uji *effect size* menggunakan Cohen's d. Hasilnya, kelompok eksperimen memperoleh nilai $r = 0,6$ yang termasuk dalam kategori sedang. Perolehan hasil perbandingan nilai *n-Gain* pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. *n-Gain* pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis

Berdasarkan hasil analisis *n-Gain* pada setiap indikator kemampuan berpikir kritis pada Gambar 5, terlihat adanya perbedaan rata-rata persentase nilai *n-Gain* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Peningkatan tertinggi terjadi pada kelompok eksperimen, khususnya pada indikator pengujian hipotesis dengan nilai *n-Gain* sebesar 0,75. Sebaliknya, peningkatan terendah terdapat pada kelompok kontrol pada indikator pemecahan masalah dan pengambilan keputusan, yaitu sebesar 0,48. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada kelompok eksperimen lebih tinggi dan lebih signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol berada pada kategori rendah. Selain itu, tidak terdapat perbedaan antara kedua kelompok pada tahap awal pembelajaran. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang relatif setara sebelum diberikan perlakuan.

Kemampuan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah karena kebiasaan belajar yang cenderung pasif (Ghaleb, 2024). Peserta didik lebih sering hanya menerima informasi dari pendidik tanpa keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran (Verawati et al. 2025). Selain itu, peserta didik juga masih kurang mampu mengaitkan konsep yang dipelajari dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari (Sulbiana et al., 2024).

Setelah perlakuan, hasil *post-test* menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kedua kelompok, dengan peningkatan yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Rata-rata skor *post-test* kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dan perbedaan tersebut secara statistik. Nilai *effect size* sebesar $r = 0,6$ menunjukkan bahwa pendekatan SETS memberikan pengaruh dalam kategori sedang terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Aspek *science*, pembelajaran tidak hanya menekankan penguasaan konsep secara teoretis, tetapi juga mendorong siswa memahami prinsip ilmiah melalui observasi dan pembuktian empiris. Selain itu, proses ini membuat peserta didik terlibat langsung dalam kegiatan ilmiah sehingga mereka tidak hanya menerima konsep, tetapi juga menelaah dan membuktikannya (Komalasari, 2020). Melalui kegiatan tersebut, peserta didik melatih kemampuan pemikiran untuk mengevaluasi validitas data, mengenal kesalahan dari pengukuran dan menginterpretasi hasil eksperimen serta pengujian hipotesis untuk menganalisis hubungan antar variabel dan menarik kesimpulan yang valid dari informasi tabel atau grafik yang diberikan (Tiruneh et al., 2017).

Aspek *environment*, pembelajaran dikaitkan dengan lingkungan sekitar peserta didik sehingga konsep yang dipelajari menjadi lebih nyata dan mudah dipahami (Keshk et al., 2016). Peserta didik dilatih untuk

mengidentifikasi masalah di lingkungan, menganalisis penyebab, serta menentukan solusi yang tepat (Wongsila et al., 2019). Proses ini mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kritis, khususnya pada indikator pemikiran, seperti menginterpretasi hasil eksperimen; pengujian hipotesis, yaitu menginterpretasikan hubungan antarvariabel; analisis argumen, yaitu mengkritisi validitas generalisasi dalam sebuah eksperimen; kemungkinan dan ketidakpastian, yaitu memprediksi kemungkinan kejadian; serta pemecahan masalah dan pengambilan keputusan, yaitu mengevaluasi solusi suatu masalah dan membuat keputusan berdasarkan bukti (Tiruneh et al., 2017).

Aspek *technology*, pembelajaran memanfaatkan teknologi untuk mendukung eksplorasi informasi dan memperluas proses berpikir peserta didik (Komalasari, 2020). Penggunaan teknologi membantu siswa memahami penerapan konsep melalui berbagai sumber dan media pembelajaran (Maharani et al. 2024). Melalui kegiatan tersebut, peserta didik tidak hanya memperoleh informasi, tetapi juga dilatih untuk mengevaluasi dan mengolah informasi secara kritis (Rohmah, 2025). Proses ini mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kritis, khususnya pada indikator pemikiran seperti mengevaluasi validitas data, mengenali kesalahan pengukuran, serta menginterpretasikan hasil eksperimen. Selain itu, kegiatan tersebut juga melatih kemampuan pengujian hipotesis, yaitu menginterpretasikan hubungan antar variabel serta menarik kesimpulan berdasarkan data yang disajikan dalam bentuk tabel atau grafik (Tiruneh et al., 2017).

Aspek *society*, pembelajaran dihubungkan dengan kehidupan sosial yang dekat dengan peserta didik (Komalasari, 2020). Peserta didik diajak untuk menganalisis permasalahan yang terjadi di masyarakat serta mempertimbangkan berbagai sudut pandang sebelum menentukan solusi (Sari et al., 2025). Kegiatan ini melatih kemampuan berpikir kritis karena siswa belajar menilai, mempertimbangkan, dan mengambil keputusan secara logis (Wongsila et al., 2019). Proses ini mendorong berkembangnya kemampuan berpikir kritis, khususnya pada indikator pemikiran, seperti menginterpretasi hasil eksperimen; pengujian hipotesis, yaitu menginterpretasikan hubungan antar variabel; analisis argumen, yaitu mengkritisi validitas

generalisasi dalam sebuah eksperimen; kemungkinan dan ketidakpastian, yaitu memprediksi kemungkinan kejadian; serta pemecahan masalah dan pengambilan keputusan, yaitu mengevaluasi solusi suatu masalah dan membuat keputusan berdasarkan bukti (Tiruneh et al., 2017).

Apabila keempat komponen SETS diterapkan secara terpadu, pembelajaran menjadi lebih bermakna karena peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan lingkungan, teknologi, dan kehidupan sosial (Khasanah, 2015). Integrasi keempat komponen tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Rohmah, 2025; Wongsila et al., 2019). Dengan demikian, pembelajaran berbasis SETS dapat membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam dan kontekstual (Destini et al., 2021).

Pendekatan SETS terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan dengan pembelajaran konvensional (Rachmadi, 2023). Hal ini terjadi karena dalam pembelajaran SETS peserta didik diberikan permasalahan dalam konteks kehidupan nyata yang dikaji melalui keterkaitan aspek sains, lingkungan, teknologi, dan sosial (Rasyidi, 2020). Pendekatan SETS memiliki potensi dalam mendukung pendidikan berkelanjutan (Pratama et al., 2018).

Pembelajaran tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kesadaran terhadap lingkungan, perkembangan teknologi, dan kehidupan sosial (Pratama et al., 2018). Pendidikan berkelanjutan menuntut peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis, terutama pada era revolusi industri 4.0 dan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) (Sulistiani et al., 2016). Peserta didik dituntut agar mampu bersaing dalam pasar kerja ASEAN (Apriliani et al., 2020). Oleh karena itu, pendekatan SETS dinilai sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 karena mampu melatih peserta didik untuk berpikir kritis (Destini et al., 2021). Selain itu, penerapan pendekatan SETS tidak hanya meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Penerapan tersebut juga membantu mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi tantangan global di era modern (Made et al., 2024).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pendekatan SETS berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang bunyi. Analisis menunjukkan adanya perbedaan peningkatan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dengan kategori peningkatan sedang, di mana kelompok eksperimen memperoleh peningkatan yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan SETS mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika. Melalui pengaitan konsep sains dengan lingkungan, teknologi, dan kehidupan masyarakat, pembelajaran menjadi lebih kontekstual sehingga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis secara aktif. Dengan demikian, pendekatan SETS dapat dijadikan sebagai alternatif pendekatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dan guru disarankan untuk mengimplementasikannya dalam proses pembelajaran fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2017). *Fisika dasar ii*. Institut Teknologi Bandung.
- Alatas, F., & Solehat, D. (2022). Pengembangan media audiovisual praktikum fisika dasar berbasis i-sets (islamic-science, environment,tecnology, society) sebagai solusi praktikum saat new normal. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 103–116. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11401>
- Alawiyah Matondang, K., Wati, F., Elpida Manalu, M., Rinaldi, & Angelia, T. (2024). Kerjasama ekonomi regional: analisis peluang, tantangan dan strategi indonesia dalam menghadapi era masyarakat ekonomi asean (mea). *JETBUS: Journal of Education Transportation and Business*, 1(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.57235/jetbus.v1i2.4369>
- Agus, M. A., Khaeruddin, & Ristiana, E. (2022). The influence of sets (science, environment, technology and society) based ipa learning on critical thinking ability of students in class v elementary school. *Klasikal: Journal of Education, Language Teaching and Science*, 4(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.52208/klasikal.v4i2.222>
- Apriliani, E., Afandi, & Marlina, R. (2020). Memberdayakan keterampilan berpikir kritis di era abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan 2020*.
- Bara, E., Berdica, B., & Bara, G. (2025). The role of critical thinking in enhancing student learning and problem solving for 21st-century challenges. *International Journal of Social Sciences & Humanities*, 10(1), 37–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.58885/ijssh.v10i1.37.gb>
- Cohen, J. (1977). Statistical power analysis for the behavioral sciences revised edition. *Journal of the American Statistical Association*, 73(363), 680. <https://doi.org/10.2307/2286629>
- Destini, F., Yulianti, D., Sabdaningtyas, L., Ambarita, A., & Rochmiyati, R. (2021). Implementasi pendekatan science, enviroment, technology, and society (sets) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 253–261. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.1615>
- Erlinawati, E., Nurhanurawati, N., & Noer, S. H. (2025). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis means-end analysis untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(2), 253–264. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i2.86659>
- Fatchan, A., Hadi, S., & Yuniarti. (2014). Pengaruh model pembelajaran science, environment, technology, society (sets) terhadap kemampuan berkomunikasi secara tertulis berupa penulisan karya ilmiah bidang geografi siswa sma. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 21(1), 33–40. <https://doi.org/10.17977/jpp.v31i1.51031>
- Fitriani, L., & Darma Putra, N. M. (2021). Pengembangan instrumen tes diagnostik pilihan ganda tiga tingkat untuk mengidentifikasi pemahaman konsep siswa man blora pada materi gelombang

- bunyi. *UPEJ: Unnes Physics Education Journal*, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/upej.v10i1.46650>
- Ghaleb, B. D. S. (2024). Effect of exam-focused and teacher-centered education systems on students' cognitive and psychological competencies. *International Journal of Multidisciplinary Approach Research and Science*, 2(02), 611–631. <https://doi.org/10.59653/ijmars.v2i02.648>
- Gumilang, N., Wahidin, & Tsurayya, A. (2021). Pengembangan instrumen kemampuan berpikir kritis dan kreatif matematika peserta didik kelas vii smp development of mathematics' critical and creative thinking instruments for grade vii on secondary school. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 9(2), 89–98. <https://doi.org/10.21831/jpms.v9i1.27349>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Iwan Permana Suwarna. (2016). *Pengembangan Instrumen Ujian Komprehensif Mahasiswa Melalui Computer Based Test Pada Program Studi Pendidikan Fisika*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Kavenuke, P. S., Kinyota, M., & Kayombo, J. J. (2020). The critical thinking skills of prospective teachers: investigating their systematicity, self-confidence and scepticism. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100677>
- Keshk, L. I., Abd El-Azim, S., & Qalawa, S. A. (2016). Quality of problem based learning scenarios at college of nursing in egypt and ksa: comparative study. *American Journal of Educational Research*, 4(9), 701–710. <https://doi.org/10.12691/education-4-9-10>
- Khasanah, N. (2015). Sets (science, environmental, technology and society) sebagai pendekatan pembelajaran ipa modern pada kurikulum 2013. *Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*.
- Komalasari, K. (2020). Development of critical thinking ability through sets based learning approach: an action research on grade xi ipa 1 sman 5 dumai. *Journal Internasional Conference Proceedings*, 3(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.32535/jicp.v2i4.788>
- Made, N., Pratiyaksi, D., Lasmawan, W., & Kertih, W. (2024). Peran model science environment, technology and society (sets) terhadap pembentukan karakter dan motivasi sustainability development growth society (sdgs) siswa smp. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 9(3), 134–139. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v9i3.25501>
- Maharani, J. Y., & Prahani, B. K. (2024). Analysis of students' critical thinking skills profile and implementation of pbl on sound wave material. *SAR Journal - Science and Research*, 342–350. <https://doi.org/10.18421/sar74-08>
- Maharani, R. R., & Saputri, Y. D. (2024). Analisis peran dan pengaruh teknologi dalam dunia pendidikan. *Morfologi : Jurnal Ilmu Pendidikan, Bahasa, Sastra Dan Budaya*, 2(3), 83–90. <https://doi.org/10.61132/morfologi.v2i3.614>
- Marzuki, Azis, A., & Sari, S. S. (2020). Penerapan metode problem solving terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik di sma negeri 3 makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (JSPF) Jilid*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.35580/jspf.v16i1.15278>
- Miftianah, N. N., Astuti, A. P., & Hidayah, F. F. (2017). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran sets kelas x pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi*.
- Mumang, A. (2024). Pembelajaran kontekstual sebagai strategi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik: kajian literatur. *Al yasini: Jurnal Keislaman, Sosial, Hukum Dan*

- Pendidikan*, 9(2), 175–188.
<https://doi.org/http://doi.org/10.55102.alyasini.v9i2>
- Muslimin, M., & Purwaningsih, E. (2023). Meta-analisis: pengaruh lkpd berbasis pbl terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah dalam fisika. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 11(2), 38–45.
<https://doi.org/10.21831/jpms.v11i2.49407>
- Nuryadi, Tutut Dewi, A., Endang Sri, U., & Muhammad, B. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Sibuku Media. www.Sibuku.Com
- Pratama, A. O. S., Abdurrahman, & Jalmo, T. (2018). The effect of science-technology-society approach-based worksheets on improving Indonesian students' scientific literacy. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*.
- Qothrunnada, N. A. R., Fitri, L., & Rokhmat, J. (2023). Analisis tingkat kemampuan berfikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada pelajaran fisika. *Contextual Natural Science Education Journal (CNSEJ)*, 1(1), 46–54.
<https://doi.org/10.29303/cnsej.v1i1.524>
- Rahimah, R., Yuliani, H., & Syar, N. I. (2022). Analisis kebutuhan e-module berbasis project based learning pada materi pokok gelombang bunyi kelas xi sma. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 4(2), 75–86.
<https://doi.org/10.31540/sjpif.v4i2.1570>
- Rasyidi, M. (2020). Pengaruh pembelajaran sets pada kemampuan berpikir kritis siswa sma. *NUSRA: Jurnal Penelitian Dan Ilmu Pendidikan*, 1(2), 157–163.
<https://doi.org/https://doi.org/10.55681/nusra.v1i2.139>
- Restuti, M. T., & Novitasari, M. (2026). Pengaruh joyful learning dengan game edukatif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi pecahan the effect of joyful learning based on educational games on students' critical thinking skills in fraction material. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 14(1), 203–212.
<https://doi.org/10.21831/jpms.v14.i1.92720>
- Retno Sari, D., Saputro, S., & Sajidan. (2025). Educational studies and research journal a systematic review on integrating ssi into science education: its impact on 21 st century skills (2014-2024). *ESRJ: Educational Studies and Research Journal*, 2(1), 1–14.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14693973>
- Ridwan, S. L. (2021). Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik melalui model pembelajaran discovery learning. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 5(3), 637–656.
<https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i3.201>
- Ritawati. (2024). Penerapan pendekatan contextual teaching and learning (ctl) untuk meningkatkan berpikir kritis dan prestasi belajar. *DIADIK: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 14(2), 397–405.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33369/diadik.v14i2.38523>
- Riyati, Y., Bustami, Y., & Julung, H. (2021). Pengaruh think talk write berbasis kartu bergambar terhadap kemampuan berpikir kritis siswa biologi. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 9(1), 57–62.
<https://doi.org/10.21831/jpms.v9i1.22269>
- Rohmah, S. S. (2025). Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa smpn 4 bumiayu. *Indonesian Journal of Islamic Educational Review*, 2(1), 49–54.
<https://doi.org/https://doi.org/10.58230/ijier.v2i1.212>
- Sapitri, D., Wahidin, W., & Tsurayya, A. (2019). Perbedaan penerapan model accelerated learning cycle dengan inquiry learning terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 7(1), 16–22.
<https://doi.org/10.21831/jpms.v7i1.28118>
- Sari, D. N., Arif, K., Yurnetti, Y., & Putri, A. N. (2024). Identification of students' misconceptions in junior high schools accredited a using the three tier test instrument in science learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 1–11.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5064>

- Shaw, A., Liu, O. L., Gu, L., Kardonova, E., Chirikov, I., Li, G., Hu, S., Yu, N., Ma, L., Guo, F., Su, Q., Shi, J., Shi, H., & Loyalka, P. (2020). Thinking critically about critical thinking: validating the russian heighten® critical thinking assessment. *Studies in Higher Education*, 45(9), 1933–1948. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1672640>
- Suganda, T., Parno, P., & Sunaryono, S. (2022). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa topik gelombang bunyi dan cahaya. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 141. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i1.4118>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*. Alfabeta Bandung.
- Sulbiana, Abdul Haris, & Ahmad Yani. (2024). Kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran fisika peserta didik kelas xi mipa sma negeri 3 makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 20(2), 174–189. <https://doi.org/10.35580/jspf.v20i2.3690>
- Sulistiani, E. (2016). Pentingnya Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika untuk Menghadapi Tantangan MEA. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri Semarang*.
- Syafriani, D., Darmana, A., Andi, F., Dwy, S., & Sari, P. (2021). *Buku ajar statistik uji beda untuk penelitian pendidikan (cara dan pengolahannya dengan spss*. Eureka Media Aksara.
- Tiruneh, D. T., Verburch, A., & Elen, J. (2014). Effectiveness of critical thinking instruction in higher education: a systematic review of intervention studies. *Higher Education Studies*, 4(1). <https://doi.org/10.5539/hes.v4n1p1>
- Verawati, N. N. S. P., & Nisrina, N. (2025). Reimagining physics education: addressing student engagement, curriculum reform, and technology integration for learning. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education*, 2(1), 158. <https://doi.org/10.33394/ijete.v2i1.14058>
- Wongsila, S., & Yuenyong, C. (2019). Enhancing grade 12 students' critical thinking and problem-solving ability in learning of the sts genetics and dna technology unit. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 215–235. <https://doi.org/10.17478/jegys.549005>
- Zoller, U. (2013). Science, technology, environment, society (stes) literacy for sustainability: what should it take in chem/science education? *Educ. Quím*, 24(2), 207–228. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)72464-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72464-9)

PROFIL SINGKAT

Halimatul Zahra Kurtubi merupakan mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta angkatan 2021. Penulis dapat dihubungi melalui email: halimatulzahrak100103@gmail.com

Fathiah Alatas, M.Si. merupakan dosen aktif pada Program Studi Pendidikan Fisika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Beliau menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) Pendidikan Kimia di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati tahun 2004, kemudian melanjutkan studi magister (S2) pada tahun 2008 di Institut Teknologi Sepuluh Noverber. Penulis dapat dihubungi melalui email: fathiah.alatas@uinjkt.ac.id