

## Pengembangan Laboratorium Virtual Gelombang Bunyi Berbasis HTML5, CSS, Dan JavaScript

<sup>1</sup>Ahmad Fadli, <sup>2</sup>Ni Nyoman Sri Putu Verawati, <sup>3</sup>Jannatin ‘Ardhuha

<sup>1,2,3</sup>Prodi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Jln. Majapahit No.62, Mataram, NTB, 83125.

Email Korespondensi: [a.fadli230799@gmail.com](mailto:a.fadli230799@gmail.com)

Article Info	Abstract
<p><b>Article History</b>                      Received: 13 August 2022                      Revised: 02 Dec 2022                      Published: 30 Dec 2022</p> <p><b>Keywords</b>                      Virtual laboratory,                      HTML5, CSS, JavaScript,                      sound wave</p>	<p><i>This development research aims to produce and test the validity and practicality of the product in the form of a sound wave virtual laboratory so that it can be used as a learning support. Sound wave is an abstract physics concept. The type of research used in this research is research and development with research design, namely research on the development of 4D models (Define, Design, Develop and Disseminate). The define stage includes initial and final analysis, user analysis and device requirements analysis. The design stage includes the initial design of the virtual laboratory, format selection and design improvements. The develop stage includes product creation, product validation, product revision, limited trials. The disseminate stage is carried out by distributing the virtual laboratory by uploading to the website the sound wave virtual laboratory which is developed based on HTML, CSS, and JavaScript. The validity of the virtual laboratory was calculated using CVI with the acquisition of expert validators and practitioner validators of 0.96 with valid criteria. While the reliability of the virtual laboratory is calculated using the percentage of agreement with the acquisition of expert validators and practitioner validators 92.06% in the reliable category. The results of the practicality of the virtual laboratory based on student responses showed results of 84.38% in the very practical category. Thus the sound wave virtual laboratory based on HTML 5, CSS, and JavaScript is valid and very practical to use to support high school physics learning.</i></p>
Informasi Artikel	Abstrak
<p><b>Sejarah Artikel</b>                      Diterima: 13 Agustus 2022                      Direvisi: 02 Des 2022                      Dipublikasi: 30 Des 2022</p> <p><b>Kata kunci</b>                      Laboratorium virtual,                      HTML5, CSS, JavaScript,                      gelombang bunyi</p>	<p>Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan dan menguji validitas serta kepraktisan produk berupa laboratorium virtual gelombang bunyi agar dapat digunakan sebagai pendukung pembelajaran. Gelombang bunyi merupakan salah satu konsep fisika yang bersifat abstrak. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan dengan desain penelitian yaitu penelitian pengembangan model 4D (<i>Define, Design, Develop dan Disseminate</i>). Tahap <i>define</i> memuat analisis awal-akhir, analisis pengguna dan analisis kebutuhan perangkat. Tahap <i>design</i> memuat desain awal laboratorium virtual, pemilihan format dan perbaikan desain. Tahap <i>develop</i> memuat pembuatan produk, validasi produk, revisi produk, ujicoba terbatas. Tahap <i>disseminate</i> dilakukan penyebaran laboratorium virtual dengan mengunggah ke dalam <i>website</i> Laboratorium virtual gelombang bunyi yang dikembangkan berbasis HTML, CSS, dan JavaScript. Validitas laboratorium virtual dihitung menggunakan CVI dengan perolehan dari validator ahli dan validator praktisi sebesar 0,96 dengan kriteria valid. Sedangkan reliabilitas laboratorium virtual dihitung menggunakan <i>percentage of agreement</i> dengan perolehan dari validator ahli dan validator praktisi 92,06% dengan kategori reliabel. Hasil kepraktisan laboratorium virtual berdasarkan respon siswa menunjukkan hasil 84,38% dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian laboratorium virtual gelombang bunyi berbasis HTML 5, CSS, dan JavaScript valid dan sangat praktis digunakan untuk mendukung pembelajaran fisika SMA.</p>

**Sitasi:** Fadli, A., Verawati, N. N. S. P. & 'Ardhuha, J. (2022). Pengembangan Laboratorium Virtual Gelombang Bunyi Berbasis HTML5, CSS, Dan JavaScript, *Kappa Journal*. Vol. 6 No.2, 195-204.

## PENDAHULUAN

Fisika merupakan mata pelajaran wajib jurusan IPA pada tingkat satuan pendidikan sekolah menengah atas. Fisika juga salah satu mata pelajaran sains yang erat kaitannya dengan konsep ilmiah. Suseno (2014) mengungkapkan ada dua tipe konsep ilmiah yaitu konsep faktual dan konsep teoritis (konsep abstrak). Konsep seperti atom, elektron, listrik, gelombang bunyi, dan sejenisnya termasuk konsep abstrak yang hanya mampu dipelajari dengan kegiatan praktikum. Menurut Gunawan dkk. (2015) mengemukakan kegiatan praktikum fisika dihadapkan pada berbagai masalah, salah satunya pada berbagai konsep fisika yang abstrak karena kesulitan untuk memvisualisasikan atau menampilkan proses fisis secara langsung melalui kegiatan laboratorium yang riil.

Gelombang bunyi merupakan salah satu pokok bahasan fisika yang bersifat abstrak. Istyowati dkk. (2017) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa pokok bahasan gelombang menjadi pokok bahasan yang dianggap sulit untuk dipelajari siswa kelas XI semester 2, kemudian diikuti dengan termodinamika. Sehingga diperlukan media pembelajaran yang mampu mengilustrasikan dan mensimulasikan pokok bahasan gelombang bunyi.

Menurut Dwipangestu dkk. (2018) proses pembelajaran konvensional tentunya belum bisa menyajikan fenomena dan gejala alam fisika yang bersifat abstrak, oleh karena itu pemilihan media yang tepat dapat membantu guru dalam menyampaikan materi pembelajaran dengan baik. Salah satu media pembelajaran yang membantu menyampaikan materi yang bersifat abstrak adalah media berbasis komputer yaitu laboratorium virtual. Yuniarti dkk. (2012) menyatakan bahwa laboratorium virtual dapat digunakan sebagai simulasi percobaan pada pokok bahasan yang bersifat abstrak dan sulit dipahami untuk mengatasi kurangnya sarana, alat dan bahan di laboratorium serta kesulitan memvisualisasikannya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika SMAN 3 Mataram, pembelajaran fisika pernah menggunakan laboratorium virtual PhET Simulation sebagai sarana penyampai materi pembelajaran. Menurut Masita dkk. (2020) PhET Simulation merupakan aplikasi laboratorium virtual yang dibuat oleh Universitas Colorado, Amerika Serikat. PhET Simulation dapat melakukan simulasi dimanapun dan kapanpun melalui komputer atau Smartphone karena bisa diakses secara online maupun *offline*. Ketersediaan alat praktikum di laboratorium fisika SMAN 3 Mataram sudah mencukupi, namun masih kurang untuk KIT (Komponen Instrumen Terpadu) gelombang bunyi hanya tersedia garpu tala saja. Percobaan yang dapat dilakukan pada pokok bahasan gelombang bunyi hanya sebatas demonstrasi resonansi menggunakan garpu tala. Menurut guru fisika SMAN 3 Mataram PhET hanya pernah digunakan pada pokok bahasan fluida dinamis saja dan tidak pernah untuk pokok bahasan gelombang bunyi, selain itu siswa mengalami kesulitan memanipulasi variabel pada PhET, sehingga pembelajaran menggunakan PhET masih belum efektif. Menurut guru fisika SMAN 3 Mataram media pembelajaran berbasis komputer sangat diperlukan pada pokok bahasan gelombang bunyi karena terbatasnya alat praktikum gelombang bunyi. Terkait kondisi ini diperlukan alternatif untuk melakukan praktikum pada pokok bahasan gelombang bunyi seperti cepat rambat bunyi maupun azas Doppler.

Menurut Anam (2016) dalam proses belajar mengajar, terdapat dua unsur penting yang harus diperhatikan, yakni model pembelajaran dan media pembelajaran. Gelombang bunyi merupakan pokok bahasan fisika yang memerlukan visualisasi dan simulasi dalam proses pembelajaran, sebagai alternatif untuk memvisualisasikan gelombang bunyi dapat menggunakan laboratorium virtual. Definisi Laboratorium virtual menurut Wibawanto (2020) adalah perangkat lunak multisensori yang memiliki interaktivitas untuk mensimulasikan dan memvisualisasikan praktikum-praktikum tertentu dengan mereplikasi laboratorium

konvensional. Sejalan dengan itu penelitian yang dilakukan oleh Luki dkk. (2017) menunjukkan bahwa nilai rata-rata respon siswa 95,37% yang termasuk kategori sangat baik menunjukkan bahwa adanya ketertarikan siswa dalam menggunakan laboratorium virtual sebagai penunjang proses pembelajaran. Hermansyah dkk. (2015) mengemukakan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa pada pokok bahasan getaran dan gelombang, sehingga dapat dikatakan bahwa selain dapat membantu proses belajar, laboratorium virtual juga harus menarik perhatian siswa.

Struktur penyusun laboratorium virtual yang banyak digunakan adalah laboratorium virtual berbasis web. Menurut Setiawan dkk. (2019) penyusunan sebuah web memerlukan bahasa markup *Hypertext Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheet* (CSS), Hypertext Preprocessor (PHP), JavaScript, dan lain-lain. HTML5 merupakan generasi kelima dari bahasa pemrograman HTML. Wibawanto (2020) menjelaskan bahwa HTML5 merupakan sebuah bahasa pemrograman untuk membuat stuktur dan menampilkan sebuah tampilan web, yang merupakan elemen utama dari internet. HTML5 akan digunakan sebagai program penyusun untuk membuka laboratorium virtual. Pengembangan laboratorium virtual sangat penting memperhatikan visual dan interaktivitas, oleh karena itu dibutuhkan dua bahasa pemrograman lagi yaitu CSS dan JavaScript. Menurut Muslim dan Dayana (2016) CSS (*Cascading Style Sheets*) adalah bahasa pemrograman yang berisi rangkaian intruksi untuk menentukan bagaimana suatu teks akan tertampil di halaman web. Sedangkan JavaScript digunakan untuk menambahkan interaktivitas pada web. Definisi JavaScript menurut Binarso dkk. (2012) adalah bahasa pemrograman yang berbentuk kumpulan script yang fungsinya digunakan untuk menambahkan interaksi antara halaman web dengan pengunjung halaman web.

Menurut Gunawan dkk. (2015) laboratorium virtual dapat digunakan untuk mendukung system praktikum yang berjalan secara konvensional. Namun, kurangnya KIT di laboratorium fisika membuat guru fisika harus melakukan inovasi agar tetap terlaksananya praktikum secara konvensional. Salah satunya dengan penggunaan laboratorium virtual. Manihuruk dan Ginting (2021) mengemukakan penggunaan laboratorium virtual pada pokok bahasan abstrak seperti gelombang bunyi mampu menarik perhatian siswa dan motivasi belajar siswa.

Selama ini pembelajaran menggunakan laboratorium virtual pada pokok bahasan gelombang bunyi jarang digunakan sebagai salah satu media untuk menunjang proses pembelajaran. McDermott (1990) mengemukakan kurangnya persiapan, antusiasme dan percaya diri seorang guru mengakibatkan ketidaksukaan siswa dalam belajar sains terutama fisika. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka peneliti tertarik mengembangkan laboratorium virtual gelombang bunyi berbasis HTML5, CSS, dan JavaScript sebagai salah satu media untuk mendukung pembelajaran fisika SMA..

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada Thiagarajan (1974) yaitu model 4D (*four D Models*) yang terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Tahap *define* mencakup lima langkah pokok, yaitu analisis awal-akhir, analisis pengguna dan analisis kebutuhan perangkat. Tahap *design* memuat tiga langkah yaitu membuat desain awal laboratorium virtual, pemilihan format laboratorium virtual dan perbaikan desain laboratorium virtual. Tahap *develop* dilakukan pembuatan produk kemudian melakukan validasi produk, revisi produk, ujicoba terbatas. Tahap *disseminate* dilakukan dengan menyebarkan laboratorium virtual yang dibuat kepada guru fisika agar diterapkan pada pembelajaran, selain itu pada tahap ini juga dilakukan pengemasan laboratorium virtual dalam sebuah *website* yang dapat diakses oleh siapa pun khususnya guru mata pelajaran secara *online*. Data pada penelitian ada dua yaitu data

kualitatif yang diperoleh dari hasil validasi berupa komentar dan saran dan data kuantitatif yang diperoleh dari hasil validasi dan respon peserta didik. Analisis validitas laboratorium virtual menggunakan CVR (*Content Validity Ratio*) dan CVI (*Content Validity Index*) yang dikembangkan oleh Lawhse (1975)

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

$$CVI = \frac{\text{Jumlah seluruh CVR}}{\text{Jumlah butir item}}$$

$n_e$  merupakan jumlah validator yang setuju sedangkan  $N$  adalah jumlah total validator. Kategori hasil perhitungan CVI berdasarkan Lawhse (1975) dan Polit & Back (2006) sebagai berikut.

Tabel 1. Kategori penilaian CVI

Nilai CVI	Kriteria
$-1 \leq CVI < 0$	Tidak Valid
$0 \leq CVI < 0,83$	Cukup Valid
$CVI \geq 0,83$	Valid

Laboratorium virtual gelombang bunyi dikatakan valid apabila nilai  $CVI \geq 0,83$ .

Tingkat persetujuan antar validator menurut Borich (dalam Arsanty dkk. 2017) dapat dihitung menggunakan persamaan *percentage of agreement* (PA), ditulis sebagai

$$PA = \left(1 - \frac{A - B}{A + B}\right) \times 100\%$$

A merupakan skor validator yang lebih tinggi sedangkan B adalah skor validator yang lebih rendah. Apabila nilai *percentage of agreement*  $\geq 75\%$  maka laboratorium virtual gelombang bunyi dapat dikatakan reliabel.

Analisis respon siswa dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{A}{N} \times 100\%$$

P merupakan persentase respon siswa, A merupakan jumlah skor responden dan N merupakan jumlah skor maksimal. Adapun kriteria persentase respon siswa adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria kepraktisan

Persentase (%)	Kriteria
0 – 10	Tidak praktis
11 – 40	Kurang praktis
41 – 60	Praktis
61 – 100	Sangat praktis

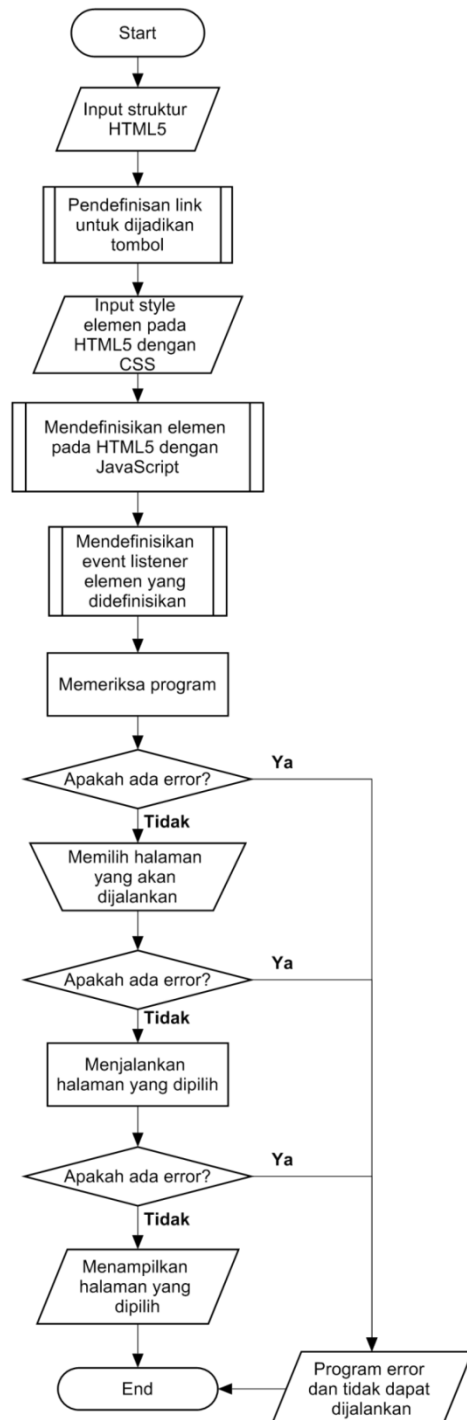
(Jasmadi, 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

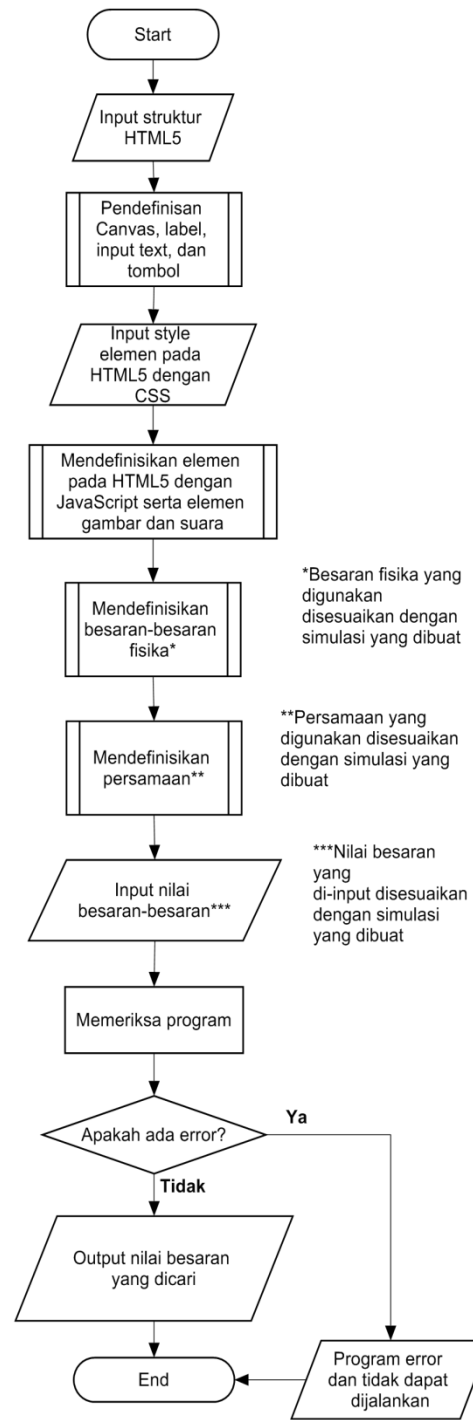
*Define* merupakan tahap awal yang bertujuan untuk menetapkan permasalahan dan mengetahui tujuan pengembangan laboratorium virtual. Analisis awal-akhir bertujuan untuk mengkaji permasalahan yang dihadapi saat melaksanakan kegiatan pembelajaran fisika di kelas dengan cara memwawancarai guru fisika SMAN 3 Mataram terkait penggunaan media pembelajaran pada pokok bahasan gelombang bunyi. Adapun media pembelajaran yang sering digunakan adalah dengan alat sederhana dan terbatas hanya untuk sub pokok bahasan resonansi, selain itu guru fisika SMAN 3 Mataram tidak pernah menggunakan laboratorium virtual untuk pokok bahasan gelombang bunyi. Analisis pengguna dilakukan untuk mengetahui siapa yang akan menggunakan laboratorium virtual nantinya. Sasaran pengguna

dari pengembangan laboratorium virtual gelombang bunyi adalah guru fisika dan siswa SMA. Materi yang termuat dalam laboratorium virtual disusun berdasarkan pada kompetensi dasar dalam kurikulum fisika SMA yang berlaku. Analisis kebutuhan perangkat dilakukan untuk mengetahui perangkat lunak dan keras apa saja yang dapat mendukung pengembangan laboratorium virtual gelombang bunyi. Perangkat lunak yang mendukung pengembangan laboratorium virtual adalah browser seperti google chrome, mozilla firefox, dan lain-lain serta perangkat keras yang dibutuhkan adalah *smartphone* android dan komputer atau laptop.

*Design* berisi kegiatan untuk membuat rancangan terhadap produk yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil analisis awal-akhir, maka dibuatlah desain produk awal laboratorium virtual berupa sketsa kasar yang meliputi tampilan, menu, dan sub-materi yang akan disimulasikan.



Gambar 1. Flowchart user *interface*.



Gambar 2. Flowchart rancangan simulasi.



Laboratorium virtual gelombang bunyi dibuat dengan bahasa pemrograman HTML5, CSS, dan JavaScript ditampilkan dengan cara disisipkan melalui sebuah *website* yang terdiri atas lima bagian utama yaitu halaman awal, menu, materi, simulasi, praktikum, dan evaluasi. Pada tahap ini desain media laboratorium virtual yang sudah disempurnakan mulai disusun menggunakan alur penulisan program (*flowchart*). *Flowchart* yang digunakan dalam pembuatan laboratorium virtual terdiri dari dua *flowchart* yaitu pembuatan *user interface* dan pembuatan simulasi. Kedua *flowchart* tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

*Develop* berisi kegiatan membuat rancangan menjadi produk dan pengujian produk. Tahap pembuatan produk meliputi *coding* dan *deploy*. Tahap *coding* adalah tahap penulisan *script* yang digunakan untuk mengembangkan media. Tahap *deploy* adalah tahap pengunggahan *coding* laboratorium virtual dan sudah dapat digunakan oleh pengguna. Pengujian pertama dilakukan validasi untuk mengetahui validitas dan reliabilitas produk. Validasi dilakukan oleh tiga dosen sebagai validator ahli dan tiga guru sebagai validator praktisi. Hasil perhitungan validitas laboratorium virtual dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan validitas laboratorium virtual

Aspek Penilaian	Pernyataan	CVR	CVI	Kategori
Visual	Pemilihan warna, teks, gambar, dan animasi menarik	1		
	Gambar terlihat dengan jelas	1		
	Tata letak teks, gambar, dan tombol tepat	1		
Tipografi	Jenis huruf mudah dibaca	1		
	Ukuran huruf sudah sesuai	1		
Bahasa	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	1		
Petunjuk	Petunjuk yang ada pada laboratorium virtual	1		
Simulasi	mudah dipahami oleh siswa SMA	1		
	Bahasa yang digunakan tidak ambigu	1		
Simulasi	Efek <i>button*</i> , <i>slider**</i> , <i>text input***</i> , transisi gambar, dan gerak objek sangat menarik	1		
	Pengaturan slider dan text input sesuai dengan nilai besaran yang digunakan	1		
	Pengaturan gerak objek sesuai dengan teori.	1	0,96	Valid
Materi	Materi sesuai dengan isi silabus	0,66		
	Materi sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi	0,66		
	Materi disajikan dengan benar	1		
	Materi disajikan secara menarik	1		
	Sistematika penyajian materi disajikan secara runtut	1		
Fungsi dan Manfaat	Memperjelas dan mempermudah penyampaian materi pelajaran	1		
	Membantu meningkatkan penguasaan siswa pada pokok bahasan gelombang bunyi	1		
	membantu memvisualisasikan dan mengilustrasikan gelombang bunyi	1		

Berdasarkan Tabel 3 nilai CVI lebih besar daripada 0,83 sehingga laboratorium virtual dapat dikatakan valid. Penilaian validator pada aspek visual dan simulasi dinilai valid, hal ini karena tampilan dan simulasi dari laboratorium virtual yang dikembangkan sudah menarik dan interaktif. Menurut Jasmadi (2018) stimulus yang berupa gambar dinamis (animasi), variasi warna, dan bunyi atau suara-suara yang direkam ke dalam program dapat membangkitkan motivasi belajar siswa. Media pembelajaran yang memiliki tampilan menarik

dan komponen pendukung seperti animasi dan suara mampu meningkatkan semangat belajar siswa. Penilaian pada aspek materi masih rendah karena belum memuat kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi. Menurut Nurrita (2018) media pembelajaran yang baik tidak hanya dilihat dari penampilan tetapi dilihat juga dari segi materi media tersebut, sehingga materi pada laboratorium virtual perlu ditambahkan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi agar pengguna mengetahui tujuan dari pembelajaran.

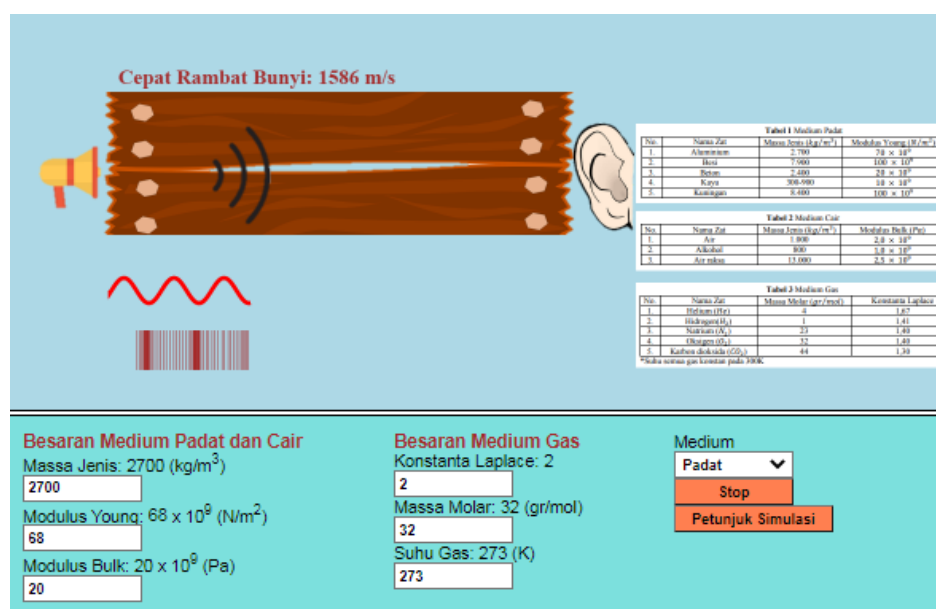
Reliabilitas pada penelitian ini mengandung arti bahwa hasil validasi memiliki konsistensi antar validator. Berdasarkan hasil perhitungan *Percentge of Agreement* (PA) dari validator ahli dan validator praktisi sebesar 92,06% dengan kategori reliabel. Sebagian besar hasil validasi laboratorium virtual, konsistensi antar validator sudah lebih dari 75%, hal ini karena laboratorium virtual yang dikembangkan sudah menarik dan dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Validator juga memberikan komentar dan saran untuk perbaikan laboratorium virtual dan hasil perbaikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 3. Tampilan halaman awal laboratorium virtual.



Gambar 4. Tampilan halaman menu laboratorium virtual.



Gambar 5. Tampilan halaman simulasi cepat rambat gelombang bunyi.

Angket respon laboratorium virtual diberikan kepada 18 siswa kelas XI SMAN 3 Mataram yang telah mendapatkan materi gelombang bunyi dengan tujuan untuk mengetahui kepraktisan laboratorium virtual yang telah dikembangkan. Hasil perhitungan kepraktisan laboratorium virtual dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil perhitungan kepraktisan laboratorium virtual

Jumlah Responden	Rata-rata jumlah skor responden	Jumlah skor maksimal	Persentase Respon (%)	Kriteria
18	40,5	48	84,38	Sangat Praktis

Hasil analisis angket respon siswa pada Tabel 4 menunjukkan rata-rata persentase sebesar 84,38% sehingga dapat dikategorikan sebagai sangat praktis, hal ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual gelombang bunyi mendapat respon positif dari siswa. Tanggapan siswa menyatakan bahwa laboratorium virtual gelombang bunyi dari segi desain sudah dan menarik. Siswa juga mengungkapkan bahwa laboratorium virtual gelombang bunyi membantu memahami kembali materi gelombang bunyi yang sudah didapatkan, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jasmadi (2018) bahwa penggunaan media *virtual laboratory* menarik bagi siswa atau berdampak positif dan memberikan semangat belajar sehingga berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Ketersediaan petunjuk praktikum pada laboratorium virtual sangat membantu siswa dalam menggunakan laboratorium virtual, oleh sebab itu pada laboratorium virtual gelombang bunyi untuk setiap simulasi disediakan petunjuk penggunaan. Sejalan dengan itu, Lesmono, dkk. (2012) menyatakan bahwa penggunaan petunjuk laboratorium virtual (*virtual laboratory*) berbasis praktikum fisika membuat siswa termotivasi.

Tahap *disseminate* merupakan tahap akhir dalam penelitian ini. Laboratorium virtual gelombang bunyi yang telah dikembangkan dikemas dalam sebuah website yang dapat diakses oleh siapa pun secara online. Tahap penyebarluasan pengembangan laboratorium virtual gelombang bunyi telah diunggah dan dapat diakses secara online, berikut tampilan web dan alamat website laboratorium virtual gelombang bunyi, yaitu <https://virtuallabgelombangbunyi.000webhostapp.com/>



## KESIMPULAN

Laboratorium virtual gelombang bunyi berbasis HTML5, CSS, dan JavaScript telah dibuat dengan mengikuti model penelitian pengembangan 4D melalui tahap pendefinisian, tahap perencanaan, tahap pengembangan, dan tahap penyebarluasan. Laboratorium virtual gelombang bunyi berbasis HTML5, CSS, dan JavaScript yang dibuat valid dan reliabel berdasarkan validasi oleh validator ahli dan validator praktisi. Laboratorium virtual gelombang bunyi berbasis HTML5, CSS, dan JavaScript yang dibuat dikategorikan sangat praktis berdasarkan respon siswa.

## SARAN

Pembuatan simulasi pada laboratorium virtual gelombang bunyi sebaiknya disesuaikan dengan teori dan visual yang sudah ada agar tidak menghilangkan ciri khas dari gelombang longitudinal. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan agar lebih memahami bahasa pemrograman agar laboratorium virtual yang dihasilkan lebih menarik. Apabila memungkinkan, sebaiknya laboratorium virtual dilakukan uji coba untuk mengukur kemampuan siswa, misalnya kemampuan proses sains.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada FKIP Universitas Mataram serta guru dan siswa SMAN 3 Mataram yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anam, K. (2016). *Pembelajaran Berbasis Inkuiri: Metode dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Arsanty, V., N. & Wiyatmo, Y. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Model Pembelajaran STS dalam Peningkatan Penguasaan Materi dan Pencapaian Kreativitas Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6 (1), 23-32.
- Binarso, Y. A., Sarwoko, E, A. & Bahtiar, N. (2012). Pembangunan Sistem Informasi Alumni Berbasis Web Pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Diponegoro. *Journal of Informatic and Technology*, 1 (1), 72-84.
- Dwipangestu, R., Mayub, A. & Rohadi, N. (2018). Pengembangan Desain Media Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Video Pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1 (1), 48-55.
- Gunawan, G., Harjono, A. & Sahidu, H. (2015). Studi Pendahuluan Pada Upaya Pengembangan Laboratorium Virtual Bagi Calon Guru Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1 (2), 140-145.
- Hermansyah, H., Gunawan, G. & Herayanti, Lovy. (2015). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Getaran Dan Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1 (2), 97-102.
- Istyowati, A., Kusairi, S. & Handayanto, K., S. (2017). Analisis Pembelajaran dan Kesulitan Siswa SMA Kelas XI Terhadap Penguasaan Konsep Fisika. In *Biologi, Pembelajaran, dan Lingkungan Hidup Perspektif Interdisipliner* (pp. 237-243). Malang, Indonesia: Prodi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Jasmadi, J. (2018). Penggunaan Media Virtual Laboratory Dalam Pembelajaran Konsep Optik Geometri di SMK Kesehatan Asy-Syifa School banda Aceh. *Skripsi*. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

- Lawhse, C. H. (1975). A Quantitive Approach to Content Validity. *Journal Personnel Phsycology*, pp. 536-575.
- Lesmono, D. A., Wahyuni, S. & Fitria, S. (2012). Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisika Berbasis Laboratorium Virtual (*Virtual Laboratory*) Pada Pembelajaran Fisika di SMP/MTs. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1, (3), 272-277.
- Luki, N. & Kustijono, R. (2017). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Algodoo Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(3), 67-75.
- Manihuruk, E. & Ginting, E. M. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Inquiry Training Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap hasil Belajar Siswa Pada Materi Gelombang Bunyi di Kelas XI Semester II SMA Negeri 7 Medan T.P 2018/2019. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 9 (3), 10-16.
- Masita, I. S., Donuata, B. P., Agustinus A. E. & Rusdin, E. M. (2020). Penggunaan PhET Simulation Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5 (2), 136-141.
- McDermott, L. C. (1990). A Perspective on Teacher Preparation in Physics and Other Sciences. *American Journal of Physics*, 58 (8), 734-742.
- Muslim, B. & Dayana, L. (2016). Sistem Informasi Peraturan Daerah (Perda) Kota Pagar Alam Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Betrik*, 7(01), 36-49.
- Nurdiyanto, R., Malik, E., Febriani, F. & Pujianto, P. (2021). Pengembangan Virtual Lab Gelombang Cahaya Untuk Pembelajaran Aktif Dan Kemandirian Belajar Di Era *New Normal*. *Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional 2021*, pp. 1-14.
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Misykat*, 3(1), 171-187.
- Polit, D. F. & Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 29 (5): 489-97.
- Setiawan, A. A., Lumenta, A. & Sompie, S. (2019). Racangan Bangun Aplikasi Unsrat E-Catalog. *Jurnal Teknik Informatika*, 14(4), 1-9.
- Sofi'ah, S., Sugianto, S. & Sugiyanto, S. (2017). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis VRML (*Virtual Reality Modelling Language*) Pada Materi Teori Kinetik Gas. *Unnes Physics Education Journal*, 6 (1), 82-90.
- Suseno, Nyoto. (2014). Pemetaan Analogi Pada Konsep Abstrak Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(2), 1-10.
- Thiagarajan, T., Sivasailam, And Others. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Bloomington: Indiana University.
- Wibawanto, W. (2020). *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika*. Semarang: Penerbit LPPM UNNES.
- Yuniarti, F., Dewi, P & Susanti, R. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. *Unnes Journal of Biology Education*, 1(1), 58-86.