



**DAMPAK PENGGUNAAN APLIKASI *SOUNDCARD OSCILLOSCOPE* TERHADAP
PEMBELAJARAN FISIKA MATERI PIPA ORGANA TERTUTUP DI SMAN**

Desi Susanti¹, Ishafit^{2*}

SMAN 1 Sendawar, Universitas Ahmad Dahlan^{1,2}

e-mail: 2208041008@webmail.uad.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak penggunaan aplikasi *Soundcard oscilloscope* pada materi pipa organa tertutup dengan cara membandingkan hasil belajar fisika siswa antara yang menggunakan aplikasi *Soundcard oscilloscope* dengan yang menggunakan osiloskop konvensional. Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan bentuk desain adalah *nonequivalent control group design*. Variabel eksperimen (X_1) dalam penelitian ini adalah kelas yang diberikan perlakuan praktikum kelompok dengan menggunakan osiloskop berbasis *soundcard* laptop sebagai alat praktikum. Sedangkan, variable kontrolnya (X_2) adalah kelas yang diberikan perlakuan praktikum kelompok dengan menggunakan satu osiloskop konvensional sebagai alat praktikum. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah pemberian tes berupa *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan analisis data uji *independent sample test* yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa hasil sig(2-tailed) menunjukkan nilai lebih kecil dari 0,05 yang berarti bahwa ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa antara yang menggunakan aplikasi *soundcard* osiloskop dengan yang menggunakan osiloskop konvensional sebagai alat praktikum. Berdasarkan analisis data *paired sample t-test* dibuktikan bahwa penggunaan alat praktikum baik *soundcard oscilloscope* maupun osiloskop konvensional memberikan dampak peningkatan hasil belajar secara signifikan. Dimana dengan *soundcard oscilloscope* rata-rata hasil belajar siswa meningkat sebesar 20,44 sedangkan dengan osiloskop konvensional meningkat sebesar 8,200.

Kata Kunci: *soundcard oscilloscope, uji-t independent, uji-t paired sample, pipa organa tertutup.*

ABSTRACT

This study aims to determine the impact of using the Soundcard oscilloscope application on the closed organ pipe material by comparing the physics learning outcomes of students between those who use the Soundcard oscilloscope application and those who use a conventional oscilloscope. The research design used is experimental research with a nonequivalent control group design. The experimental variable (X_1) in this study is the class that is given group practicum treatment using a laptop soundcard-based oscilloscope as a practicum tool. Meanwhile, the control variable (X_2) is the class that is given group practicum treatment using one conventional oscilloscope as a practicum tool alternately. The data collection method used is the provision of tests in the form of pre-tests and post-tests in the experimental and control classes. Based on the analysis of the independent sample test data that has been carried out, the results obtained are that the sig (2-tailed) results show a value smaller than 0,05, which means that there is a significant difference between student learning outcomes between those who use the soundcard oscilloscope application and those who use a conventional oscilloscope as a practicum tool. Based on paired sample t-test data analysis, it is proven that the use of practical tools, both soundcard oscilloscope and conventional oscilloscope, has a significant impact on increasing learning outcomes. Where with the soundcard oscilloscope, the average student learning outcomes increased by 20,44 while with the conventional oscilloscope it increased by 8,200.



PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu pelajaran sains yang mempelajari gejala alam secara logis, empiris, rasional dan sistematis serta melibatkan sikap serta proses ilmiah. Menurut Azizah, et al (2015) fisika adalah menciptakan manusia yang dapat memecahkan masalah kompleks dengan cara menerapkan pengetahuan dan pemahaman mereka pada situasi sehari-hari. Oleh karena itu di dalam pembelajarannya fisika memerlukan eksperimen untuk memperoleh pemahaman yang baik tentang konsep-konsep yang terkandung didalamnya. Akan tetapi, metode eksperimen (melalui kegiatan praktikum) di dalam pembelajaran fisika seringkali tidak dapat dilaksanakan. Salah satu penyebabnya adalah ketiadaan atau keterbatasan alat praktikum yang dibutuhkan. Kurangnya peralatan yang memadai untuk praktikum fisika dapat menjadi kontribusi terhadap rendahnya tingkat kinerja dan pemahaman siswa dalam pembelajaran fisika.

Pada materi pipa organa tertutup, misalnya. Alat yang dibutuhkan dalam melaksanakan praktikum fisika berkaitan dengan pipa organa selain pipa organa itu sendiri, adalah osiloskop (Dessitasari & Sucahyo, 2021). Osiloskop adalah alat ukur besaran listrik yang dapat memetakan sinyal listrik. Osiloskop merupakan alat elektronik yang digunakan untuk melihat bentuk gelombang, menganalisis gelombang dan fenomena lain dalam rangkaian elektronika. Osiloskop dapat digunakan untuk melihat amplitudo tegangan, gelombang kotak, dan membandingkan hubungan frekuensi dan fasa antara dua gelombang (Anggraeni, 2017; Dudijo, 2014). Penggunaan osiloskop dalam pembelajaran fisika materi pipa organa tertutup dapat membantu memvisualisasi bentuk gelombang bunyi, posisi amplitudo dan hubungan antara frekuensi dan amplitudo gelombang (Sugianta, et al, 2020; Fitriyani & Andryani, 2022).

Namun, karena keterbatasan atau ketiadaan osiloskop konvensional di laboratorium sekolah, maka praktikum untuk menghitung frekuensi gelombang dan kaitannya dengan panjang pipa organa jarang sekali dilakukan. Di SMAN 1 Sendawar -sekolah tempat peneliti melaksanakan penelitian-, jumlah osiloskop yang tersedia hanya ada satu osiloskop saja. Sementara jumlah siswa adalah 34 – 36 orang perkelas. Oleh karenanya, pelaksanaan praktikum fisika secara berkelompok pada materi yang memanfaatkan osiloskop di dalam proses pembelajaran tidak dapat dilakukan secara bersamaan. Sebagai alternatif metodenya, osiloskop hanya digunakan sebagai media demonstrasi pembelajaran yang dilakukan oleh guru. Siswa hanya melihat dan tidak mengalami secara langsung bagaimana mempergunakan osiloskop dan mempraktikkannya untuk membuktikan konsep pipa organa yang dipelajari. Padahal dengan praktikum, siswa dapat menjadi pembelajar aktif dan memperoleh keterampilan serta pengetahuan ilmiah dalam konteks yang bermakna.

Bila melihat perkembangan zaman dan teknologi saat ini, ketiadaan maupun keterbatasan osiloskop tidak seharusnya menjadi kendala dalam menerapkan metode praktikum khususnya pada pembelajaran pipa organa. Untuk mengatasi hal ini, dimungkinkan penggunaan program komputer atau aplikasi yang membuat simulasi dan membantu terlaksananya praktikum. Menurut Azar dan Şengülec (2011), hal ini dapat membantu mengurangi dampak negative dari kurangnya peralatan praktikum terhadap hasil belajar siswa dalam pembelajaran fisika. Pemanfaatan aplikasi atau simulasi berbasis computer di dalam proses pembelajaran seharusnya dapat menjadi solusi untuk melaksanakan metode praktikum fisika. Salah satu aplikasi yang dapat digunakan sebagai pengganti osiloskop konvensional adalah aplikasi adalah *Soundcard oscilloscope*. Meskipun berbasis digital, namun aplikasi ini dapat berfungsi sebagaimana osiloskop konvensional digital. Dengan mengunduh dan menginstal aplikasi *Soundcard oscilloscope* pada laptop yang tersedia di sekolah, maka praktikum pipa organa



Terlaksananya praktikum fisika pada pembelajaran materi pipa organa tertutup dengan berbantuan aplikasi *Soundcard oscilloscope* diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi pipa organa tertutup. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dampak penggunaan aplikasi *Soundcard oscilloscope* pada materi pipa organa tertutup dengan cara membandingkan hasil belajar fisika siswa antara yang menggunakan aplikasi *Soundcard oscilloscope* dengan yang menggunakan osiloskop konvensional.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan bentuk desain penelitian adalah *nonequivalent control group design*. Desain ini mempergunakan dua kelompok yakni kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Kelompok kontrol (X_1) adalah kelompok siswa dari kelas yang menggunakan osiloskop konvensional sebagai alat praktikum. Jumlah siswa di kelas ini ada 35 orang dan dibagi menjadi 8 kelompok kecil. Sedangkan kelompok eksperimen (X_2) adalah kelas yang menggunakan osiloskop berbasis *soundcard* laptop sebagai alat praktikum. Dengan jumlah siswa 36 orang dan dibagi menjadi 8 kelompok kecil.

Alat dan media praktikum yang harus dipersiapkan oleh guru untuk melaksanakan penelitian ini adalah:

- 1) Pada kelas kontrol dibutuhkan: osiloskop konvensional (yang tersedia di sekolah), mikrofon dan pengeras suara, pipa paralon berdiameter 1.8 cm dan berukuran panjang masing-masing pipa adalah 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm.
- 2) Pada kelas eksperimen dibutuhkan: laptop yang sudah terinstal aplikasi *Soundcard Oscilloscope* berjumlah 8 pc dan pipa paralon berdiameter 1.8 cm dan berukuran panjang masing-masing pipa adalah 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm berjumlah 8 pc.

Adapun praktikum yang dilakukan oleh siswa pada kelas kontrol dan eksperimen bertujuan mengukur frekuensi bunyi sesuai dengan alat praktikum yang disiapkan. Pengukuran dilakukan secara tunggal dan berulang sebanyak 3 kali. Oleh karena keterbatasan alat praktikum osiloskop konvensional, maka praktikum untuk kelas kontrol dilakukan di luar jam pelajaran secara terjadwal. Sedangkan, untuk kelas eksperimen langsung melakukan praktikum di dalam kelas secara bersamaan.

Metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pemberian tes berupa *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Prosedur analisis data yang digunakan adalah uji normalitas, *independent sample t-test* dan *uji paired sample t-test*. Kedua uji ini dilakukan berbantuan aplikasi SPSS versi 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data penelitian diperoleh, dilakukan analisis untuk mengetahui dampak penggunaan aplikasi *soundcard oscilloscope* terhadap hasil belajar siswa dengan memasukkan data hasil *pre-test* dan *post-test* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis didahului dengan melakukan uji normalitas.

Tabel 1. Output uji normalitas

Tests of Normality							
	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Posttest Hasil Belajar Fisika	Eksperimen	.159	36	.022	.920	36	.012
	Kontrol	.172	35	.010	.939	35	.053

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 1 di atas menunjukkan hasil tes uji normalitas. Frekuensi data untuk kelas eksperimen adalah 36 dan pada kelas kontrol adalah 35. Hasil signifikansi (Sig.) pada tabel Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk menunjukkan nilai di atas 0,05 yang berarti bahwa data terdistribusi normal. Langkah selanjutnya adalah melakukan uji *independent sample t-test*.

Uji *independent sample t-test* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa yang menggunakan aplikasi *soundcard oscilloscope* dengan siswa yang menggunakan osiloskop konvensional pada mata pelajaran fisika materi pipa organa tertutup.

Tabel 2. Output *independent sample t-test*

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Posttest Hasil Belajar Fisika	Equal variances assumed	1.861	.177	20.833	69	.000	12.84921	.61676	11.61880	14.07961
	Equal variances not assumed			20.768	65.049	.000	12.84921	.61869	11.61362	14.08480

Berdasarkan Output dari *independent sample t-test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) untuk uji Levene adalah 0,177. Karena nilai ini lebih besar dari 0,05, maka dapat dikatakan bahwa varians dari kedua kelompok data adalah sama atau homogen. Oleh karena varians kedua kelompok sama (berdasarkan uji Levene), maka untuk interpretasi hasil uji t digunakan baris "Equal variances assumed". Nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) untuk uji t pada baris ini sebesar 0,000. Nilai ini lebih kecil dari 0,05 sehingga hipotesis nol (H₀) ditolak dan hipotesis alternatif (H₁) diterima. Hal ini berarti bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap hasil belajar antara siswa yang menggunakan aplikasi *soundcard oscilloscope* dengan siswa yang menggunakan osiloskop konvensional sebagai alat praktikum.

Secara spesifik penelitian mengenai dampak pemanfaatan aplikasi *soundcard* osiloskop dalam proses pembelajaran terhadap hasil belajar siswa belum banyak dilakukan. Namun, hasil penelitian terkait pemanfaatan laboratorium virtual dan eksperimen virtual sudah banyak diketahui. Penelitian yang dilakukan oleh Laili, S., & Ishafit (2023) menunjukkan bahwa praktikum fisika yang dilakukan melalui laboratorium virtual memberikan perbedaan yang signifikan terhadap nilai sikap siswa. Penelitian (Azar dan Şengülec, 2011; İyengel&ÿzden, &Geban, 2002; Kun-Yuan Yang &Jia-Sheng, Heh 2007) menunjukkan bahwa praktikum melalui simulasi komputer memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil belajar siswa dalam praktik fisika. Penelitian Azar dan Şengülec (2011), dan Adams, Finkelstein, Reid, Dubson, Podolefsky, Wieman, Lemaster, Mckagan, (2008) membuktikan bahwa percobaan menggunakan simulasi computer dapat meningkatkan hasil belajar fisika siswa.

Untuk menjawab rumusan masalah kedua, selanjutnya dilakukan uji *Paired sample t-test*. Uji *paired sample t-test* ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah: Apakah ada

perbedaan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan aplikasi *soundcard oscilloscope* (pada kelas eksperimen) sebagai alat praktikum dibandingkan dengan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan osiloskop konvensional (pada kelas kontrol) sebagai alat praktikum.

Tabel 3. Statistik hasil *pre-test* dan *post-test* kelas eksperimen dan kontrol

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	PreEksp	54.8333	36	10.94271	1.82378
	PostEksp	75.2778	36	2.30045	.38341
Pair 2	PreKontrol	54.2286	35	9.41240	1.59099
	PostKontrol	62.4286	35	2.87265	.48557

Dari gambar 3, Output Pair 1 menunjukkan ringkasan hasil statistik deskriptif dari kedua sampel yang diteliti yakni nilai *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen. Untuk nilai *pre-test* diperoleh nilai rata-rata hasil belajar atau mean sebesar 54,8333, sedangkan untuk nilai *post-test* diperoleh nilai rata-ratanya adalah 75,2778. Jumlah responden yang digunakan sebagai sampel penelitian sebanyak 36 orang siswa. "Untuk nilai std. Deviation pada *pre-test* sebesar 10,94271 dan *post-test* sebesar 2,30045. Karena nilai rata-rata hasil belajar pada *pre-test* 54,8333 < *post-test* 75,2778, maka secara deskriptif dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen" (Hanifah, Herrhyanto, & Agustina, 2015).

Pada output Pair 2 memperlihatkan ringkasan hasil statistik deskriptif dari kedua sampel yang diteliti yakni nilai *pre-test* dan *post-test* pada kelas kontrol. "Untuk nilai *pre-test* diperoleh rata-rata hasil belajar sebesar 54,2286, sedangkan untuk nilai *post-test* diperoleh nilai rata-ratanya sebesar 62,4286. Jumlah responden yang digunakan sebagai sampel penelitian adalah sebanyak 35 orang siswa. Untuk nilai std. Deviation pada *pre-test* sebesar 9,41240 dan *post-test* sebesar 2,87265. Oleh karena nilai rata-rata hasil belajar pada *pre-test* 54,2286 < *post-test* 62,4286 pada kelas kontrol, maka secara deskriptif dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar antara *pre-test* dan *post-test*" (Nurhidayati, Lesmono, & Nuraini, 2022).

Selanjutnya, untuk membuktikan apakah perbedaan tersebut benar-benar signifikan atau tidak pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, maka perlu menafsirkan hasil uji paired sample t test yang terdapat pada tabel output "Paired Sample Correlations". "Analisis ini penting dilakukan untuk memahami pengaruh perlakuan terhadap hasil belajar siswa, sebagaimana yang telah diterapkan dalam berbagai studi yang meneliti hubungan antara metode pembelajaran dan efektivitasnya" (Ristanto & Santoso, 2016).

Tabel 4. korelasi paired sample

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	PreEksp & PostEksp	36	-.235	.167
Pair 2	PreKontrol & PostKontrol	35	-.131	.453

Output di atas menunjukkan hasil uji korelasi atau hubungan antara kedua data atau hubungan variabel *pre-test* dan *post-test*. Berdasarkan output Pair 1 diketahui nilai koefisien korelasi (correlation) sebesar -0,235 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,167. Karena nilai Sig. $0,167 > 0,005$, maka dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara variabel *pre-test* dan *post-test*. Berdasarkan output Pair 2 diketahui nilai koefisien korelasi (correlation) sebesar -0,131 dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,453. Karena nilai Sig. $0,453 > 0,005$, maka dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara variabel *pre-test* dan *post-test*.

Tabel 5. Output “Paired Sample Test”

		Paired Samples Test							
		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	PreEksp - PostEksp	-20.44444	11.69968	1.94995	-24.40305	-16.48584	-10.485	35	.000
Pair 2	PreKontrol - PostKontrol	-8.20000	10.19458	1.72320	-11.70196	-4.69804	-4.759	34	.000

Berdasarkan output yang ditunjukkan oleh Gambar 5, analisis pada Pair 1 mengungkapkan peningkatan signifikan dalam nilai rata-rata hasil belajar siswa sebesar 20,44 setelah diberikan perlakuan berupa penggunaan aplikasi *soundcard oscilloscope* sebagai alat praktikum. Nilai signifikansi *Sig.(2-tailed)* sebesar 0,00, yang lebih kecil dari ambang batas 0,05, menegaskan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara hasil belajar siswa sebelum dan sesudah intervensi. Peningkatan yang substansial ini menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi *soundcard oscilloscope* memiliki dampak positif yang kuat terhadap pemahaman dan penguasaan materi fisika oleh siswa. Penelitian oleh (Cahyadi, 2019) juga menemukan bahwa penggunaan simulasi virtual dalam praktikum fisika dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional.

Analisis pada Pair 2 menunjukkan bahwa penggunaan osiloskop manual sebagai alat praktikum juga menghasilkan peningkatan nilai rata-rata hasil belajar siswa, meskipun dengan peningkatan yang lebih kecil, yaitu 8,20. Nilai signifikansi 0,00 pada Pair 2 juga menunjukkan perbedaan yang signifikan antara *pre-test* dan *post-test* pada kelas kontrol. Meskipun peningkatannya tidak sebesar pada kelompok yang menggunakan aplikasi *soundcard oscilloscope*, hasil ini tetap mengindikasikan bahwa penggunaan osiloskop manual sebagai alat bantu praktikum memberikan kontribusi positif terhadap hasil belajar siswa (Ambusaidi *et al*, 2018). Studi oleh (Wieman & Perkins, 2005) mendukung temuan ini, mereka menyatakan bahwa penggunaan alat bantu visual, termasuk osiloskop, dalam pembelajaran fisika dapat membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dan meningkatkan pemahaman mereka.

Kedua hasil tersebut, baik pada Pair 1 maupun Pair 2, secara konsisten menunjukkan bahwa penggunaan alat praktikum, baik aplikasi *soundcard oscilloscope* maupun osiloskop konvensional, sama-sama efektif dalam meningkatkan hasil belajar fisika siswa. Peningkatan yang signifikan pada kedua kelompok menunjukkan bahwa intervensi praktikum memiliki dampak positif yang nyata. Hal ini sejalan dengan pandangan konstruktivisme dalam pembelajaran, yang menekankan pentingnya pengalaman langsung dan interaksi aktif siswa dengan materi pembelajaran untuk membangun pemahaman yang mendalam (Schunk, 2012). Penggunaan alat praktikum memungkinkan siswa untuk mengamati fenomena fisika secara langsung, menguji hipotesis, dan membangun pemahaman mereka sendiri.

Meskipun kedua metode praktikum efektif, perbandingan antara peningkatan pada Pair 1 (aplikasi *soundcard oscilloscope*) dan Pair 2 (osiloskop manual) mengindikasikan adanya



potensi keunggulan aplikasi *soundcard oscilloscope*. Peningkatan yang jauh lebih besar pada Pair 1 (20,44) dibandingkan Pair 2 (8,20) menyarankan bahwa aplikasi ini mungkin menawarkan kelebihan tertentu, seperti kemudahan penggunaan, visualisasi yang lebih baik, atau fitur interaktif yang lebih menarik, yang berkontribusi pada peningkatan hasil belajar yang lebih signifikan. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada eksplorasi faktor-faktor spesifik yang menyebabkan perbedaan efektivitas antara kedua alat praktikum ini (Astuti, I. A. D, 2016).

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan efektivitas aplikasi *soundcard oscilloscope* sebagai alat praktikum dalam pembelajaran fisika materi pipa organa tertutup. Hasil uji *independent sample t-test* pada data *post-test* kelas eksperimen (menggunakan aplikasi *soundcard oscilloscope*) dan kelas kontrol menunjukkan perbedaan peningkatan hasil belajar yang signifikan. Kelas eksperimen mengalami peningkatan rata-rata sebesar 20,44, jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya meningkat 8,20. Temuan ini mengindikasikan bahwa aplikasi *soundcard oscilloscope* lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa dibandingkan osiloskop konvensional.

Keunggulan aplikasi *soundcard oscilloscope* yang lebih praktis dan memungkinkan pembelajaran mandiri, terbukti memberikan dampak positif pada hasil belajar, pengetahuan, dan pengalaman siswa dalam memanfaatkan teknologi digital. Aplikasi ini tidak hanya menjadi solusi atas keterbatasan alat praktikum di sekolah, tetapi juga mengefisienkan pembelajaran dan membuktikan konsep fisika yang sebelumnya hanya dipahami secara teoritis. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengontrol variabel lain (seperti motivasi dan lingkungan belajar) serta memperkaya data dengan observasi dan wawancara untuk pemahaman yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambusaidi, A., Musawi, A.A., Al-Bushi, S., & Al-Bushi, K. (2018). "The Impact of Virtual Lab Learning Experiences on 9th Grade Students' Achievement and Their Attitudes Towards Science and Learning by Virtual Lab. *Journal of Turkish Science Education*, 15 (2),13-29. <https://doi.org/10.36681/>
- Anggraeni, D. (2017). Implementasi Osiloskop Berbasis Sound Card Laptop Pada Praktikum Rangkaian Elektronika Di Kelas XI Jurusan Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Cimahi. [Skripsi]. <https://repository.upi.edu/31645/>
- Astuti, I. A. D. (2016). Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi Dalam Medium Udara Dengan Menggunakan Metode Time Of Flight (TOF) Dan Berbantuan Software Audicity. *Unnes Physics Education Journal*, 5(3). <https://doi.org/10.15294/upej.v5i3.13725>
- Azar, A., Şengülec, Ö.A. (2011). *Computer-Assisted and Laboratory Assisted teaching methods in physics teaching: The effect on student achievement and attitude towards physics*. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education (Special Issue)* 43 – 50. <https://doi.org/10.51724/ijpce.v3iSI.121>
- Azizah, R., et al. (2015). Kesulitan pemecahan masalah fisika pada siswa SMA. *Jurnal penelitian fisika dan aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44-50.
- Bachmid, A., et al (2017). Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 6(1), 15-25. <https://doi.org/10.35793/jtek.v6i1.15568>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan bahan ajar berbasis ADDIE model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35-42.

- Dessitasari, L., & Sucahyo, I. (2021). Pengembangan Pipa Organa Menggunakan Aplikasi Physics Toolbox Suite Untuk Menentukan Cepat Rambat Bunyi Di Udara Sebagai Media Pembelajaran Pada Materi Gelombang Bunyi. *Inovasi Pendidikan Indonesia*, 10, 8-13. <https://doi.org/10.26740/ipf.v10n1.p8-13>
- Dudijo, P. (2014). Kelayakan Implementasi Trainer Antar-Muka Osiloskop Berbasis Kartu-Suara (Sound Card) Sebagai Media Pembelajaran Menggunakan Alat Ukur Listrik Dan Elektronika [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia].
- Fitriyani, A. O., & Andryani, F. (2022). Analisis Akurasi Penerapan Software Audacity Dalam Menentukan Nilai Frekuensi Pada Praktikum Pipa Organa. *Jurnal Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 4(1), 24-29. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26418/jippf.v4i1.60581>
- Hanifah, N., Herrhyanto, N., & Agustina, F. (2015). Penerapan Metode Weighted Least Square Untuk Mengatasi Heterokedastisitas Pada Analisis Regresi Linear. *EurekaMatika*, 3, 105-114. <https://doi.org/10.17509/jem.v3i1.11199>
- Kun-Yuan Yang and Jia-Sheng, Heh (2007). *The impact of internet virtual physics laboratory instruction on achievement in physics, science process skills and computer attitude of 10th Grade Students*. *American Journal of Science Education and Technology*. 16, 451-461. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-007-9062-6>
- Laili, S., & Ishafit (2023). Penentuan Cepat Rambat Bunyi di Udara Menggunakan Aplikasi Tone Generator dan Spectroid. *Bincang Sains dan Teknologi (BST)*, 2(1), 11-15. <https://doi.org/10.56741/bst.v2i01.269>
- Nurhidayati, A., *et al.* (2022). Analisis Frekuensi Bunyi dan Cepat Rambat Gelombang Bunyi pada Alat Musik Tradisional Angklung. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(3), 85-92. <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i3.32325>
- Ristanto, S., & Santoso, D. F. (2016). Uji Coba Pemanfaatan Software Soundcard Oscilloscope V1.40 untuk Praktikum Efek Dopler. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 7. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.26877/jp2f.v7i1.1147>
- Schunk, D. H. (2012). *Learning theories: An educational perspective* (6th ed.). Pearson.
- Sugianta, K. A., *et al* (2020). Analisis Pola Bunyi Sunari Berdasarkan Metode Fast Fourier Transform. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIK)*, 5(2), 14-21. <http://dx.doi.org/10.56741/bst.v2i01.269>
- Sulanjari, Aryanto, D., & Wicaksana, A. (2020). Pengaruh Panjang Dan Diameter Kolom Udara Terhadap Performa Tabung Impedansi Sebagai Alat Penentu Cepat Rambat Bunyi Di Udara. *Jurnal Teknik Mesin: CAKRAM*, 4(1), 34-38. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32493/jtc.v4i1.10960>
- Wieman, C. E., & Perkins, K. K. (2005). Transforming physics education. *Physics Today*, 58(11), 36.