



Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik

¹Dominika Yonavista Bogar*, ¹Adi Jufriansah*, ¹Erwin Prasetyo

Corresponding Author: [*saompu@gmail.com](mailto:saompu@gmail.com)

¹ Universitas Muhammadiyah Maumere (UMMU), Sikka, Indonesia

Abstrak

Pembelajaran fisika merupakan pelajaran dalam rumpun IPA dengan memberikan pengalaman dalam meningkatkan pengetahuan, kompetensi serta sikap percaya diri siswa supaya bisa memahami serta menjelajahi lingkungan sekitar secara objektif. Keterampilan pelajaran IPA dilatih melalui kegiatan praktikum yang menjadikan teknik pelajaran bagi guru dalam membantu peserta didik menguasai mata pelajaran fisika. Ada beberapa hambatan yang dialami guru maupun peserta didik saat melaksanakan praktikum, yakni keterbatasan waktu, laboratorium yang kurang memadai, serta faktor keamanan. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibutuhkan guru yang kreativitas dalam mewujudkan pembelajaran yang dilaksanakan pada laboratorium nyata yaitu menggunakan pembelajaran berbasis laboratorium virtual. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran serta dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik yang berbasis virtual laboratory. Tipe penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) mengacu pada model 4-D. Hasil dari penelitian diperoleh 1) media pembelajaran berbasis laboratorium virtual secara keseluruhan berkualitas baik dan layak diterapkan pada proses pembelajaran, 2) media pembelajaran yang dikembangkan sudah diimplementasi melalui instrumen tes hasil belajar kognitif dari kategori tidak tuntas 6,6% dan kategori tuntas 93,3% sehingga skor persentase hasil belajar peserta didik kelas XI IPA yaitu 99,9%.

Kata kunci: Hasil belajar, Media pembelajaran, Virtual laboratory

Pendahuluan

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 menjelaskan sistem pendidikan nasional yang tercantum pada tujuan pendidikan, yaitu agar dapat berkembangnya potensi peserta didik. Dengan adanya tujuan pendidikan nasional, pemerintah berupaya untuk meningkatkan pendidikan dengan melakukan penyempurnaan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) menjadi Kurikulum 2013. Konsep pembelajaran Kurikulum 2013 yaitu kegiatan belajar lebih mengacu kepada peserta didik, artinya dalam mengikuti pembelajaran peserta didik dituntut untuk lebih dinamis serta menciptakan inovasi dalam pembelajaran di kelas [1].

Pelajaran fisika merupakan mata pelajaran dalam rumpun eksakta yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir analitis induktif dan deduktif dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam serta dapat mengembangkan pengetahuan, keterampilan serta sikap percaya diri. Tujuan pembelajaran fisika yang tertuang dalam Kurikulum 2013 yaitu peserta didik dapat menguasai konsep, prinsip, dan keterampilan untuk mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi, serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi [2].

Pembelajaran fisika di abad ke-21 yang dikenal sebagai abad teknologi, menuntut guru memiliki keterampilan mengajar dengan memanfaatkan teknologi [3]. Fisika merupakan pelajaran yang mendasari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Guru-guru sains telah mulai menggunakan

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam proses pembelajaran, baik di kelas maupun di laboratorium [4].

Proses pembelajaran ilmu fisika menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung kepada peserta didik dengan melakukan kegiatan praktikum agar dapat mengembangkan kompetensi serta mampu memahami dan menjelajahi lingkungan sekitar secara objektif [5]. Kegiatan praktikum merupakan salah satu metode yang digunakan oleh guru dalam mendidik peserta didik untuk menguasai konsep, prinsip serta dapat memahami ilmu fisika. Dalam melaksanakan kegiatan praktikum, terdapat kendala yang dialami guru maupun peserta didik yang menyebabkan penguasaan konsep peserta didik menjadi rendah diantaranya keterbatasan waktu, faktor keamanan, serta laboratorium yang kurang memadai sehingga perlu dilakukan pengembangan media pembelajaran agar lebih efektif dan efisien [6],[7].

Salah satu upaya untuk mengatasi kendala tersebut adalah pemanfaatan teknologi komputer dalam pembelajaran fisika modern yaitu pengembangan laboratorium virtual. Dengan cara ini, guru perlu kreatif dan berupaya untuk meningkatkan kualitas belajar peserta didik dalam mewujudkan pembelajaran serta dilakukan pengembangan media pembelajaran berupa silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), bahan ajar, dan instrumen tes kognitif. Upaya pengembangan penggunaan teknologi informasi yang diteliti saat ini yaitu Laboratorium Virtual [8].

Laboratorium Virtual adalah serangkaian perangkat lunak (software) yang digunakan untuk menciptakan inovasi pembelajaran di laboratorium. Perangkat lunak tersebut dapat diaplikasikan secara efisien pada handphone android [9],[10]. Kegiatan praktikum menggunakan Laboratorium Virtual dapat meningkatkan motivasi peserta didik serta lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran dan dijadikan alternatif pelaksanaan praktikum nyata yang sulit dilakukan secara langsung karena keterbatasan alat atau materi yang dipraktikkan bersifat abstrak [11]. Aplikasi teknologi yang digunakan dalam proses pengembangan laboratorium virtual salah satunya adalah PhET (Physics Education Technology) agar membantu peserta didik dalam menguasai teori eksperimen pelajaran fisika dengan simulasi. Simulasi PhET dibuat dalam bentuk java serta menyediakan berbagai macam praktikum yang dapat dijalankan langsung dari browser [12].

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di SMA Negeri 1 Nita, Sikka, Nusa Tenggara Timur terhadap guru fisika dan peserta didik kelas XI, bahwa banyak peserta didik yang belum memahami kegiatan eksperimen berbasis laboratorium virtual yang menggunakan aplikasi PhET Simulation, karena selama pembelajaran fisika para guru dan peserta didik kurang melaksanakan kegiatan praktikum di laboratorium yang sebagian besar peralatan laboratorium kurang memadai serta belum pernah menggunakan aplikasi PhET Simulation. Dari permasalahan diatas, maka peneliti perlu mengembangkan media pembelajaran berbasis laboratorium virtual untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan media pembelajaran laboratorium virtual untuk mengetahui tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan serta mengimplementasikan pembelajaran laboratorium virtual pada materi gelombang bunyi untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Metode

A. Konteks dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertempat di SMA Negeri 1 Nita yang dilaksanakan pada tanggal 27 Februari sampai 11 Maret 2023 dengan subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA yang berjumlah 30 orang. Penelitian ini menggunakan pengembangan (R&D) [13], dengan model 4-D. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah menghasilkan media pembelajaran berbasis virtual laboratory dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Rancangan penelitian pengembangan mencakup *define*, *design*, *develop*, dan *desseminate*. Secara lengkap disajikan pada Fig. 1.

Define	Design	Develop	Desseminate
<ul style="list-style-type: none"> • Analisis Awal • Analisis Peserta Didik • Analisis Materi • Analisis Konsep • Spesifikasi Tujuan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemilihan Media • Pemilihan Format • Rancangan Awal 	<ul style="list-style-type: none"> • Validasi • Revisi • Uji Coba Terbatas 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemanfaatan media di sekolah

Fig. 1. Tahapan Penelitian dengan Model 4-D

Penelitian ini menggunakan data deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh dari hasil penilaian validasi, penilaian angket respon dan tes hasil belajar sedangkan data kualitatif diperoleh dari saran dan komentar yang diberikan oleh responden. Data penelitian diperoleh dari hasil observasi dan wawancara, instrumen validasi media pembelajaran, instrumen kepraktisan, dan instrumen efektivitas produk yang diadopsi dari penelitian yang dilakukan oleh [6]. Kegiatan observasi dan wawancara dilakukan secara langsung untuk mengenal dan memperoleh gambar nyata tentang proses pembelajaran dan komponen yang berlaku di sekolah. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara diperoleh informasi mengenai kegiatan pembelajaran peserta didik belum menggunakan laboratorium virtual berupa aplikasi PhET Simulation, kurikulum yang digunakan yaitu Kurikulum 2013, serta perangkat pembelajaran berupa bahan ajar dan LKPD diambil dari buku-buku paket yang tersedia di perpustakaan.

Kegiatan untuk mengetahui kepraktisan media pembelajaran yaitu dilakukan penyebaran angket respon untuk mengetahui minat peserta didik terhadap pembelajaran fisika pada materi gelombang bunyi dengan menggunakan pembelajaran berbasis laboratorium virtual. Sedangkan, untuk mengetahui kegiatan efektivitas yaitu melakukan tes hasil belajar kognitif terhadap peserta didik.

B. Teknik analisis data

1. Kevalidan

Validasi media pembelajaran dilakukan oleh dua ahli yaitu ahli materi untuk mengetahui bagaimana pendapat validator mengenai perangkat pembelajaran yang dihasilkan. Data yang diperoleh dari hasil validasi berupa data kualitatif yaitu diperoleh dari saran dan komentar validator, sedangkan data kuantitatif diperoleh dari aspek penilaian menggunakan check-list

sesuai dengan kriteria penilaian. Data kuantitatif dapat dianalisis menggunakan data persentase yang disajikan dalam persamaan (1) (Sukardi, 2012).

$$P = \frac{n}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Data persentase telah didapatkan dari persamaan (1) kemudian diubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan kriteria penilaian yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validasi Media Pembelajaran

Persentase (%)	Kriteria
86-100	Sangat Valid
76-85	Valid
60-75	Cukup Valid
≤54	Sangat Tidak Valid

2. Kepraktisan

Uji kepraktisan media berbasis virtual laboratory dapat diukur melalui angket respon peserta didik menggunakan PhET Simulation. Angket respon peserta didik dapat dianalisis menggunakan skala likert. Skala likert atau Likert Scale adalah skala penelitian yang digunakan untuk mengukur sikap dan pendapat. Dengan menggunakan skala likert, responden diminta untuk melengkapi angket yang mengharuskan peserta didik untuk menunjukkan tingkat persetujuannya terhadap serangkaian pertanyaan. Tingkat persetujuan yang dimaksud dalam skala likert ini terdiri dari 4 pilihan skala yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Skala Likert

Keterangan	Skor
Sangat setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak setuju (TS)	2
Sangat tidak setuju (STS)	1

Data yang diperoleh melalui angket dapat dianalisis menggunakan rumus persentase untuk menghitung setiap respon peserta didik yang disajikan pada persamaan (1). Data persentase telah didapatkan dari persamaan (2) kemudian diubah menjadi data kualitatif dengan menggunakan kriteria penilaian yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Penilaian Kepraktisan

Persentase (%)	Kriteria
86-100	Sangat Praktis
76-85	Praktis
60-75	Cukup Praktis
≤54	Sangat Tidak Praktis

3. Keefektivan

Kegiatan efektifitas dapat dilakukan saat uji coba lapangan yaitu peneliti menggunakan instrumen tes hasil belajar kognitif untuk mengetahui tingkat belajar peserta didik. Data hasil belajar peserta didik yang terkumpul, kemudian dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Untuk mendeskripsikan ketuntasan hasil belajar peserta didik setelah melakukan tes dengan menggunakan instrumen tes yang telah dikembangkan yaitu membuat tabel distribusi, menghitung rata-rata, menghitung persentase serta menggunakan kriteria penilaian keefektifan yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Penilaian Keefektifan

Persentase (%)	Kriteria
86-100	Sangat Efektif
76-85	Efektif
60-75	Cukup Efektif
≤54	Sangat Tidak Efektif

Hasil dan Pembahasan

A. Tahap pendefinisian

Tahap pendefinisian merupakan kegiatan langkah awal untuk menjangkau data mengenai kebutuhan pembelajaran yang bertujuan menentukan dan mendefinisikan syarat. Kegiatan analisis awal dilakukan melalui kegiatan observasi dan wawancara secara langsung atau terbuka untuk mengetahui masalah yang dihadapi pada saat pembelajaran. Guru fisika dijadikan sebagai objek wawancara yang menyatakan bahwa mereka hanya menggunakan metode ceramah dengan bantuan media powerpoint, buku ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang tersedia di perpustakaan digunakan untuk mengajar mata pelajaran fisika. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara khususnya mata pelajaran fisika pada materi gelombang bunyi diperoleh bahwa tidak ada pelaksanaan kegiatan praktikum di laboratorium maupun menggunakan laboratorium virtual dalam pembelajaran.

Hasil pengamatan terhadap peserta didik kelas XII IPA, peneliti menemukan kendala yaitu dalam pelajaran fisika belum melaksanakan praktikum di laboratorium karena kekurangan ruang dan alat pendukung yang menyebabkan peserta didik merasa jenuh dan bosan mengikuti pelajaran fisika. Oleh karena itu, diperlukan format media khusus yang dapat mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran dan meningkatkan hasil belajar yaitu menggunakan media laboratorium virtual berupa aplikasi PhET Simulation.

B. Tahap perancangan

Tahap perancangan desain ini memiliki beberapa tahap untuk mendesain produk yang dikembangkan yaitu pemilihan media, pemilihan format, dan perancangan awal media pembelajaran. Media yang digunakan untuk mengatasi masalah keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium agar peserta didik tetap melaksanakan praktikum yaitu menggunakan media laboratorium virtual berupa aplikasi PhET Simulation.

Hasil dari pemilihan media yaitu peneliti menentukan media pembelajaran yang sesuai dengan analisis peserta didik, analisis konsep, dan analisis materi. Peneliti menggunakan bahan ajar dan LKPD dengan aplikasi PhET Simulation untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar. Hasil dari pemilihan format yaitu melakukan desain media pembelajaran yang dibuat menarik dengan pemilihan warna, bentuk dan ukuran penulis berupa bahan ajar dan LKPD. Hasil dari perancangan awal media pembelajaran yaitu peneliti merancang media pembelajaran fisika yang dikembangkan dengan menggunakan aplikasi PhET Simulation berupa bahan ajar dan LKPD dengan cakupan materi gelombang bunyi yang terdiri dari beberapa bagian utama yaitu Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD), tujuan, materi, kegiatan praktikum, kuis, dan pustaka.

C. Tahap pengembangan

Tahapan ini merupakan lanjutan dari tahap perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Ditahap ini peneliti melakukan uji validasi perangkat pembelajaran oleh dua ahli validator dan satu guru fisika menggunakan instrumen penilaian. Jika penilaian validator menunjukkan beberapa kategori rendah, maka dilakukan revisi sesuai saran dari ahli validator. Sesudah revisi dan dinyatakan baik, sehingga langsung dilakukan uji produk pada peserta didik. Berikut hasil penilaian media pembelajaran yang disajikan pada Fig. 2.

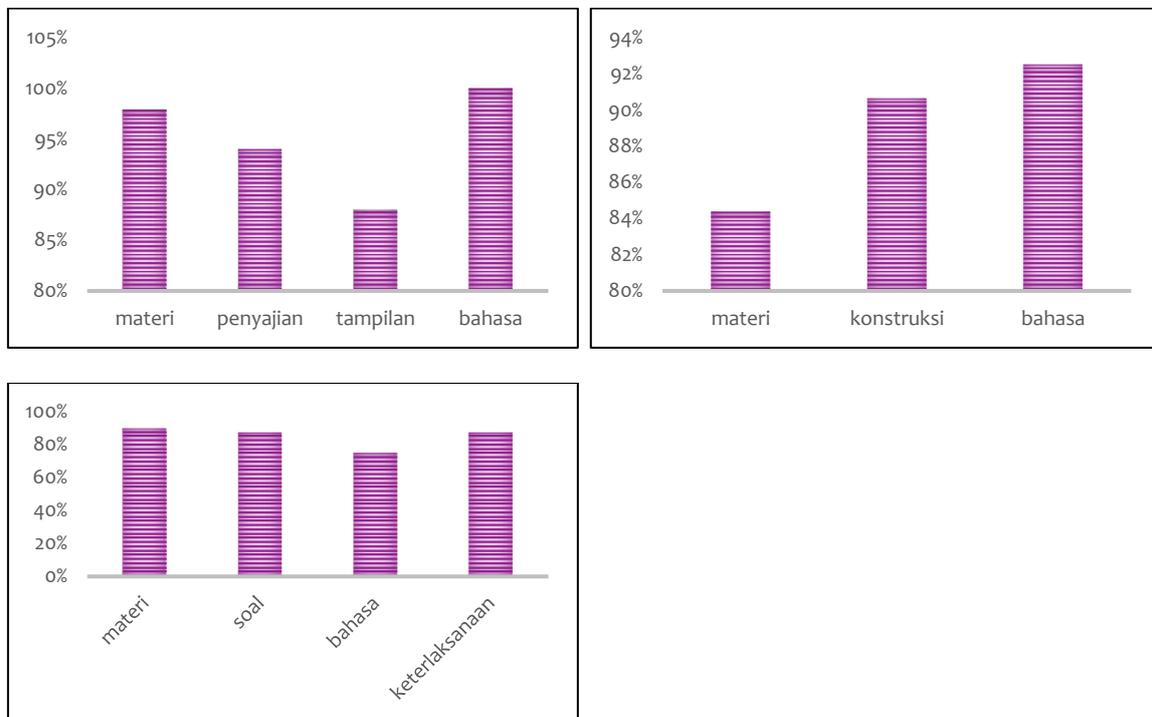


Fig. 2. Analisis kevalidan: Bahan ajar, LKPD, dan THB

Kriteria penilaian kepraktisan media pembelajaran peneliti menggunakan angket respon peserta didik menggunakan PhET Simulation pada materi bunyi. Berikut hasil angket peserta didik menerapkan pembelajaran menggunakan PhET Simulation yang disajikan pada Fig. 3.

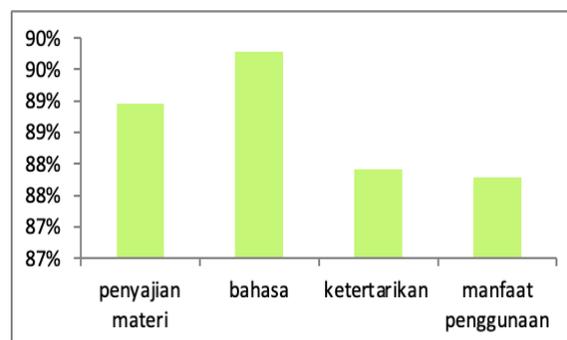


Fig. 3. Hasil Persentase Respon Peserta Didik

Berdasarkan hasil uji kepraktisan dilihat dari lembar pengamatan berupa angket respon peserta didik menggunakan PhET Simulation. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa hasil uji angket respon peserta didik mencapai rata-rata 98% dengan kategori baik dan layak diterapkan pada pembelajaran

fisika. Kepraktisan menggunakan PhET bisa melibatkan beberapa pertimbangan diantaranya adalah ketersediaan simulasi. PhET menyediakan simulasi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran atau penelitian. Selain itu terdapat kesesuaian kurikulum yang bersesuaian dengan hasil analisis dengan mempertimbangkan konten pembelajaran yang relevan, interaktivitas dan efektivitas pembelajaran. Hal pendukung yang lain bahwa aksesibilitas dan kemudahan penggunaan, PhET dirancang untuk digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk peserta didik dan guru. Selain hal tersebut terdapat dukungan teknologi dan kepuasan karena PhET memberikan wawasan tentang kegunaan dan manfaat alat simulasi.

PhET telah digunakan secara luas dalam pendidikan di seluruh dunia, dan banyak guru dan peserta didik menganggapnya sebagai alat yang bermanfaat untuk memahami konsep ilmiah secara visual dan interaktif. Namun, penting untuk selalu melakukan analisis kepraktisan khusus untuk situasi dan tujuan penggunaan tertentu. Evaluasi berkala dan umpan balik dari pengguna dapat membantu terus meningkatkan dan mengoptimalkan pengalaman belajar dengan menggunakan PhET *Interactive Simulations*.

Uji efektivitas ini dilaksanakan terhadap kelas XI IPA yang berjumlah 30 peserta didik dengan menggunakan lembar soal agar dapat memahami tingkat belajar peserta didik. Skor hasil belajar dikelompokkan ke dalam 5 kriteria yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Hasil Uji Instrumen

No	Nilai	Kriteria	Frekuensi	Persentase (%)
1	85-100	Sangat Tinggi	2	6,67
2	65-84	Tinggi	6	20,00
3	55-64	Sedang	12	40,00
4	35-54	Rendah	7	23,33
5	0-34	Sangat Rendah	3	10,00

Dari hasil statistik diperoleh skor hasil belajar peserta didik kelas XII IPA yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Coba Instrumen

Variabel	Nilai Statistik
Objek penelitian	30
Nilai ideal	100
Mean	83,36
Nilai maksimum	95
Nilai minimum	65
Jumlah peserta didik yang tuntas	28
Jumlah peserta didik tidak tuntas	2

Setelah dilakukan hasil uji coba instrumen pada tabel 6. Selanjutnya, menghitung persentase hasil belajar peserta didik kelas XI IPA yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI IPA

No	Nilai	Kriteria	Frekuensi	Persentase (%)
1	0-74	Tidak Tuntas	2	6,67
2	75-100	Tuntas	28	93,33
	Jumlah		30	100,00

Berdasarkan pada Tabel 7 disimpulkan bahwa hasil belajar kognitif pada materi gelombang bunyi kelas XI mencapai persentase 99,9% sehingga layak digunakan dalam melakukan tes terhadap peserta didik pada materi yang dipelajari.

Berbagai penelitian yang dilakukan untuk mengevaluasi keefektifan penggunaan PhET dalam proses pembelajaran [14],[15]. Temuan umum yang diperoleh diantaranya adalah peningkatan pemahaman konsep [16]. PhET menawarkan simulasi yang interaktif dan visual, yang membantu peserta didik memahami konsep ilmiah secara lebih baik. Meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik karena menarik dan interaktif sehingga dapat memotivasi peserta didik dalam belajar ilmu pengetahuan khususnya ilmu fisika [17]. Pengalaman praktis yang ditawarkan oleh PhET dapat membantu peserta didik lebih terlibat dalam pembelajaran sehingga dapat mendorong pembelajaran mandiri. PhET telah dikaitkan dengan retensi yang lebih baik dan pemahaman jangka panjang, karena penggunaan simulasi membantu peserta didik membangun pemahaman yang kokoh tentang konsep ilmiah. Meskipun PhET memiliki banyak manfaat, keefektivannya juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, tergantung pada bagaimana alat ini diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Selain itu perlu diperhatikan kemampuan Guru yang menggunakan PhET harus memiliki strategi pembelajaran yang baik untuk memaksimalkan manfaat dari alat ini [18]. Penting untuk diingat bahwa keefektifan PhET dapat bervariasi berdasarkan tujuan dan situasi penggunaan, dan evaluasi berkala dan penggunaan umpan balik dapat membantu meningkatkan pengalaman belajar dengan menggunakan PhET Interactive Simulations.

D. Tahap Penyebaran

Ditahap ini peneliti melakukan penyebaran perangkat pembelajaran untuk memberikan kepada pihak sekolah khususnya guru fisika kelas XI IPA yang menjadi lokasi penelitian dalam penggunaan laboratorium virtual menggunakan aplikasi PhET Simulation. Tujuan dari tahap penyebaran adalah menghasilkan produk pembelajaran laboratorium virtual menggunakan aplikasi PhET Simulation. Media pembelajaran yang dikembangkan yaitu Silabus, RPP, Bahan Ajar, LKPD, Instrumen Penilaian Kognitif (THB). Dengan produk yang diperoleh bahwa media pembelajaran laboratorium virtual dapat diuraikan dengan proses validasi oleh dua ahli validator. Kriteria penilaian kepraktisan dilihat dari hasil angket peserta didik kelas XI IPA, yang merujuk pada respon peserta didik menggunakan PhET Simulation. Berdasarkan uji kepraktisan, bahwa media pembelajaran laboratorium virtual yang menggunakan aplikasi PhET Simulation sangat baik serta layak digunakan dalam pembelajaran materi bunyi. Dalam melakukan uji efektifitas diperoleh hasil belajar peserta didik mencapai 99,9% dalam melaksanakan pembelajaran laboratorium virtual, sehingga dapat diimplementasikan dengan baik.

Virtual laboratory adalah sebuah platform atau lingkungan simulasi yang dibuat dalam bentuk perangkat lunak untuk menyediakan pengalaman eksperimen dan praktikum secara virtual [19]. Ini memungkinkan pengguna, seperti peserta didik, untuk melakukan percobaan dan eksperimen tanpa perlu menggunakan peralatan fisik atau menghadiri laboratorium fisik secara langsung. Dalam virtual laboratory, pengguna dapat memanipulasi objek dan parameter dalam lingkungan simulasi yang menggambarkan kondisi laboratorium nyata [20]. Hal ini mencakup berbagai disiplin ilmu seperti ilmu pengetahuan, teknik, kedokteran, kimia, fisika, biologi, dan lain sebagainya. Pengguna biasanya

berinteraksi dengan simulasi melalui antarmuka grafis yang intuitif. Beberapa fitur umum dari virtual laboratory meliputi simulasi Interaktif yaitu pengguna dapat melakukan eksperimen, mengubah variabel, mengamati hasil, dan mendapatkan umpan balik secara interaktif dalam lingkungan virtual [21]. Faktor keamanan yaitu menghilangkan risiko cedera atau bahaya yang terkait dengan eksperimen fisik di laboratorium. Kemampuan visualisasi yaitu pengguna dapat mengamati fenomena yang mungkin tidak terlihat dalam eksperimen fisik karena skala yang berbeda atau kompleksitas yang tinggi. Pengulangan dan kendali eksperimen dapat diulang dengan mudah dan dikontrol untuk memahami dampak berbagai variabel. Serta Pendidikan Jarak Jauh (PJJ) yang memungkinkan akses global ke fasilitas eksperimen tingkat lanjut, membantu pendidikan jarak jauh dan pembelajaran mandiri.

Virtual laboratory telah menjadi alat yang sangat berharga dalam Pendidikan [22]. Ini membantu meningkatkan pemahaman peserta didik tentang konsep-konsep ilmiah, memberikan kesempatan untuk eksplorasi lebih lanjut, dan membantu mengembangkan keterampilan praktis. Selain itu, dalam penelitian, virtual laboratory dapat membantu mempercepat percobaan dan analisis data, menghemat waktu dan biaya. Namun, walaupun virtual laboratory memiliki banyak keuntungan, juga memiliki beberapa keterbatasan. Beberapa eksperimen mungkin tidak dapat sepenuhnya mereplikasi lingkungan fisik atau mungkin kurang interaktif daripada praktik langsung di laboratorium. Oleh karena itu, penggunaan virtual laboratory harus disesuaikan dengan tujuan dan kebutuhan pembelajaran atau penelitian tertentu.

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan penting mengenai perancangan perangkat pembelajaran berbasis laboratorium virtual untuk gelombang bunyi. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari silabus, RPP, bahan ajar, LKPD, dan instrumen tes kognitif. Temuan penelitian menunjukkan bahwa perangkat ini memenuhi persyaratan validitas dan kegunaan dari lingkungan belajar. Selain itu, penelitian ini menyelidiki kemanjuran instrumen pembelajaran ini. Hasil analisis keefektifan diperoleh dari penilaian peserta didik terhadap hasil belajar. Dalam hal ini data menunjukkan bahwa peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan perangkat laboratorium virtual ini memperoleh tingkat ketuntasan belajar sebesar 99,9%. Melalui penggunaan alat bantu pembelajaran berbasis laboratorium virtual, peserta didik dapat mencapai tingkat pemahaman materi gelombang bunyi yang sangat tinggi. Akibatnya, penelitian ini memiliki implikasi yang signifikan bagi kemajuan pendidikan. Penggunaan alat bantu pembelajaran berbasis laboratorium virtual merupakan alternatif yang layak untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran yang kompleks seperti gelombang bunyi. Selain itu, hasil penelitian ini memberikan pedoman pengembangan perangkat pembelajaran serupa untuk materi lain, dengan fokus pada validitas, kepraktisan, dan keefektifan perangkat tersebut dalam mendorong proses pembelajaran yang optimal.

Daftar Pustaka

- [1] Syamsu, F. D., & Ziraluo, Y. P. B. (2022). Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Siswa SMA Kelas X Di SMA Negeri 1 Kaway XVI Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Bionatural*, 9(1), 27-33.

- [2] Ramayanti, N., Silitonga, H. T. M., & Oktaviany, E. (2021). Analisis Hasil Belajar Peserta Didik Menggunakan Transcript Based Lessonn Analysis (TBLA) Pada Pembelajaran Fluida Dinamis Di SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 10(4), 1-10.
- [3] Desnita, D., & Susanti, D. (2017). Science Process Skills-Based Integrated Instructional Materials to Improve Student Competence Physics Education Prepares Learning Plans on Teaching Skills Lectures. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 35-42.
- [4] Simanjuntak, B. R., Desnita, D., & Budi, E. (2018). The development of web-based instructional media for teaching wave physics on Android Mobile. *JPPPF: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(1), 1-10.
- [5] Algiranto, A., Sarwanto, S., & Marzuki, A. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model Poe (Predict, Observe, Explain) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Fisika Siswa SMA Muhammadiyah Imogiri. *FKIP e-proceeding*, 3(1), 23-27.
- [6] Fransiska, A., Prasetyo, E., & Jufriansah, A. (2021). Desain LKPD Fisika Terintegrasi HOTS Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi (JPFT)*, 7(2), 153-158.
- [7] Safarati, N., Zuhra, F., & Fatimah, F. (2022). Pelatihan dan Pendampingan Guru Fisika SMA Di Lingkungan Kabupaten Bireuen Dalam Melakukan Praktikum Fisika. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 819-825.
- [8] Dwiningsih, K., Sukamin, Muchlis, & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran di Era Global. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(2), 156-176.
- [9] Manikowati, & Iskandar, D. (2018). Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium untuk Pembelajaran Praktikum Siswa SMA. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(1), 23-42.
- [10] Jufriansah, A., Lering, L., & Donuata, P. B. (2022). Utilization of PhET simulation in flipped classroom to improve students' critical thinking skills. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 9(1), 17-24.
- [11] Masril, Hidayati, Yenni Darvina. (2018). The Development of Virtual Laboratory Using ICT for Physics in Senior High School. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Hlm. 1-8*.
- [12] Waston, S. W. (2019). Virtual Chemistry. *The Science Teacher*, 87(2), 25-30.
- [13] Nuniati, N., Prasetyo, E., & Jufriansah, A. (2021). Pengembangan LKPD Terintegrasi Hots Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 366-370.
- [14] Arisandy, D., Marzal, J., & Maison, M. (2021). pengembangan game edukasi menggunakan Software Construct 2 berbantuan Phet Simulation berorientasi pada kemampuan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 3038-3052.
- [15] Sholikhah, Z., & Suchahyo, I. (2021). Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkipd) berbantuan simulasi phet pada materi fluida dinamis. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(3), 372-378.
- [16] Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan laboratorium virtual untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 2(2), 186-195.
- [17] Mahardika, H. C., Ismawati, R., & Rahayu, R. (2022). Penerapan LKPD berbantuan simulasi PhET untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif IPA peserta didik SMP. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 10(1), 61-70.
- [18] Prihatiningtyas, S., Prastowo, T., & Jatmiko, B. (2013). Implementasi simulasi PhET dan KIT sederhana untuk mengajarkan keterampilan psikomotor siswa pada pokok bahasan alat optik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1), 18-22.
- [19] Ekahana, M. A., Kristiyani, S., Purwaninastiti, S., & Lukas, S. (2022). Tingkat Antusiasme Peserta Didik Kelas VIII SMP Dian Harapan Daan Mogot terhadap Penggunaan PhET pada Materi Getaran. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(5), 7100-7106.
- [20] Amin, B. D., Nurhayati, N., Azis, A., & Swandi, A. (2019). Identifikasi Potensi Penggunaan Bahan Ajar Fisika Berbasis Simulasi Komputer yang Interaktif dengan Model Inkuiri Terbimbing pada Konsep Abstrak: Studi Literatur and Survey. *SEMINAR NASIONAL LP2M UNM - 2019 "Peran Penelitian dalam Menunjang Percepatan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia"*, 16 Nopember 2019, Makassar, Indonesia
- [21] Diraya, I., Budiyono, A., & Triastutik, M. (2021). Kontribusi Virtual Lab Phet Simulation untuk Membantu Praktikum Fisika Dasar. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 11(1), 45-56.
- [22] Sudirman, S., & Abidin, Z. (2022). Meta-Analisis Implementasi Virtual Laboratorium Dalam Proses Pembelajaran Dan Sains. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(11), 315-324.

Penulis



Dominika Yonavista Bogar adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Muhammadiyah Maumere (UMMU), Nusa Tenggara Timur. Saat ini, ia tergabung dalam kelompok riset fisika komputasional di kampusnya. (email: dominikayonavistabogar@gmail.com).



Adi Jufriansah adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Maumere (UMMU), Nusa Tenggara Timur. Bidang keahliannya adalah kecerdasan buatan. Ia memiliki banyak publikasi di berbagai jurnal bereputasi. Saat ini ia sedang fokus pada penelitian kecerdasan buatan untuk gempa bumi. (email: saompu@gmail.com).



Erwin Prasetyo adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Muhammadiyah Maumere (UMMU), Nusa Tenggara Timur. Beliau memperoleh gelar Magister (Pendidikan Matematika) dari Universitas Muhammadiyah Malang. saat ini berfokus pada penelitian pendidikan. (email: wintyo212@gmail.com).

