

## Pengaruh *Web-enhanced Course* Berbasis *Problem-based Learning* pada Materi Gelombang Bunyi terhadap Hasil Belajar Siswa

Siti Nadia Oktarija, Erina Hertanti\*

Program Studi Tadris Fisika, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

\*Korespondensi Penulis. E-mail: [erina.hertanti@uinjkt.ac.id](mailto:erina.hertanti@uinjkt.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar siswa dan respons siswa terhadap pembelajaran yang digunakan. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* dan desain *non-equivalent control group*. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Pandeglang, dengan sampel penelitian terdiri atas 60 siswa. Instrumen penelitian berupa tes hasil belajar dan angket respons siswa. Hasil uji *Mann-Whitney U* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,004 ( $Sig. < 0,05$ ), yang berarti terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Peningkatan hasil belajar kelompok eksperimen berada pada kategori sedang ( $n\text{-Gain} = 0,50$ ), sedangkan kelompok kontrol berada pada kategori rendah ( $n\text{-Gain} = 0,24$ ). Respons siswa terhadap penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* berada pada kategori sangat kuat dengan persentase sebesar 87,19%. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* berkontribusi terhadap peningkatan hasil belajar siswa dan memperoleh respons siswa yang sangat kuat. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan pembelajaran fisika berbasis digital, khususnya pada materi gelombang bunyi yang bersifat abstrak.

**Kata Kunci:** Hasil belajar, Materi gelombang bunyi, *Problem-based learning*, *Web-enhanced course*

## *The Effect of Web-enhanced Course Based on Problem-based Learning on Students' Learning Outcomes in Sound Wave Material*

### Abstract

*This study aims to analyze the effect of a Web-enhanced Course based on Problem-based Learning on students' learning outcomes in sound wave material and students' responses to the implemented learning approach. A quantitative approach with a quasi-experimental method and a non-equivalent control group design was employed. The population included all eleventh-grade students at a public senior high school in Pandeglang Regency, while the sample consisted of 60 students.. The instruments were a learning outcomes test and a student response questionnaire. The Mann-Whitney U test showed a significance value of 0.004 ( $p < 0.05$ ), indicating a significant difference between the two groups. The experimental group achieved a moderate learning improvement ( $n\text{-Gain} = 0.50$ ), while the control group achieved a low improvement ( $n\text{-Gain} = 0.24$ ). Students' responses to the use of the Problem-based Learning-based Web-enhanced Course were categorized as very strong, with a percentage of 87.19%. These findings indicate that integrating a Web-enhanced Course with Problem-based Learning supports digital-based physics learning by providing a more visual, interactive, and flexible learning experience through problem-solving activities.*

**Keywords:** Learning outcomes, Problem-based learning, Sound waves material, Web-enhanced course

**How to Cite:** Oktarija, S. N., & Hertanti, E. (2026). Pengaruh web-enhanced course berbasis problem-based learning pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(2), 446–458. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.97025>

**DOI:** <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i2.97025>

### PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika pada jenjang SMA berperan dalam membantu siswa memahami

konsep dan fenomena secara ilmiah (Rende et al., 2022). Melalui pembelajaran fisika, siswa diarahkan untuk memahami konsep, menggunakan persamaan, serta menerapkan

prinsip fisika dalam kehidupan sehari-hari (Tanjung et al., 2022). Pembelajaran fisika tidak hanya menuntut siswa mengingat konsep, tetapi juga mengembangkan kemampuan memahami, menerapkan, dan menganalisis konsep sesuai dimensi proses kognitif dalam pembelajaran fisika. Kemampuan tersebut sejalan dengan tuntutan keterampilan abad ke-21 yang menekankan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, kemandirian belajar, dan pemecahan masalah dalam proses pembelajaran (Kabatih et al., 2024; Pratama et al., 2025). Pada kenyataannya, pembelajaran fisika masih sering menghadapi kendala berupa penyajian materi yang dominan verbal, keterbatasan visualisasi konsep abstrak, serta rendahnya keterlibatan siswa dalam aktivitas pemecahan masalah (Febiola & Mufit, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pembelajaran yang mampu memperjelas konsep abstrak, mendorong keaktifan dan keterlibatan siswa, serta memfasilitasi aktivitas pemecahan masalah.

Materi gelombang bunyi merupakan salah satu topik yang dipelajari siswa kelas XI pada capaian pembelajaran fisika fase F. Siswa diarahkan untuk menerapkan konsep gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah (Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, 2024). Capaian tersebut menunjukkan bahwa gelombang bunyi tidak hanya dipelajari sebagai konsep teoritis, tetapi juga sebagai topik aplikatif. Hal ini dapat dilihat dari penerapan konsep gelombang bunyi dalam berbagai fenomena dan teknologi nyata, seperti sistem pendengaran, alat musik, sistem komunikasi, ultrasonografi, dan sonar (Sihotang et al., 2024). Pembelajaran gelombang bunyi mencakup beberapa sub materi, di antaranya karakteristik bunyi, sumber bunyi, efek Doppler, serta konsep intensitas dan taraf intensitas bunyi. Pemahaman terhadap materi tersebut memerlukan penguasaan konsep prasyarat, seperti getaran, frekuensi, periode, panjang gelombang, cepat rambat gelombang, dan karakteristik gelombang mekanik (Nurdiyanti et al., 2022). Materi gelombang bunyi sering dipandang sulit oleh siswa karena memuat konsep yang bersifat abstrak, seperti proses perambatan bunyi, keterkaitan antara konsep, persamaan rumus, dan fenomena bunyi serta perubahan frekuensi pada efek Doppler yang tidak selalu dapat diamati secara langsung (Permatasari et al., 2021). Kesulitan tersebut juga sejalan dengan karakteristik gelombang mekanik yang menuntut siswa memahami hubungan

antara perambatan gelombang, gerak medium, representasi matematis, dan fenomena fisik secara terpadu (Kanyesigye et al., 2022). Pada konsep efek Doppler dan taraf intensitas bunyi, siswa juga masih ditemukan mengalami miskonsepsi dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi perubahan frekuensi dan taraf intensitas bunyi (Silaban & Jumadi, 2022). Kesulitan tersebut dapat memengaruhi hasil belajar karena penguasaan materi gelombang bunyi menuntut siswa untuk memahami, menerapkan, dan menganalisis konsep sesuai dimensi proses kognitif dalam pembelajaran fisika (Qadar et al., 2025).

Upaya mengatasi kesulitan siswa dalam mempelajari materi gelombang bunyi perlu memperhatikan penyajian konsep yang jelas, representasi yang sesuai, serta keterlibatan aktif siswa (Rahmah et al., 2025). Representasi konsep dapat diberikan melalui visualisasi, simulasi, penyajian fenomena bunyi dan latihan yang membantu siswa menghubungkan konsep dengan penerapannya. Pemanfaatan *web* dalam proses pembelajaran dapat mendukung kebutuhan tersebut karena materi, latihan, dan aktivitas belajar dapat disajikan secara fleksibel serta diakses kembali sesuai kebutuhan siswa (Nurhayati et al., 2025). Media pembelajaran berperan sebagai perantara yang membantu penyampaian materi dan mendukung proses belajar siswa (Batubara, 2021). Salah satu bentuk pembelajaran berbasis *web* yang dapat digunakan adalah *Web-enhanced Course*. Pada *Web-enhanced Course*, proses pembelajaran tetap berlangsung di kelas, tetapi diperkaya dengan akses terhadap materi, tugas, latihan, dan aktivitas belajar daring (Saud, 2009). Hal ini dapat meningkatkan ketertarikan siswa terhadap materi yang dipelajari serta relevan digunakan pada materi gelombang bunyi karena memfasilitasi penyajian konsep secara visual sesuai karakteristik topik tersebut (Shabrina & Diani, 2019; Purba et al., 2024). Selain itu, *Web-enhanced Course* memberikan fleksibilitas belajar di luar jam pelajaran sehingga siswa dapat menyelesaikan tugas, dan mempelajari kembali konsep yang belum dipahami secara mandiri (Fauzi et al., 2022). Akses terhadap materi melalui media daring juga memberi kesempatan kepada siswa untuk menyesuaikan proses belajar dengan kebutuhan dan kecepatan belajar (Wati & Handayani, 2020).

Pembelajaran gelombang bunyi tidak hanya cukup diarahkan pada penyediaan materi dan akses belajar, tetapi perlu memberi ruang

bagi siswa untuk menggunakan konsep dalam menafsirkan fenomena dan menyelesaikan masalah. Kebutuhan tersebut menjadi dasar pemilihan model *Problem-based Learning* karena model ini menempatkan masalah sebagai titik awal pembelajaran. Melalui *Problem-based Learning*, siswa diarahkan untuk memahami masalah, mencari informasi, menyusun solusi, dan mengevaluasi hasil pemecahan masalah (Lestari, 2021). Tahapan tersebut memungkinkan siswa tidak hanya mempelajari materi melalui *Web-enhanced Course*, tetapi juga menggunakan informasi yang diperoleh untuk membangun pemahaman konsep dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis (Aulia et al., 2019). Integrasi *Web-enhanced Course* dan *Problem-based Learning* dalam penelitian ini diarahkan untuk menghubungkan penyajian materi berbasis *web* dengan aktivitas pemecahan masalah (Kurniyawati et al., 2019).

Keterpaduan tersebut memerlukan landasan konseptual yang menjelaskan peran aktivitas belajar, penyajian informasi, dan penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran. Secara konseptual, integrasi tersebut didasarkan pada keterkaitan antara konstruktivisme, *Cognitive Load Theory*, dan *Digital Pedagogy*. Konstruktivisme menempatkan siswa sebagai subjek aktif yang membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar, interaksi, dan pemecahan masalah. Pada konteks ini, *Problem-based Learning* menjadi struktur aktivitas yang mengarahkan siswa untuk mengkonstruksi pemahaman melalui masalah kontekstual. *Cognitive Load Theory* menekankan pentingnya penyajian informasi secara terstruktur agar beban kognitif siswa dapat dikelola ketika mempelajari konsep abstrak (Paas & van Merriënboer, 2020). Prinsip tersebut selaras dengan *Web-enhanced Course* yang menyediakan visualisasi, latihan, dan akses materi untuk membantu siswa memperoleh representasi konsep secara bertahap. *Digital Pedagogy* memperkuat integrasi tersebut dengan menempatkan teknologi sebagai bagian dari pembelajaran yang mendukung interaksi, kemandirian, dan keterlibatan siswa (Tan et al., 2024).

Kajian terdahulu menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *web* berpotensi mendukung peningkatan hasil belajar siswa. Media pembelajaran berbasis *web* dapat meningkatkan hasil belajar siswa melalui capaian *n-Gain* pada kategori tinggi (Ramadhan et al., 2025). Penggunaan media pembelajaran

berbasis *web* berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar siswa (Ningsih & Haryanto, 2025). Pada pembelajaran fisika, laboratorium virtual berbasis *web* berpengaruh terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi gelombang bunyi (Nurhasanah et al., 2023). Penelitian lain menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *website* dapat mendukung peningkatan hasil belajar siswa (Yunus et al., 2023). Media *website* berbantuan *platform* Wix juga dapat membantu siswa memahami materi fisika yang disajikan (Diraya & Umamah, 2022). Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa media berbasis *web* berperan dalam memperluas akses belajar, memperkaya penyajian materi, dan mendukung pemahaman siswa terhadap konsep fisika.

Berbagai temuan tersebut menunjukkan bahwa media berbasis *web* telah banyak dikaji. Namun, kajian yang secara khusus menempatkan *Web-enhanced Course* dalam keterpaduan dengan *Problem-based Learning* pada materi gelombang bunyi masih perlu diperkuat. Hal ini penting karena pembelajaran gelombang bunyi tidak hanya membutuhkan dukungan representasi visual dan akses belajar yang fleksibel, tetapi juga aktivitas yang mengarahkan siswa untuk menggunakan konsep dalam pemecahan masalah. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* sebagai desain pembelajaran yang menghubungkan penyajian konsep berbasis *web*, kemandirian belajar, dan aktivitas pemecahan masalah pada materi gelombang bunyi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* terhadap hasil belajar siswa pada materi gelombang bunyi, menganalisis peningkatan hasil belajar siswa setelah pembelajaran, serta mendeskripsikan respons siswa terhadap penggunaan media tersebut.

## METODE

Pengaruh *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* terhadap hasil belajar siswa diuji menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi-experiment*. Pendekatan ini digunakan karena penelitian berfokus pada pengukuran perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah perlakuan secara terukur. Desain yang digunakan adalah *non-equivalent control group design*, yaitu desain eksperimen semu yang melibatkan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol tanpa pengacakan individu ke

dalam kelompok penelitian (Creswell & Creswell, 2022). Desain ini dipilih karena penelitian dilaksanakan pada kelompok belajar yang telah terbentuk di sekolah, sehingga pengacakan individu tidak memungkinkan dilakukan (Capili & Anastasi, 2024). Pada tahap awal, kedua kelompok diberikan *pre-test* untuk mengetahui kemampuan awal siswa. Selanjutnya, kelompok eksperimen memperoleh pembelajaran menggunakan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan *Teacher-centered Learning* berbantuan media cetak. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan *post-test* untuk mengetahui perubahan hasil belajar siswa.

Populasi penelitian meliputi seluruh siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Pandeglang yang terdiri atas 270 siswa. Sampel penelitian terdiri atas 60 siswa yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen sebanyak 30 siswa dan kelompok kontrol sebanyak 30 siswa. Penentuan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel berdasarkan karakteristik tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Andrade, 2020). Kriteria pemilihan sampel meliputi siswa kelas XI yang mempelajari materi gelombang bunyi pada periode pembelajaran yang sama, memperoleh capaian pembelajaran yang sama, memiliki jumlah anggota kelompok yang seimbang, mengikuti *pre-test* dan *post-test*, serta terlibat dalam seluruh rangkaian pembelajaran. Pelaksanaan penelitian memperhatikan prinsip persetujuan partisipasi, kerahasiaan data, dan hak siswa untuk mengundurkan diri tanpa konsekuensi akademik.

Pengukuran hasil belajar siswa dilakukan menggunakan instrumen tes berupa soal pilihan

ganda yang disusun berdasarkan indikator pembelajaran materi gelombang bunyi. Instrumen tes mengacu pada ranah kognitif taksonomi Bloom revisi tingkat C1 hingga C4. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes diuji kelayakannya oleh *expert judgement*. Aspek yang dinilai meliputi materi, bahasa, dan konstruk. Hasil penilaian ahli dianalisis menggunakan *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI) (Humairoh et al., 2025). Berdasarkan hasil penilaian terhadap 28 butir soal, diperoleh nilai CVI sebesar 0,994. Nilai validitas pada aspek materi sebesar 0,988, aspek bahasa sebesar 1,000, dan aspek konstruk sebesar 0,994.

Setelah melalui validasi isi, instrumen tes diuji secara empiris untuk mengetahui validitas butir dan reliabilitas instrumen. Validitas butir dianalisis menggunakan *Pearson Correlation*. Butir soal dinyatakan valid apabila koefisien korelasi *item-total* lebih besar daripada nilai *r* tabel sebesar 0,361 pada taraf signifikansi 0,05. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa 19 dari 28 butir soal memenuhi kriteria valid dengan rentang koefisien korelasi 0,367–0,686. Reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* dan memperoleh nilai 0,836, yang menunjukkan konsistensi internal yang baik. Butir yang tidak valid tidak digunakan dalam pengambilan data utama, sedangkan butir valid disusun kembali dan diberi penomoran ulang.

Kisi-kisi instrumen tes disusun untuk memastikan kesesuaian antara indikator capaian pembelajaran, submateri gelombang bunyi, tingkatan kognitif, dan butir soal yang digunakan. Penyusunan kisi-kisi mengacu pada ranah kognitif taksonomi Bloom revisi, yaitu C1–C4. Rincian kisi-kisi instrumen tes disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi instrumen

Butir Soal	Ranah Kognitif	Submateri	Indikator Capaian
1	C1	Konsep gelombang bunyi	Mengidentifikasi gelombang bunyi sebagai gelombang mekanik
2	C1	Konsep gelombang bunyi	Menjelaskan hubungan antara getaran medium dan arah perambatan gelombang bunyi
3	C2	Konsep gelombang bunyi	Memprediksi proses perambatan bunyi berdasarkan prinsip gelombang mekanik
4	C1	Karakteristik gelombang bunyi	Meninjau perbedaan kecepatan antara gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam perambatannya melalui medium udara

Butir Soal	Ranah Kognitif	Submateri	Indikator Capaian
5	C2	Karakteristik gelombang bunyi	Membandingkan antara tinggi rendahnya suara yang dihasilkan dari alat musik berdasarkan perbedaan frekuensi
6	C2	Karakteristik gelombang bunyi	Menjelaskan hubungan antara kecepatan gelombang, frekuensi, dan panjang gelombang dalam suatu medium
7	C2	Karakteristik gelombang bunyi	Membandingkan perambatan bunyi melalui medium dengan kepadatan berbeda (tali dan udara) dan menjelaskan dampaknya terhadap kecepatan bunyi yang terdengar
8	C2	Karakteristik gelombang bunyi	Memprediksi pengaruh peningkatan frekuensi pada panjang gelombang
9	C3	Karakteristik gelombang bunyi	Menghitung panjang gelombang bunyi serta pemahaman tentang hubungan antara kecepatan, frekuensi, dan panjang gelombang
10	C3	Karakteristik gelombang bunyi	Menerapkan rumus efek Doppler untuk menghitung frekuensi bunyi yang didengar pengamat saat pesawat bergerak menjauh
11	C4	Karakteristik gelombang bunyi	Menganalisis perubahan frekuensi suara yang didengar oleh pengamat di stasiun ketika kereta api mendekati dan menjauhi stasiun
12	C3	Karakteristik gelombang bunyi	Menentukan perubahan intensitas suara berdasarkan jarak
13	C3	Karakteristik gelombang bunyi	Mengurutkan intensitas bunyi pada jarak yang berbeda dari sumber bunyi
14	C4	Karakteristik gelombang bunyi	Menganalisis hubungan antara intensitas bunyi dan taraf intensitas bunyi
15	C3	Pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menerapkan konsep panjang gelombang pada pipa organa terbuka
16	C3	Pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menyelidiki hubungan antara panjang seruling dan frekuensi nada dasar pada pipa organa tertutup
17	C4	Pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menganalisis perubahan panjang senar terhadap frekuensi
18	C4	Pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menelaah konsep panjang gelombang pada dawai bergetar
19	C4	Pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari	Menerapkan konsep gelombang bunyi untuk mengidentifikasi pemanfaatan gelombang

Data hasil belajar dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan nilai *pre-test*, *post-test*, dan peningkatan hasil belajar siswa. Analisis inferensial digunakan untuk menguji perbedaan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hipotesis statistik dalam penelitian ini, yaitu:

$H_0$ : Tidak terdapat pengaruh penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based*

*Learning* pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar siswa.

$H_1$ : Terdapat pengaruh penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar siswa.

Pengambilan keputusan dilakukan berdasarkan nilai signifikansi pada taraf 0,05.  $H_0$  ditolak apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05, sedangkan  $H_0$  diterima apabila nilai Sig. (2-

tailed) > 0,05. Sebelum uji hipotesis, dilakukan uji prasyarat analisis berupa uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk test* dan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's test* pada taraf signifikansi 0,05 (Purwaningsih & Suryadi, 2022). Hasil uji prasyarat tersebut menjadi dasar dalam menentukan teknik uji hipotesis. Apabila data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, pengujian dilakukan menggunakan *independent sample t-test*. Apabila salah satu asumsi tidak terpenuhi, pengujian dilakukan menggunakan *Mann-Whitney U*. Peningkatan hasil belajar siswa dianalisis menggunakan *n-Gain* untuk mengetahui kategori peningkatan hasil belajar

berdasarkan perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* (Polli et al., 2022).

Respons siswa terhadap penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* diperoleh melalui angket yang disusun dalam bentuk pernyataan menggunakan skala Likert (Wardah & Meilana, 2025). Pilihan jawaban terdiri atas sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), cukup (C), setuju (S), dan sangat setuju (SS). Angket digunakan untuk mengukur respons siswa pada aspek penyajian media *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* dan pengaruh media terhadap hasil belajar siswa pada materi gelombang bunyi. Kisi-kisi angket respons siswa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kisi-kisi angket respons siswa

Aspek	Pernyataan	Sifat Pernyataan
Penyajian media <i>Web-enhanced Course</i> berbasis <i>Problem-based Learning</i>	Kemnarikan pembelajaran menggunakan media	-
	Efektivitas proses pembelajaran menggunakan media	+
	Aksesibilitas media dalam berbagai tempat	+
Pengaruh <i>Web-enhanced Course</i> berbasis <i>Problem-based Learning</i> terhadap hasil belajar	Motivasi belajar siswa	-
	Dukungan animasi dalam mengidentifikasi masalah	+
	Dukungan materi terhadap pemahaman konsep gelombang bunyi	+
	Kemnarikan simulasi	-
	Dukungan LKPD dalam pemecahan masalah	+
	Dukungan soal latihan terhadap penguasaan materi	-

Validasi angket dilakukan melalui *expert judgment* untuk menilai kesesuaian indikator, cakupan aspek respons siswa, ketepatan penilaian, pemilihan diksi, dan kejelasan bahasa. Validasi ini bertujuan memastikan bahwa setiap pernyataan sesuai dengan aspek yang diukur serta mudah dipahami oleh siswa. Hasil penilaian ahli menunjukkan bahwa angket respons siswa layak digunakan untuk mengumpulkan data respons terhadap penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning*. Setelah memperoleh masukan dari validator, dilakukan perbaikan pada redaksi pernyataan dan kejelasan bahasa sebelum angket digunakan dalam pengambilan data. Data respons siswa kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui persentase skor pada setiap aspek, dengan pemberian skor 1–5 untuk pernyataan positif dan pembalikan skor untuk pernyataan negatif. Hasil persentase selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kategori respons yang digunakan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol masih relatif rendah. Rata-rata nilai *pre-test* kelompok eksperimen sebesar 42, sedangkan kelompok kontrol sebesar 36. Temuan ini menunjukkan bahwa sebelum pembelajaran dilaksanakan, penguasaan awal siswa terhadap konsep gelombang bunyi masih relatif rendah. Selain itu, standar deviasi kelompok eksperimen sebesar 23, sedangkan kelompok kontrol sebesar 18. Perbedaan nilai standar deviasi tersebut menunjukkan bahwa sebaran kemampuan awal siswa pada kelompok eksperimen lebih beragam dibandingkan kelompok kontrol.

Setelah perlakuan diberikan, nilai *post-test* menunjukkan peningkatan hasil belajar pada kedua kelompok. Kelompok eksperimen memperoleh rata-rata *post-test* sebesar 71, sedangkan kelompok kontrol sebesar 58.

Peningkatan yang lebih besar terjadi pada kelompok eksperimen, yaitu kelompok yang memperoleh pembelajaran menggunakan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning*. Temuan deskriptif ini menunjukkan

bahwa kelompok eksperimen memperoleh capaian hasil belajar yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol. Data deskriptif nilai *pre-test* dan *post-test* disajikan pada Tabel 3.

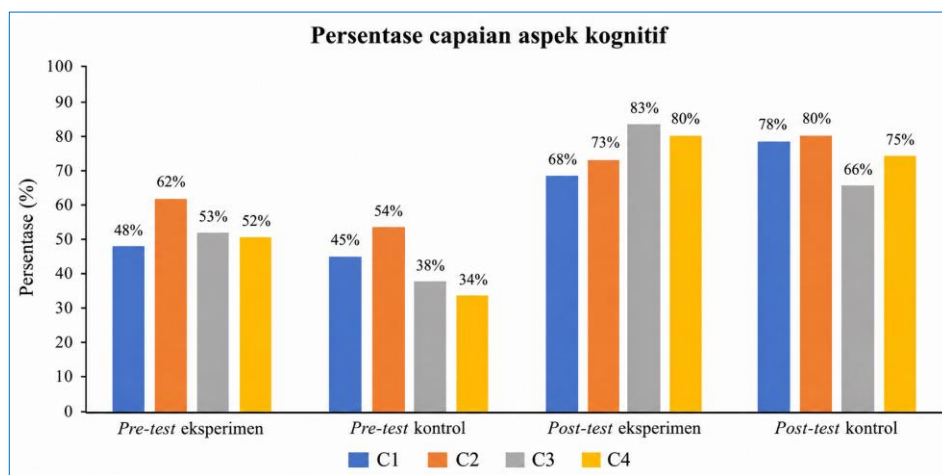
Tabel 3. Data deskriptif *pre-test* dan *post-test*

Statistik	Kelompok Kontrol		Kelompok Eksperimen	
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
Mean	36	58	42	71
Median	33	58	42	67
Modus	25	67	42	67
Data Tertinggi	75	83	75	92
Data Terendah	0	25	8	50
Standar Deviasi	18	16	23	13

Data pada Tabel 3 memperlihatkan perubahan sebaran hasil belajar siswa. Standar deviasi kelompok eksperimen menurun dari 23 pada *pre-test* menjadi 13 pada *post-test*, sedangkan standar deviasi kelompok kontrol menurun dari 18 menjadi 16. Penurunan standar deviasi yang lebih besar pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa capaian hasil belajar siswa pada kelompok tersebut menjadi lebih merata setelah pembelajaran.

Analisis capaian aspek kognitif dilakukan untuk melihat perubahan hasil belajar berdasarkan tingkatan taksonomi Bloom. Pada tahap *pre-test*, capaian siswa masih terbatas, terutama pada aspek C4 atau menganalisis. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebelum

pembelajaran, siswa lebih mampu menjawab soal yang menuntut pemahaman dasar dibandingkan soal yang menuntut analisis hubungan konsep, persamaan, dan konteks soal pada materi gelombang bunyi. Setelah pembelajaran, capaian pada seluruh aspek kognitif meningkat pada kedua kelompok, dengan peningkatan yang lebih besar pada kelompok eksperimen. Peningkatan yang menonjol pada aspek C3 dan C4 menunjukkan adanya perkembangan kemampuan siswa dalam menerapkan dan menganalisis konsep gelombang bunyi setelah pembelajaran. Perbandingan persentase capaian aspek kognitif pada tahap *pre-test* dan *post-test* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik persentase hasil aspek kognitif

Pengujian hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diawali dengan uji prasyarat untuk menentukan teknik analisis inferensial yang sesuai. Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data

kelompok kontrol berdistribusi normal pada *pre-test* dan *post-test* dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,166 dan 0,247. Sementara itu, data kelompok eksperimen tidak berdistribusi normal dengan nilai signifikansi

*pre-test* sebesar 0,009 dan *post-test* sebesar 0,040. Hasil *Levene's test* menunjukkan bahwa varians data kedua kelompok homogen, baik pada *pre-test* maupun *post-test*, dengan nilai signifikansi sebesar 0,321 dan 0,466. Berdasarkan hasil tersebut, asumsi homogenitas terpenuhi, tetapi asumsi normalitas tidak terpenuhi secara menyeluruh. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney U*.

Hasil uji *Mann-Whitney U* pada data *post-test* memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,004. Nilai tersebut lebih kecil daripada taraf signifikansi 0,05, sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol setelah pembelajaran. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya pengaruh penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* pada materi gelombang bunyi terhadap hasil belajar siswa.

Analisis *n-Gain* digunakan untuk melihat perubahan capaian belajar pada masing-masing kelompok. Kelompok eksperimen memperoleh nilai *n-Gain* sebesar 0,50 dengan kategori sedang, sedangkan kelompok kontrol memperoleh nilai *n-Gain* sebesar 0,24 dengan kategori rendah. Perbedaan kategori tersebut menunjukkan bahwa capaian belajar siswa pada kelompok eksperimen berkembang lebih baik dibandingkan kelompok kontrol.

Perbedaan capaian belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dapat dijelaskan melalui karakteristik perlakuan yang diberikan pada kelompok eksperimen. Pada kelompok eksperimen, pembelajaran dilaksanakan menggunakan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* yang memuat fitur pembelajaran berupa video orientasi masalah, materi gelombang bunyi, simulasi, LKPD, latihan soal, dan evaluasi. Komponen tersebut digunakan sesuai tahapan *Problem-based Learning*, mulai dari mengenalkan masalah, mengorganisasi siswa untuk memahami informasi, membimbing penyelidikan, menyusun hasil pemecahan masalah, hingga mengevaluasi proses penyelesaian (Arends, 2013). Melalui alur tersebut, siswa tidak hanya memperoleh penjelasan konsep dari guru, tetapi juga terlibat dalam aktivitas mengamati konteks bunyi, menafsirkan informasi, mencoba simulasi, berdiskusi, dan menyelesaikan masalah. Pola belajar ini memberi ruang bagi siswa untuk

membangun pemahaman melalui pengalaman aktif dan keterhubungan antara pengetahuan awal dengan informasi baru. Hal tersebut sejalan dengan konstruktivisme yang menekankan peran aktif siswa dalam membangun pengetahuan. Selain itu, penggunaan *platform* digital membantu memvisualisasikan konsep fisika yang kompleks (Khairunnisa & Harida, 2025).

Berdasarkan perspektif konstruktivisme, peningkatan hasil belajar pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pengetahuan tidak diterima secara pasif, tetapi dibangun melalui interaksi siswa dengan masalah, sumber belajar digital, dan aktivitas penyelesaian tugas. Ketika siswa mengamati fenomena bunyi melalui video atau simulasi, kemudian mendiskusikan hasil pengamatan dan mengolahnya dalam LKPD, siswa sedang menghubungkan pengalaman baru dengan skema pengetahuan yang telah dimiliki. Proses ini membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna karena konsep gelombang bunyi tidak hanya dipelajari sebagai definisi, tetapi diolah melalui pengalaman belajar yang terarah (Kartika et al., 2022).

Peningkatan capaian pada aspek C3 dan C4 berkaitan dengan kebutuhan siswa untuk memahami konsep gelombang bunyi tidak hanya melalui penjelasan verbal, tetapi juga melalui pengalaman belajar yang membantu mereka menghubungkan konsep bunyi, representasi visual, dan penyelesaian matematis. Pada pembelajaran *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning*, kebutuhan tersebut difasilitasi melalui fitur pembelajaran dalam media. Video, animasi, dan simulasi membantu siswa memahami konteks bunyi yang sulit diamati secara langsung, sedangkan LKPD dan aktivitas pemecahan masalah mengarahkan siswa untuk menafsirkan informasi dan menyusun solusi. Ketika siswa menggunakan persamaan, simbol, dan perhitungan fisika dalam penyelesaian soal, konsep yang sebelumnya ditampilkan secara visual diarahkan ke bentuk representasi simbolik. Proses ini selaras dengan teori representasi Bruner, yang menjelaskan bahwa pemahaman konsep berkembang melalui representasi enaktif, ikonik, dan simbolik. Pada penelitian ini, aktivitas pemecahan masalah dan penggunaan LKPD mencerminkan representasi enaktif, video dan simulasi menunjukkan representasi ikonik, sedangkan penggunaan persamaan dan perhitungan fisika mencerminkan representasi simbolik (Fu'jiyat et al., 2023).

Ditinjau dari perspektif Bruner, alur pembelajaran pada kelompok eksperimen menunjukkan perkembangan representasi yang bertahap dari enaktif, ikonik, hingga simbolik. Pada tahap enaktif, siswa berhadapan dengan masalah kontekstual yang mendorong mereka untuk memahami fenomena secara langsung melalui aktivitas pemecahan masalah dan penggunaan LKPD. Pada tahap ikonik, fitur pembelajaran dalam *Web-enhanced Course* membantu siswa membentuk representasi visual terhadap konsep yang abstrak, seperti perambatan bunyi, efek Doppler, dan intensitas bunyi. Selanjutnya, pada tahap simbolik, siswa menggunakan persamaan, notasi, dan penalaran matematis ketika mengerjakan soal latihan dan evaluasi. Urutan ini menunjukkan bahwa *Problem-based Learning* dan *Web-enhanced Course* bekerja secara saling mendukung dalam memfasilitasi transisi dari pengalaman konkret menuju pemahaman konseptual yang lebih abstrak.

Peran *Web-enhanced Course* dalam pembelajaran juga berkaitan dengan karakteristik pembelajaran digital yang memberi ruang bagi siswa untuk belajar secara fleksibel. Media ini menyediakan akses terhadap materi, simulasi, LKPD, latihan soal, dan evaluasi di luar jam pelajaran. Selain menyediakan akses, penyajian materi dalam *Web-enhanced Course* juga membantu siswa memperoleh informasi secara bertahap melalui video, visualisasi, simulasi, dan latihan. Penyajian yang bertahap ini penting karena materi gelombang bunyi memuat konsep abstrak yang menuntut siswa menghubungkan konsep, persamaan, dan konteks soal. Pada kerangka *Cognitive Load Theory*, penyajian informasi yang terstruktur membantu siswa mengelola beban kognitif saat mempelajari

konsep gelombang bunyi yang kompleks. Dengan demikian, dukungan digital dalam *Web-enhanced Course* tidak hanya terletak pada kemudahan akses, tetapi juga pada cara materi disusun agar siswa lebih mudah memproses informasi dan menggunakan konsep dalam penyelesaian masalah (Popiyanto et al., 2021).

Respons siswa terhadap penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* menunjukkan hasil positif dengan rata-rata persentase sebesar 87,19% dan berada pada kategori sangat kuat. Persentase tertinggi terdapat pada aspek aksesibilitas media sebesar 98,00%, diikuti efektivitas pembelajaran sebesar 96,67% dan dukungan LKPD dalam pemecahan masalah sebesar 94,00%. Persentase pada pernyataan negatif dianalisis menggunakan penskoran terbalik, sehingga interpretasi kuat atau sangat kuat menunjukkan kecenderungan respons positif terhadap media.

Tingginya respons pada aspek aksesibilitas menunjukkan bahwa siswa menilai media mudah digunakan untuk mengakses materi pembelajaran di berbagai tempat. Akses terhadap materi, video, animasi, simulasi atau laboratorium digital, LKPD, latihan soal, dan evaluasi memberi kesempatan kepada siswa untuk mempelajari kembali bagian materi yang belum dipahami. Respons positif pada aspek efektivitas pembelajaran dan LKPD juga menunjukkan bahwa media tidak hanya berperan sebagai tempat penyimpanan materi, tetapi menjadi bagian dari aktivitas belajar yang mengarahkan siswa untuk memahami masalah, mengolah informasi, dan menyusun penyelesaian. Data respons siswa terhadap penggunaan *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil angket respon siswa

Pernyataan	Persentase (%)	Interpretasi
Kemenarikan pembelajaran menggunakan media	73,33	Kuat
Efektivitas proses pembelajaran menggunakan media	96,67	Sangat Kuat
Aksesibilitas media dalam berbagai tempat	98	Sangat Kuat
Motivasi belajar siswa	81,33	Sangat Kuat
Dukungan animasi dalam mengidentifikasi masalah	79,33	Kuat
Dukungan materi terhadap pemahaman konsep gelombang bunyi	90,67	Sangat Kuat
Kemenarikan simulasi	83,33	Sangat Kuat
Dukungan LKPD dalam pemecahan masalah	94	Sangat Kuat
Dukungan soal latihan terhadap penguasaan materi	88	Sangat Kuat

Hasil belajar siswa juga dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal di luar desain pembelajaran.

Ketersediaan perangkat dan jaringan internet memengaruhi intensitas siswa dalam mengakses

*Web-enhanced Course* di luar kelas. Apabila perangkat dan jaringan internet tersedia dengan baik, siswa memiliki kesempatan lebih besar untuk mengakses kembali materi, video, animasi, simulasi atau laboratorium digital, LKPD, latihan soal, dan evaluasi sesuai kebutuhan belajarnya. Sebaliknya, keterbatasan akses dapat mengurangi kesempatan siswa untuk memanfaatkan fleksibilitas belajar yang disediakan media digital. Selain itu, kebiasaan belajar, motivasi awal, dukungan lingkungan belajar, kesiapan menggunakan media digital, serta keterlibatan guru dalam mengarahkan diskusi dan memberi umpan balik juga dapat memengaruhi hasil belajar. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi digital dapat berkontribusi terhadap pembelajaran apabila didukung oleh akses, kesiapan siswa, dan desain pedagogis yang tepat. Pada pembelajaran berbasis *Problem-based Learning*, peran guru tetap penting untuk menjaga arah diskusi, membantu siswa memahami masalah, dan memastikan aktivitas pemecahan masalah berjalan sesuai tujuan pembelajaran (Yuniar et al., 2022).

## SIMPULAN

Integrasi *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* pada materi gelombang bunyi berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hal ini ditunjukkan oleh capaian kelompok eksperimen yang lebih baik daripada kelompok kontrol serta nilai *n-Gain* yang lebih tinggi. Pembelajaran ini memfasilitasi siswa untuk mengakses materi, memahami konsep melalui media visual, dan menyelesaikan LKPD, latihan soal, serta evaluasi dalam kegiatan pemecahan masalah. Dengan demikian, *Web-enhanced Course* berbasis *Problem-based Learning* dapat menjadi alternatif pembelajaran fisika pada materi abstrak seperti gelombang bunyi, dengan tetap memperhatikan kesiapan siswa, akses teknologi, dan rancangan pembelajaran yang terstruktur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrade, C. (2020). The inconvenient truth about convenience and purposive samples. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 43(1), 86–88. <https://doi.org/10.1177/0253717620977000>
- Arends, R. I. (2013). *Belajar untuk mengajar: Learning to teach* (9th ed., Vol. 2). Salemba Humanika.
- Aulia, L. N., Susilo, S., & Subali, B. (2019). Upaya peningkatan kemandirian belajar siswa dengan model problem-based learning berbantuan media Edmodo. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 69–78. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.18707>
- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. (2024). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 032/H/KR/2024 tentang capaian pembelajaran pada pendidikan anak usia dini, jenjang pendidikan dasar, dan jenjang pendidikan menengah pada Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Batubara, H. H. (2021). *Media pembelajaran MI/SD*. CV. Graha Edu.
- Capili, B., & Anastasi, J. K. (2024). An introduction to types of quasi-experimental designs. *American Journal of Nursing*, 124(11), 50–52. <https://doi.org/10.1097/01.naj.0001081740.74815.20>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications, Incorporated.
- Diraya, I., & Umamah, C. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis web berbantuan platform Wix pada materi gelombang untuk siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 347–359. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5321>
- Fauzi, A., Rahmatih, A. N., & Haryati, L. F. (2022). Analisis efektivitas model pembelajaran blended learning ditinjau dari hasil belajar geometri mahasiswa guru sekolah dasar. *Creative of Learning Students Elementary Education*, 5(1), 43–52. <https://doi.org/10.22460/collase.v5i1.9962>
- Febiola, N., & Mufit, F. (2024). Systematic review: Permasalahan pembelajaran fisika dan solusinya pada masa pandemi COVID-19. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(2), 167–174. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i2.16348>
- Fu'jijyat, N., Kusumaningsih, W., & Aini, A. N. (2023). Pengembangan bahan ajar leaflet berdasarkan teori Bruner berbasis android untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 5(2), 108–

114.  
<https://doi.org/10.26877/imaginer.v5i2.13723>
- Humairoh, S., Suryadi, A., Solehat, D., & Ihsanuddin, M. (2025). Pengembangan KIT smart-system with solar panel and sound sensor menggunakan pendekatan STEM pada materi pengenalan instrumen digital. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(Special\_issue), 115–132. [https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial\\_issue.88718](https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial_issue.88718)
- Kabatiah, M., Batubara, A., Ramadhan, T., & Rachman, F. (2024). Pedagogical competence of civic education teacher in 21st century: A systematic literature review. *Jurnal Kewarganegaraan*, 21(2), 139–150. <https://doi.org/10.24114/jk.v21i2.53446>
- 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), 1–12. <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.18.010140>
- Kartika, I., Aroyandini, E. N., Maulana, S., & Fatimah, S. (2022). Analisis prinsip konstruktivisme dalam pembelajaran fisika berbasis Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM). *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, 10(1), 23–33. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v10i1.46381>
- Khairunnisa, K., & Harida, E. S. (2025). Rekonstruksi model problem-based learning berbasis ICT dalam pembelajaran pendidikan dasar. *Jurnal Media Ilmu*, 4(2), 157–175. <https://doi.org/10.31869/jmiu.v4i2.7370>
- Kurniyawati, Y., Mahmudi, A., & Wahyuningrum, E. (2019). Efektivitas problem-based learning ditinjau dari keterampilan pemecahan masalah dan kemandirian belajar matematis. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 118–129. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v6i1.26985>
- Lestari, S. (2021). Upaya meningkatkan aktivitas dan hasil belajar biologi dengan model problem-based learning pada materi bakteri. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 9(2), 136–148. <https://doi.org/10.21831/jpms.v9i2.42921>
- Ningsih, R., & Haryanto. (2025). The effect of Google Sites web-based learning media on students' science learning outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 539–544. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i3.10486>
- Nurdiyanti, N., Sukarmin, S., & Budiharti, R. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis moodle pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 12(1), 22. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v12i1.60912>
- Nurhasanah, N., Sutrio, S., Makhrus, Muh., & Susilawati, S. (2023). Pengaruh penggunaan laboratorium virtual berbasis web terhadap kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada materi gelombang bunyi. *Kappa Journal*, 7(3), 422–427. <https://doi.org/10.29408/kpj.v7i3.23080>
- Nurhayati, S., Judijanto, L., Wiliyanti, V., Mesalina, T., J., Januaripin, M., Winatha, K. R., Payung, Z., & Abute, E. L. (2025). *Media dan teknologi pembelajaran*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-load theory: Methods to manage working memory load in the learning of complex tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4), 394–398. <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Permatasari, S. V. G., Pujayanto, P., & Fauzi, A. (2021). Pengembangan e-modul pembelajaran interaktif menggunakan aplikasi Genially pada materi gelombang bunyi dan cahaya berbasis model VAK learning. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, 11(2), 96. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v11i2.49235>
- Polli, V., Hayon, V. H. B., & Tinenti, Y. R. (2022). Efektivitas pendekatan inkuiri terbimbing dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi asam basa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 814–819. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.692>
- Popiyanto, Y., Suryandari, S., & Roosyanti, A. (2021). Pelatihan pemanfaatan web enhanced course dan collaborative

- learning sebagai penunjang pembelajaran. *Jurnal Abdidas*, 2(4), 916–921. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v2i4.387>
- Purba, J., Sigiro, M., & Silaban, B. (2024). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis web Google Sites dengan pendekatan multirepresentasi untuk mengukur kemampuan penguasaan konsep fisika. *Jurnal Kajian Ilmu Pendidikan (JKIP)*, 5(3), 750–765. <https://doi.org/10.55583/jkip.v5i3.1097>
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., & Laksono, E. W. (2025). Innovation of the liracle model: Case of gajah wong river pollution by pb metal. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(2), 207–214. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i2.84783>
- Purwaningsih, E., & Suryadi, A. (2022). *Penelitian kuantitatif pendidikan fisika (Topik, instrumen, dan statistik dasar)*. Bayfa Cendekia Indonesia.
- Qadar, R., Syam, M., & Mahdiannur, M. A. (2025). Analyzing high school physics teachers' understanding of cognitive process and knowledge dimensions in assessment design using the revised Bloom's taxonomy. *Discover Education*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00807-w>
- Rahmah, N., Indriyanti, N., Jumriani, J., Rahmadhani, A., & Mutmainnah, B. (2025). Penerapan model inkuiri terbimbing untuk meningkatkan penguasaan konsep pada materi getaran, gelombang, bunyi dan sistem pendengaran. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(2), 773–782. <https://doi.org/10.37630/jpm.v15i2.2799>
- Ramadhan, P. H., Nurlaela, A., & Sholehah, D. (2025). E-modul berbasis website berbantuan powerpoint untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi gelombang bunyi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(Special\_issue), 198–210. [https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial\\_issue.89239](https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial_issue.89239)
- Rende, J., & Tulandi, D. A. (2022). Implementasi pembelajaran eksploratif tentang konsep dan proses fisika pada dinamika fenomena alam danau tondano. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(2), 107–114. <https://doi.org/10.53682/charmsains.v3i2.200>
- Saud, U. S. (2009). *Inovasi pendidikan*. Alfabeta.
- Shabrina, A., & Diani, R. (2019). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis web enhanced course dengan model inkuiri terbimbing. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 9–26. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v2i1.3922>
- Sihotang, H. K. B., Karo, J. S., Sihotang, K. A. A., Simbolon, V. N. M., & Lubis, R. H. (2024). Identifikasi pengaruh gelombang dan bunyi pada fenomena mendengar. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 7(2), 91–96. <https://doi.org/10.46918/karst.v7i2.2527>
- Silaban, Y. F. H., & Jumadi, J. (2022). Concept understanding profile of high school students on doppler effect and sound intensity levels. *Momentum: Physics Education Journal*, 6(1), 51–58. <https://doi.org/10.21067/mpej.v6i1.5664>
- Tan, S. C., Voogt, J., & Tan, L. (2024). Introduction to digital pedagogy: A proposed framework for design and enactment. *Pedagogies: An International Journal*, 19(3), 327–336. <https://doi.org/10.1080/1554480x.2024.2396944>
- Tanjung, M. R., Emilyya, W. T., Festiyed, F., & Mufit, F. (2022). Literatur review pengembangan instrumen asesmen pemahaman konseptual pada pembelajaran sains. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(2), 219–226. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i2.12176>
- Tanzillal, M. I., Hertanti, E., & Suwarna, I. P. (2026). Pengaruh PhET interactive simulations terhadap pemahaman konsep siswa pada materi termodinamika. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 14(1), 121–130. <https://doi.org/10.21831/jpms.v14i1.91208>
- Wardah, S. J., & Meilana, S. F. (2025). Pengaruh media pembelajaran Powtoon terhadap minat belajar siswa pada pembelajaran ipa materi sumber energi. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(2), 380–388. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13i2.87827>
- Wati, A., & Handayani, S. (2020). Web enhanced course, solusi bagi peserta didik dalam pemahaman materi perkuliahan. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 13(1), 61–68. <https://doi.org/10.17977/um014v13i12020p061>

- Yuniar, R., Nurhasanah, A., Hakim, Z. R., & Yandari, I. A. V. (2022). Peran guru dalam pelaksanaan model pbl (problem based learning) sebagai penguatan keterampilan berpikir kritis. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 1134–1150. <https://doi.org/10.23969/jp.v7i2.6408>
- Yunus, M., Ardiansyah, M. R., Jufri, J., Adyanata, A., Setiawan, A., & Rina, R. W. (2023). Pengaruh pembelajaran berbasis website terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*,

6(2), 21–32.  
<https://doi.org/10.37792/jukanti.v6i2.931>

#### **PROFIL SINGKAT**

**Siti Nadia Oktarija** merupakan mahasiswa program studi Tadris Fisika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Dapat dihubungi melalui e-mail: [oktarijanadia@gmail.com](mailto:oktarijanadia@gmail.com)

**Erina Hertanti M.Si.** merupakan dosen aktif program studi Tadris Fisika UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Dapat dihubungi melalui e-mail: [erina.hertanti@uinjkt.ac.id](mailto:erina.hertanti@uinjkt.ac.id)