

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA X 2024
"Inovasi Pembelajaran Fisika Berbasis Teknologi Artificial Intelligence"
Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, UNIVERISTAS PGRI Madiun
Madiun, 20 Juni 2024

Makalah Pendamping	Inovasi Pembelajaran Fisika Berbasis Teknologi Artificial Intelligence	ISSN : 2830-4535
-------------------------------	---	-------------------------

Development of Smartphone-based Practical Tools for Sound Intensity Levels

Silvia Laeli¹, Ulil Khasanah², Supardi³
Magister of Physics Education, Faculty of
Mathematics and Natural Sciences, Universitas
Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo Yogyakarta No.1,
Karang Malang, Daerah Istimewa Yogyakarta,
Indonesia.
e-mail: silvialaeli.2023@student.uny.ac.id

***Corresponding Author**

Abstrak

Kegiatan praktikum sangat membantu dalam proses pembelajaran fisika materi gelombang bunyi. Namun, alat praktikum fisika yang tergolong mahal dan sulit ditemukan menjadi salah satu faktor penghambat implementasi kegiatan praktikum ini. Dengan berkembangnya teknologi, sektor pendidikan juga harus bersikap adaptif terhadap modernisasi yang ada. Alat praktikum berbasis *smartphone* dapat dijadikan alternatif pembelajaran fisika yang praktis. Penelitian ini mengembangkan alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* berbantuan aplikasi *frequency generator* dan *sound level meter*. Metode penelitian yang digunakan adalah *Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation* (ADDIE). Berdasarkan proses validasi dan uji coba produk hasil dari penelitian menyimpulkan bahwa alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* sangat layak digunakan.

Kata kunci: *Praktikum Fisika, Pendidikan Fisika, Taraf Intensitas Bunyi, Smartphone*

Pendahuluan

Teknologi mengalami perkembangan yang sangat cepat seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan (Harwood & Eaves, 2020). Perkembangan teknologi tersebut merambah di berbagai bidang, salah satunya adalah pendidikan (Geladze, 2015). Tuntutan global menuntut dunia pendidikan untuk selalu menyesuaikan perkembangan teknologi terhadap usaha dalam peningkatan mutu pendidikan, terutama penyesuaian penggunaan dalam proses pembelajaran (Malik, 2018). Para pendidik akan lebih mudah dan kreatif dalam menyampaikan materi ajar kepada peserta didik. Tak heran, pada era ini penguasaan teknologi menjadi salah satu alasan kemajuan pendidikan.

Pergerakan informasi yang kencang di era digital tidak dapat dihindari karena arus modernisasi. Penggunaan teknologi saat ini sudah menjadi kebutuhan. Dengan adanya perkembangan teknologi seharusnya dapat mempermudah pendidik dan peserta didik dalam proses pembelajaran di setiap satuan pendidikan. Namun, yang terjadi di lapangan adalah tidak semua satuan pendidikan memanfaatkan dengan baik perkembangan teknologi untuk proses pembelajaran. Hal ini disebabkan oleh beberapa

faktor, antara lain pendidik kurang terampil dalam mengoperasikan teknologi, tidak ada kemauan dari pendidik untuk memanfaatkan teknologi, internet kurang menjangkau ke seluruh kelas, dan tidak adanya kewajiban dari sekolah terkait penggunaan teknologi dalam pembelajaran (Lestari, 2015; Lumban Gaol & Simanjuntak, 2023). Padahal, dengan penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat memungkinkan pendidik dan peserta didik untuk belajar dengan cara yang lebih beragam.

Perkembangan teknologi menuntut dunia pendidikan agar mampu beradaptasi sehingga dapat mewujudkan peserta didik yang tanggap terhadap perubahan perkembangan zaman. Menyikapi perkembangan zaman yang begitu pesat menimbulkan suatu upaya bagi dunia pendidikan agar setiap peserta didik memiliki kemampuan dalam literasi digital. Ekonom senior Indefaviliani mengatakan tingkat literasi digital Indonesia sekitar 62% di mana jumlah tersebut paling rendah apabila dibandingkan dengan negara ASEAN yang rata-ratanya mencapai 70% (Anam, 2023). Rendahnya literasi digital di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah semakin berkembangnya aplikasi hiburan yang mampu mengalihkan perhatian sebagian besar peserta didik untuk membaca (Alfriansa Agustina et al., 2022). Selain itu, peserta didik menganggap materi fisika memiliki banyak rumus sehingga peserta didik cenderung malas (Widya Sari, 2022). Peserta didik lebih banyak memilih menghabiskan waktunya untuk membuka sosial media dibandingkan waktu untuk membaca materi pelajaran.

Perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan dapat memunculkan inovasi baru guna menunjang proses pembelajaran (Legi et al., 2023). Salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai alat praktikum dalam pembelajaran fisika. Pembelajaran fisika berkaitan erat dengan gejala dan fenomena alam dalam kehidupan sehari-hari (Eliezanatalie & Deta, 2023). Prosesnya dapat dilakukan melalui beberapa kegiatan seperti pengalaman, observasi, dan eksperimen yang dilandasi sikap ilmiah untuk meningkatkan keterampilan proses sains. Oleh karena itu, tidak heran jika dalam proses pembelajarannya banyak diterapkan praktikum.

Hakikat belajar ilmu sains khususnya fisika tidak cukup untuk sekedar mengingat dan memahami konsep yang ditemukan oleh ilmuwan. Akan tetapi, sangat penting bagi peserta didik untuk dibiasakan berperilaku sebagai ilmuwan dalam menemukan konsep yang dilakukan melalui percobaan atau praktikum dan penelitian ilmiah (Tursinawati, 2016). Praktikum merupakan aktivitas pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dari diri peserta didik sehingga pengetahuan dapat tersampaikan dengan baik (Walil et al., 2021). Kegiatan praktikum dalam pembelajaran fisika dapat menanamkan sikap ilmiah dan melatih keterampilan peserta didik, serta memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat memahami konsep materi dari pembelajaran fisika (Dinawati et al., 2022). Dengan praktikum, peserta didik akan terbiasa untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ada (Walil et al., 2021). Sehingga, harapannya peserta didik membawa sikap ilmiah tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam pelaksanaannya, kegiatan praktikum memiliki beberapa kendala. Salah satunya adalah kurangnya sarana dan prasarana laboratorium fisika yang ada di sekolah. Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh peneliti di SMA N 1 Karangsambung mendapatkan informasi bahwa sekolah telah memiliki laboratorium, namun dari segi peralatan belum lengkap sehingga jarang sekali dilakukan praktikum. Kemudian, hasil serupa juga ditemukan pada 11 SMA di Kota Banda Aceh (Rahmah et al., 2020). Hal tersebut mendorong peneliti untuk mengembangkan alat praktikum fisika khususnya pada materi taraf intensitas bunyi dengan memanfaatkan aplikasi pada *smartphone*.

Gelombang bunyi merupakan salah satu materi fisika yang banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Namun, materi ini dianggap sulit dimengerti dan dipahami. Salah satu penyebabnya adalah media pembelajaran yang digunakan pendidik dalam pembelajaran hanya menggunakan *powerpoint* (Zulfikar et al., 2020). Tidak heran jika peserta didik menganggap materi ini sulit jika belajar hanya

menggunakan media *powerpoint* saja karena materi ini merupakan materi yang abstrak dan memiliki banyak persamaan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu inovasi untuk memberikan pemahaman yang lebih nyata pada materi taraf intensitas bunyi.

Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang telah dijabarkan perlu adanya inovasi yang dapat meningkatkan keterampilan literasi digital peserta didik yang berkaitan dengan fisika. Dalam hal ini, peneliti memberikan alternatif penggunaan aplikasi pada *smartphone* untuk kegiatan praktikum taraf intensitas bunyi. Pemanfaatan *smartphone* menjadi salah satu pilihan yang diminati dewasa ini. Hal ini karena *smartphone* menyediakan banyak aplikasi yang dapat digunakan dalam pembelajaran (Liwun et al., 2022). Beberapa contoh aplikasi yang dapat digunakan adalah *frequency generator*, *sound level meter*, dengan memanfaatkan *microphone sound sensor* yang ada di *smartphone*. Teknologi tersebut memudahkan peserta didik untuk melakukan praktikum. Dengan aplikasi tersebut, peserta didik lebih mudah mendapatkan data secara valid karena aplikasi ini mempermudah dalam pencatatan data dalam bentuk angka maupun grafik sehingga peserta didik lebih mudah untuk menganalisis dan mengambil kesimpulan dari praktikum yang mereka lakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan dan kepraktisan alat praktikum taraf intensitas bunyi. Harapannya, alat praktikum ini dapat digunakan pada sekolah untuk kegiatan praktikum fisika materi taraf intensitas bunyi. Selain mudah, alat ini juga murah karena aplikasi dapat diunduh secara gratis.

Metode Penelitian

Latar Belakang

Metode penelitian yang digunakan adalah *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (ADDIE) (Qomariyah et al., 2020). ADDIE merupakan metode penelitian pengembangan yang dapat menghasilkan produk (Torre, 2018). Dalam penelitian ini produk yang dihasilkan yakni berupa alat praktikum taraf intensitas bunyi. Metode penelitian pengembangan digunakan untuk menghasilkan produk, selain itu produk tersebut juga diuji keefektifannya.

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan pendidikan yang bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa alat praktikum taraf intensitas bunyi yang merupakan sub materi dari bab gelombang bunyi. Pada penelitian pengembangan meliputi proses pengembangan, uji validasi produk, serta uji coba produk (Suwandi et al., 2023). Produk yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu alat praktikum taraf intensitas bunti berbasis *smartphone*.

Prosedur

Model pengembangan ADDIE yaitu pedoman dalam proses penelitian ini. Tahapan pada penelitian ini yaitu ada lima antara lain (Torre, 2018) (1) Analisis (*Analyze*) merupakan proses mendefinisikan kegiatan agar dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan sebelum melakukan pengembangan, untuk dapat mengidentifikasi kebutuhan tersebut pada penelitian ini dikumpulkan informasi-informasi berdasarkan studi literatur; (2) Desain (*Design*) merupakan tahap merancang perangkat yang dapat mendukung penelitian pengembangan berupa desain apparatus alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* dan desain instrumen uji validasi dan pengumpulan data; (3) Pengembangan (*Development*) merupakan tahapan yang bertujuan untuk menghasilkan produk serta menguji kelayakan alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone*, pada penelitian ini digunakan aplikasi yang dapat diinstal di *play store* yakni *frequency generator* dan *sound level meter*. Selain itu, pada penelitian ini terdapat tiga validator untuk menguji kelayakan produk; (4) Implementasi (*Implementation*) merupakan tahapan yang digunakan untuk menguji coba produk berupa pengambilan data yang dihasilkan oleh alat praktikum taraf intensitas bunyi; (5) Evaluasi (*Evaluation*) merupakan tahapan akhir penelitian ini untuk melihat revisi akhir pada alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone*.

Analisis Data

Hasil validitas alat praktikum taraf intensitas bunyi dihitung berdasarkan koefisien validitas Aiken, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Validitas Aiken

Penilaian	Kriteria
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

Indeks validitas dirumuskan seperti pada Persamaan 1.

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)} \quad (1)$$

Dari persamaan 1, V adalah indeks kesepakatan validator mengenai validitas butir; s merupakan skor yang ditetapkan setiap validator dikurangi skor terendah dalam kategori yang dipakai ($s = r - l_o$) dengan r merupakan skor kategori pilihan validator dan l_o merupakan skor terendah dalam kategori penyekoran; n merupakan banyaknya validator; dan c merupakan banyaknya kategori yang dapat dipilih validator. Hasil analisis diperoleh pada Tabel 2 berdasarkan kriteria. Alat praktikum ini dikatakan valid apabila hasil validasi berada pada rentang minimal 0,4 – 0,8 (Retnawati, 2016).

Tabel 2. Kriteria Validitas

Penilaian	Kriteria
> 0,8	Sangat Valid
0,4 – 0,8	Valid
< 0,4	Kurang Valid

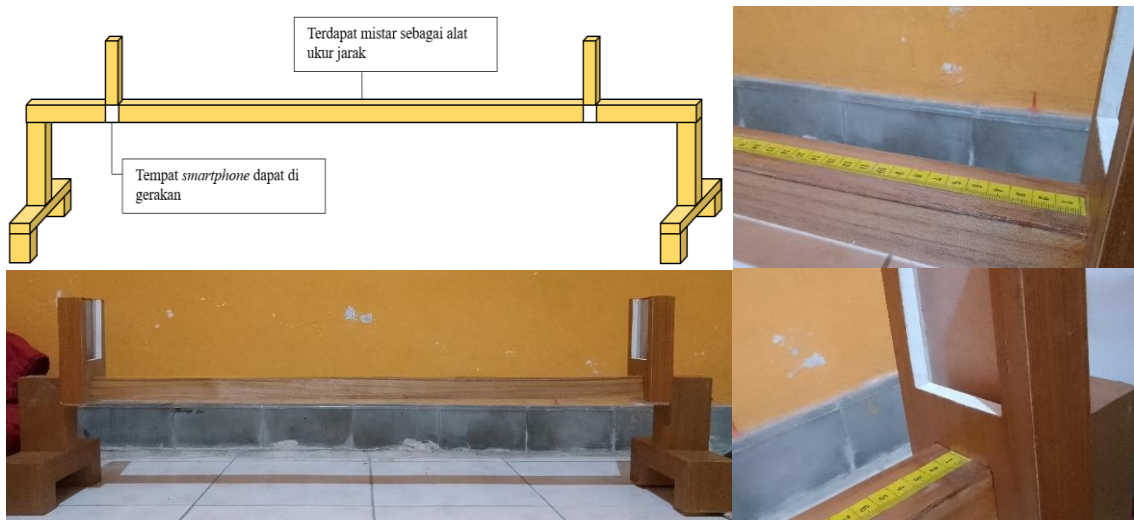
Data uji coba alat praktikum taraf intensitas bunyi diambil dari nilai frekuensi yang sama. Besar frekuensi bunyi yang dikeluarkan *frequency generator* adalah 600 Hz. Pengambilan data taraf intensitas bunyi dilakukan pada rentang jarak antara sumber bunyi dan *sound level generator* 0 cm sampai dengan 90 cm yakni pada 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm, dan 90 cm. Dengan menggunakan hasil analisis data uji coba ini dapat membuktikan seberapa berpengaruhnya jarak terhadap nilai taraf intensitas bunyi.

Hasil dan Pembahasan

Tahap analisis ini meliputi kegiatan studi literatur dan observasi terkait dengan kebutuhan alat praktikum gelombang bunyi. Dari hasil studi literatur, peneliti menukan bahwa penerapan atau penggunaan alat praktikum berbasis teknologi yang praktis itu masih jarang ditemukan dalam pembelajaran fisika materi gelombang bunyi. Observasi dilakukan melalui wawancara dengan pihak sekolah SMA N 1 Karangsambung yang mengatakan bahwa masih minimnya alat praktikum fisika gelombang bunyi. Oleh karena itu, pengembangan alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* ini dapat dijadikan alternatif praktikum fisika berbasis teknologi yang praktis dan ekonomis.

Pada penelitian ini tahap desain terdiri dari desain apparatus alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* dan desain instrumen uji validasi dan pengumpulan data. Alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* ini menggunakan alat dan bahan berupa kayu, meteran kain, solatip, dan dua buah *smartphone* yang terinstal *frequency generator* dan *sound level meter*. *Smartphone* yang terinstal *frequency generator* berfungsi sebagai sumber bunyi, sedangkan *smartphone*

yang terinstal *sound level meter* sebagai pendeteksi taraf intensitas bunyi. Dengan begitu *smartphone* haruslah memiliki *microphone sound sensor*. Desain apparatur alat praktikum taraf intensitas bunyi berbasis *smartphone* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain apparatur alat praktikum taraf intensitas bunyi

Instrumen uji validasi terdiri dari beberapa aspek yaitu rekayasa media dan komunikasi visual. Butir indikator validasi terdiri dari (1) rekayasa media: alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan mudah untuk digunakan, alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan sudah tepat dengan materi, alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan memiliki kualitas bahan yang baik; (2) komunikasi visual: alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan kreatif, Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan inovatif, alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan ini praktis/ mudah digunakan, dan desain perangkat alat praktikum taraf intensitas bunyi ini menarik. Pengumpulan data pada tahap uji validasi ini menggunakan skala likert yakni 1 sampai dengan 5. Dengan indikator penilaian 5 (sangat baik), 4 (baik), 3 (cukup), 2 (kurang baik), dan 1 (tidak baik).

Tabel 3. Hasil Validasi Alat Praktikum Taraf Intensitas Bunyi


No.	Deskripsi	V1	V2	V3	V4	Rata-rata	lo	c	s=r-lo	C-1	V	Kevalidan
Aspek Rekayasa Media												
1	Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan mudah untuk digunakan	5	5	5	5	5	1	5	4	4	1	Sangat Valid
2	Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan sudah tepat dengan materi	5	5	5	5	5	1	5	4	4	1	Sangat Valid

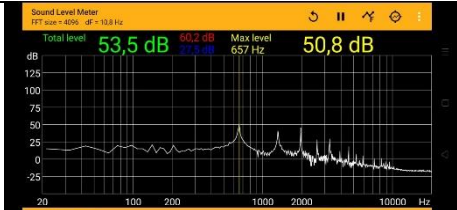
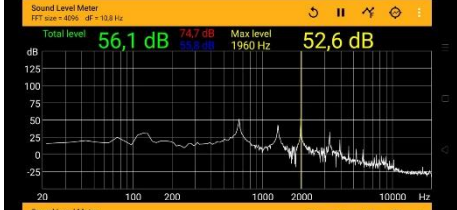
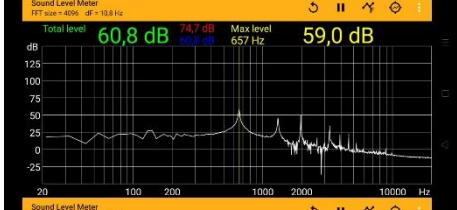
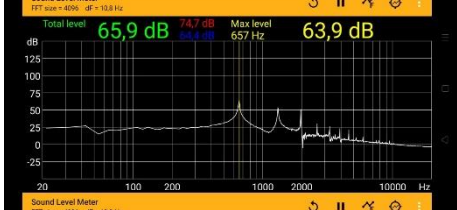
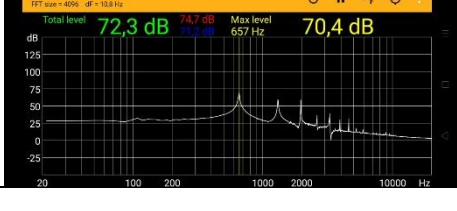
No.	Deskripsi	V1	V2	V3	V4	Rata-rata	lo	c	s=r-lo	c-1	V	Kevalidan
3	Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan memiliki kualitas bahan yang baik	5	4	5	4	4.5	1	5	3.5	4	0.875	Sangat Valid
Aspek Komunikasi Visual												
4	Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan kreatif	5	4	5	5	4.75	1	5	3.75	4	0.9375	Sangat Valid
5	Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan inovatif	5	4	4	5	4.5	1	5	3.5	4	0.875	Sangat Valid
6	Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan ini praktis/ mudah digunakan	4	5	5	5	4.75	1	5	3.75	4	0.9375	Sangat Valid
7	Desain perangkat alat praktikum taraf intensitas bunyi ini menarik	5	4	4	5	4.5	1	5	3.5	4	0.875	Sangat Valid
Rata-rata											0.93	Sangat Valid

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada pernyataan aspek rekayasa media dan aspek komunikasi visual diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,93 sehingga kriteria kevalidan penilaian validator menurut validasi Aiken tabel 2 berada dalam kategori sangat valid.

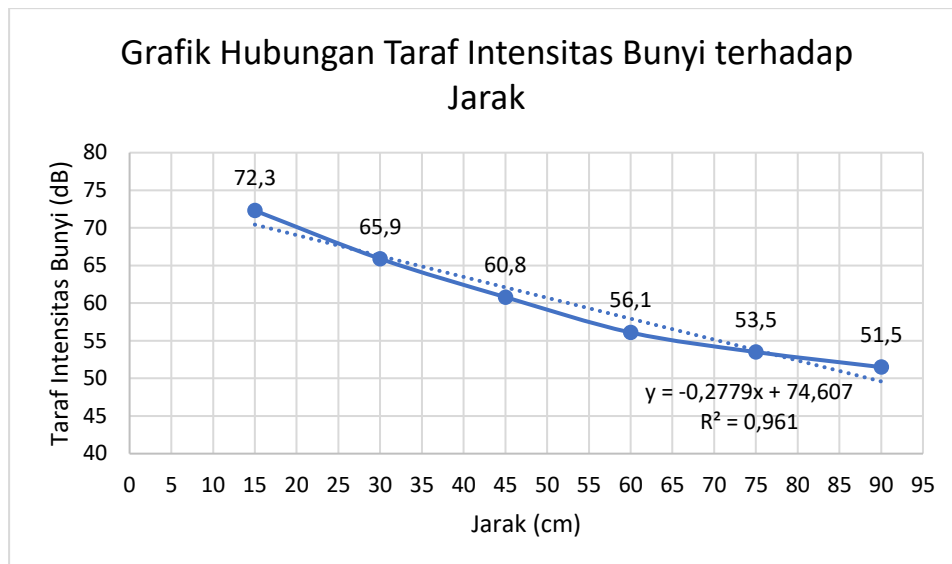
Tahap implementasi yakni melakukan uji coba produk dengan memvariasikan jarak antara sumber bunyi dan sensor. Perolehan nilai taraf intensitas bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai taraf intensitas bunyi

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi (dB)	Dokumentasi <i>Sound Level Meter</i>
15	51.5	

Jarak (cm)	Taraf Intensitas Bunyi (dB)	Dokumentasi <i>Sound Level Meter</i>
30	53.5	
45	56.1	
60	60.8	
75	65.9	
90	72.3	

Dari hasil uji coba produk dapat dilihat bahwa jarak mempengaruhi nilai taraf intensitas bunyi. Pada jarak 15 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm, dan 90 cm memiliki nilai taraf intensitas bunyinya berturut-turut yakni sebesar 51.5 dB, 53.5 dB, 56.1 dB, 60.8 dB, 65.9 dB, dan 72.3 dB. Nilai regresi linier dari perolehan data tersebut adalah $y = -0.2779x + 74.607$. Dapat diartikan bahwa semakin kecil nilai jaraknya maka semakin tinggi nilai taraf intensitas bunyinya. Grafik hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan taraf intensitas bunyi terhadap jarak

Tahap evaluasi bertujuan untuk mengevaluasi proses uji coba alat praktikum yang telah dilakukan. Pada tahap ini juga dilakukan analisis terhadap hasil uji coba yang dilakukan untuk mengetahui praktisitas dari alat praktikum yang dikembangkan. Uji coba alat praktikum dilakukan di tempat yg hening atau minim distraksi suara sehingga *sound level meter* dapat membaca data taraf intensitas bunyi dengan valid. Berdasarkan uji coba alat praktikum yang dikembangkan diperoleh kekurangan yaitu pemilihan lokasi pengambilan data tidak dapat dilakukan disembarang tempat atau disarankan untuk melakukan pengambilan data yang minim distraksi suara.

Kesimpulan

Alat praktikum taraf intensitas bunyi yang dikembangkan dalam penelitian ini telah layak digunakan sebagai media pembelajaran. Hasil validasi alat praktikum yang dikembangkan diperoleh rata-rata 0,93 dengan kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil uji coba alat diperoleh data yang mudah dibaca dan disimpulkan oleh para peserta didik nantinya sehingga peserta didik dapat mudah memahami hubungan jarak dengan taraf intensitas bunyi dengan baik. Alat praktikum ini sangat layak diterapkan untuk praktikum peserta didik nantinya. Peneliti menyadari masih banyak kekurangan alat praktikum yang dikembangkan. Oleh karena itu, peneliti menerima saran yang sifatnya membangun.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Supardi, S.Si., M.Si. selaku dosen pengampu mata kuliah Pengembangan Piranti Fisika sekaligus dosen pembimbing dalam penelitian ini. Selain itu, kami mengucapkan terima kasih pula kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alfriansa Agustina, Anggara Setya Saputra, Devit Bagus Indranika, Suryoto, Oti Kusumaningsih, Johar Mamuri, & Emiraldo Win Pazqara. (2022). Increasing Digital Literacy in Realizing Golden Indonesia. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 1(10), 2091–2108. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v1i10.1920>
- Anam, K. (2023). *Paling Rendah di ASEAN, Tingkat Literasi Digital RI Cuma 62%*. <https://www.cnbcindonesia.com/tech/20230214171553-37-413790/paling-rendah-di-asean-tingkat-literasi-digital-ri-cuma-62>
- Dinawati, N. C., Safitri, N., Yuliani, H., & Azizah, N. (2022). Pelaksanaan Praktikum Fisika Kelas X Di Smk Muhammadiyah Palangka Raya. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan*

- Fisika*, 6(2), 130–141. <https://doi.org/10.37478/optika.v6i2.1936>
- Eliezanatalie, S., & Deta, U. A. (2023). Needs Analysis of Physics Learning Media Integrated Local Wisdom. *International Journal of Research and Community Empowerment*, 1(2), 39–45. <https://doi.org/10.58706/ijorce.v1n2.p39-45>
- Geladze, D. (2015). *Using the Internet and Computer Technologies in Learning / Teaching Process*. 6(2), 67–70.
- Harwood, S., & Eaves, S. (2020). Conceptualising technology, its development and future: The six genres of technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 160(January), 120174. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120174>
- Legi, H., Damanik, D., & Giban, Y. (2023). Transforming Education Through Technological Innovation In The Face Of The Era Of Society 5.0. *Educenter : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 2(2), 102–108. <https://doi.org/10.55904/educenter.v2i2.822>
- Lestari, S. (2015). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemanfaatan Tik Oleh Guru. *Jurnal Kwangsan*, 3(2), 121. <https://doi.org/10.31800/jurnalkwangsan.v3i2.29>
- Liwun, K. B., Ecing, F. Y., Pora, E. M., Astro, R. B., & Ika, Y. E. (2022). Penentuan Koefisien Tumbukan Menggunakan Aplikasi Phypox. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 17(3), 226. <https://doi.org/10.35580/jspf.v17i3.26878>
- Lumban Gaol, C. A., & Simanjuntak, S. (2023). Analisis Kesulitan Guru Menerapkan Teknologi Dalam Proses Pembelajaran di SD Negeri 08 Bilah Hilir Labuhan Batu T.A 2022/2023. *Journal on Education*, 6(1), 2441–2448. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.3267>
- Malik, R. S. (2018). Educational Challenges in 21St Century and Sustainable Development. *Journal of Sustainable Development Education and Research*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.17509/jsder.v2i1.12266>
- Qomariyah, N., Wirawan, R., Minardi, S., Alaa', S., & Yudi Handayana, I. G. N. (2020). PENDALAMAN KONSEP FISIKA MENGGUNAKAN ALAT PERAGA BERBASIS MIKROKONTROLER PADA SISWA SMA. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(1). <https://doi.org/10.31764/jpmb.v4i1.3225>
- Rahmah, N., Iswadi, Asiah, Hasanuddin, & Syafrianti, D. (2020). Faktor Dan Solusi Terhadap Kendala Praktikum Biologi Di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 5(4), 84–95.
- Retnawati, H. (2016). *Heri Retnawati 9 786021 547984*.
- Suwandi, F. F., Suprpto, E., & Anis, S. (2023). Development of a management guide module for vocational secondary school concrete workshop practical tools and materials. *Journal of Vocational and Career Education*, 8(1), 58–67. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jvce/article/view/49772>
- Torre, L. B. D. La. (2018). Using ADDIE instructional model design in the creation of learning module on purposive communication course. *International Journal of Engineering Research and Reviews*, 6(3), 28–37. www.researchpublish.com
- Tursinawati. (2016). Penguasaan Konsep Hakikat Sains dalam Pelaksanaan Percobaan pada Pembelajaran IPA di SDN Kota Banda Aceh. *Jurnal Pesona Dasar*, 2(4), 72–84.
- Walil, K., Suryawati, I., & Akmal, N. (2021). Practicum-Based Inquiry Learning to Improve Learning Outcome of Students at Senior High School. *Al-Ishlah: Jurnal ...*, 13(2), 1503–1514. <http://journal.staihubbulwathan.id/index.php/alishlah/article/view/741>
- Widya Sari, D. (2022). *Meta-Analysis of the Effect of Using Problem Solving Models To Physics Student Achievement*. 15(4), 260–266.
- Zulfikar, Z., Rustana, C. E., & Indrasari, W. (2020). Pengembangan Alat Pengukur Cepat Rambat Bunyi Menggunakan Sensor Ultrasonik Sebagai Media Pembelajaran *Fisika Sma*. IX, 33–38. <https://doi.org/10.21009/03.snf2020.02.pf.05>