



Validitas Laboratorium Virtual Filasik sebagai Alternatif Laboratorium Riil pada Materi Suhu dan Peneraan Termometer



Ganiestya Catur Adi Kertanegara, Mita Anggaryani *

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

*Email: mitaanggaryani@unesa.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.7.2.265-273>

ABSTRACT

[Validity of The Filasik Virtual Laboratory As an Alternative to A Real Laboratory on The Temperature and Measurement of Thermometers Material] Virtual laboratory is useful as an alternative to real laboratory where virtual laboratory can provide facilities that are not available in real laboratory and help prepare students for real experiences in real laboratory. This study aimed to determine the validity of the Filasik virtual laboratory media. The research model used is the ADDIE development model (analysis, design, development, implementation, and evaluation) and the phases carried out up to the development phase. In the analysis phase, a needs analysis was carried out which consists of the needs of students and laboratory facilities. In the design phase, product design was carried out using HTML5 <canvas> with the javascript programming language. In the development phase, product development is carried out and tested on expert validators. The validation sheet consists of 4 aspects, namely display aspect, navigation aspect, program operation aspect, and usability aspect. The results of the validation assessment of the developed Filasik virtual laboratory were 95% and had very good qualifications and valid description with the reliability of validation results of 97%. So, the Filasik virtual laboratory is valid for use in learning on temperature material and thermometer measurements.

Keywords: Virtual laboratory, validity, temperature and thermometer measurements.

ABSTRAK

Laboratorium virtual berguna sebagai alternatif dari laboratorium riil dimana laboratorium virtual dapat menyediakan sarana-prasarana yang tidak tersedia pada laboratorium riil dan membantu mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi pengalaman nyata pada laboratorium riil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas media laboratorium virtual Filasik. Model penelitian yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE (analysis, design, development, implementation, dan evaluation) dan tahap yang dilaksanakan sampai pada tahap pengembangan (development). Tahap analysis dilakukan analisis kebutuhan yang terdiri dari kebutuhan peserta didik dan sarana-prasarana laboratorium. Tahap design dilakukan perancangan produk menggunakan HTML5 <canvas> dengan bahasa pemrograman javascript. Tahap development dilakukan pengembangan produk dan diujikan pada validator ahli. Lembar validasi terdiri dari 4 aspek yaitu aspek tampilan, aspek navigasi, aspek pengoperasian program, dan aspek kebermanfaatan. Hasil penilaian validasi laboratorium virtual Filasik yang dikembangkan sebesar 95% dan memiliki kualifikasi sangat baik serta keterangan valid dengan reliabilitas hasil validasi sebesar 97%. Maka laboratorium virtual Filasik valid untuk digunakan dalam pembelajaran pada materi suhu dan peneraan termometer.

Kata kunci: Laboratorium virtual, validitas, suhu dan peneraan termometer.

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika adalah pelajaran yang memiliki dampak signifikan pada bagaimana peserta didik berkembang menjadi orang baik. Pembelajaran fisika mudah dipelajari jika peserta didik belajar secara pribadi dari pengalaman yang dijalaninya (Trianto, 2016). Suryani, dkk. (2014) menyebut bahwa model pembelajaran berbasis praktikum merupakan salah satu model pembelajaran yang mampu membantu peserta didik untuk mendapatkan pengalaman secara pribadi. Kegiatan praktikum akan mengarahkan peserta didik untuk melakukan penelitian secara sistematis, terorganisir yang memiliki tujuan agar peserta didik dapat menemukan pengetahuan secara pribadi (Agustina dan Anggraini, 2018). Pembelajaran berbasis praktikum membantu peserta didik dalam menemukan konsep, makna, dan gagasan secara terstruktur dan bertahap. Materi suhu dan peneraan termometer merupakan salah satu materi yang efektif jika dilaksanakan melalui kegiatan praktikum (Kurniawan, 2017).

Kegiatan praktikum memiliki keterkaitan yang erat dengan laboratorium sebagai tempat pelaksanaan kegiatan. Peserta didik mampu mempelajari kebenaran konsep fisika secara teoritis melalui analisis kritis berdasarkan kemampuan intelektual mereka melalui kegiatan di laboratorium (Suprpto, dkk., 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Fauzi (2011) mengungkapkan bahwa kegiatan praktikum menggunakan metode ilmiah mampu membantu peserta didik dalam membuktikan konsep-konsep fisika yang diperoleh dari teori. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Putri dan Astialini (2022) mengungkapkan bahwa kegiatan praktikum dapat membiasakan peserta didik dalam berfikir secara ilmiah sehingga mampu memahami konsep fisika dengan lebih baik. Jufri, dkk. (2012), menyatakan bahwa kegiatan praktikum fisika yang tidak didukung oleh fasilitas yang memadai dapat berdampak buruk terhadap hasil belajar peserta didik. Masalah yang paling signifikan dalam pembelajaran pada laboratorium adalah manajemen mutu laboratorium, yang melibatkan proses memperoleh, mengoperasikan, dan memelihara peralatan di dalamnya. (Wiratma dan Subagia, 2014).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yanti dkk. (2017) permasalahan utama yang dialami oleh sekolah yang diteliti adalah alat laboratorium fisika yang kurang dimanfaatkan untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran fisika. Penelitian sejenis yang dilakukan oleh Suprpto, dkk. (2019) di beberapa laboratorium fisika di SMA Negeri se-Jawa Timur menunjukkan bahwa kondisi laboratorium fisika di SMA, terutama di kota besar seperti Surabaya, memiliki kondisi yang baik namun sangat jarang untuk digunakan bahkan tidak pernah digunakan. Dalam penelitian lanjutan dari Suprpto, dkk. (2019) menemukan bahwa laboratorium yang diteliti hanya memiliki termometer dengan skala Celcius sehingga praktikum pada materi suhu dan peneraan termometer tidak dapat dilakukan. Hal ini menyebabkan guru harus memiliki alternatif lain yang dapat digunakan untuk melaksanakan kegiatan praktikum selain pada laboratorium. Alternatif yang dapat dipilih adalah media pembelajaran berbasis laboratorium virtual.

Laboratorium virtual berbeda dengan laboratorium riil yang terdapat di sekolah. Laboratorium riil terdiri dari gedung dan ruangan yang dilengkapi dengan teknologi pendukung pembelajaran dan memberikan pengalaman nyata pada peserta didik (Matsun, dkk., 2016). Sedangkan, laboratorium virtual merupakan media yang berisikan simulasi terkait materi yang dieksperimenkan serta untuk mengatasi keterbatasan atau kekurangan sarana-prasarana yang terdapat pada laboratorium riil (Nirwana, 2017). Hasil kajian dari Muhajarah dan Sulthon (2020) menunjukkan bahwa laboratorium virtual berguna sebagai alternatif dari laboratorium riil dimana laboratorium virtual dapat menyediakan sarana-prasarana yang tidak tersedia pada laboratorium riil dan membantu mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi pengalaman nyata pada laboratorium riil.

Penelitian dari Jannati, dkk. (2018) menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains mahasiswa khususnya pada konsep pengukuran fisika dasar. Sejalan dengan penelitian tersebut, Gunawan, dkk. (2018) pada penelitiannya mengungkapkan bahwa laboratorium virtual menghasilkan efek positif terhadap kemampuan pemahaman konsep fisika

peserta didik dari ranah C1 sampai C4. Penelitian lain yang dilakukan oleh Arista dan Kuswanto (2018) menggunakan laboratorium virtual berbasis *Andriod* menemukan bahwa penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran fisika dapat meningkatkan kemampuan belajar mandiri dan pemahaman konsep peserta didik.

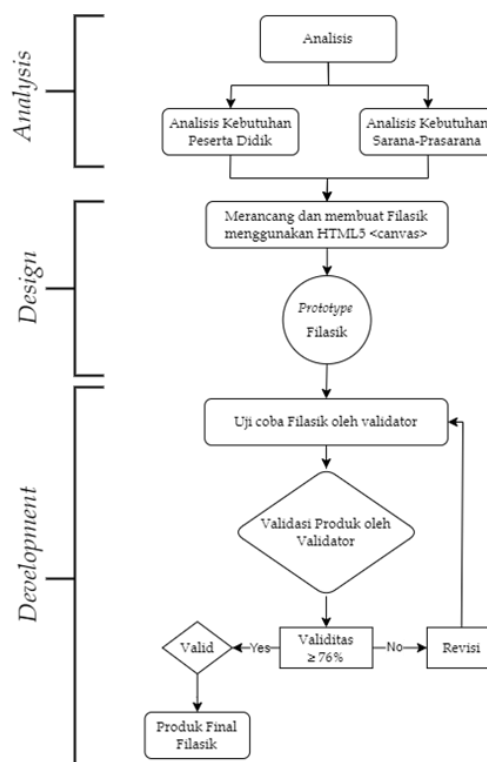
Laboratorium virtual terbukti secara positif mampu mempengaruhi peserta didik pada pembelajaran fisika berdasarkan penelitian terkait. Namun, masih jarang laboratorium virtual yang berfokus pada materi suhu dan peneraan termometer. Disamping itu, penelitian dari Puspayanti, dkk. (2023) mengungkapkan bahwa laboratorium virtual berbasis aplikasi *mobile* memiliki kendala dimana tidak semua peserta didik dapat mengakses aplikasi tersebut karena keterbatasan pada spesifikasi *device* yang digunakan oleh peserta didik. Hal ini memberikan peluang bagi laboratorium virtual Filasik untuk digunakan peserta didik sebagai alternatif dari laboratorium riil pada materi suhu dan peneraan termometer. Laboratorium virtual Filasik dioperasikan menggunakan *internet browser* sehingga mudah untuk diakses oleh peserta didik. Kemudahan ini didapatkan karena laboratorium virtual Filasik hanya membutuhkan *device* yang memiliki *internet browser* di dalamnya dan terhubung dengan internet tanpa memerlukan batasan spesifikasi yang dimiliki.

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan diatas, diperlukan laboratorium virtual yang layak untuk digunakan sebagai alternatif dari laboratorium riil pada materi suhu dan peneraan termometer. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau kevalidan dari pengembangan laboratorium virtual bernama Fisika Laboratorium Asik atau Filasik sebagai alternatif laboratorium riil pada materi suhu dan peneraan termometer.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian yang menghasilkan produk media pembelajaran berupa laboratorium virtual Filasik. Model penelitian yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE (*analysis, design,*

development, implementation, dan evaluation) dan tahap yang dilaksanakan sampai pada tahap pengembangan (*development*). Tahap *analysis* dilakukan analisis kebutuhan yang terdiri dari kebutuhan peserta didik dan sarana-prasarana laboratorium. Tahap *design* dilakukan perancangan produk menggunakan HTML5 <canvas> dengan bahasa pemrograman *javascript*. Tahap *development* dilakukan pengembangan produk dan diujikan pada validator ahli hingga mendapatkan produk yang valid. *Flowchart* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Dalam penelitian ini, sumber data dibatasi pada penilaian validator yang meliputi dua validator ahli media dan materi serta seorang guru fisika SMA. Penilaian validator berupa lembar validasi yang terdiri dari aspek tampilan, navigasi, pengoperasian program, dan kebermanfaatan. Setiap aspek terdiri dari beberapa indikator seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator Setiap Aspek Penilaian

ASPEK			
Tampilan	Navigasi	Pengoperasian Program	Kebermanfaatan
Warna	Bentuk navigasi	Pengoperasian	Kelayakan dalam penggunaan
Tulisan	Fungsi	Kelancaran pengoperasian	Keterkaitan dengan materi
Tata letak		Fitur	Kemudahan akses
Ukuran			

Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala *likert* dengan skor 1-4 yang diterangkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Keterangan Skor Skala Likert

Skor	Keterangan
4	Sangat Baik
3	Cukup Baik
2	Baik
1	Kurang Baik

(Riduwan, 2015)

Hasil skor yang diperoleh pada setiap aspek kemudian dihitung pada persamaan (1) untuk mendapatkan persentase nilainya.

$$P(\%) = \frac{\text{Jumlah skor pengumpulan data}}{\text{Skor Kriteria}} \times 100\% \quad (1)$$

$\text{Skor Kriteria} = \text{skor tertinggi} \times \sum \text{aspek} \times \sum \text{responden}$

Persentase nilai tersebut kemudian dikualifikasikan berdasarkan kualifikasi tingkat validitas Arikunto (2013) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualifikasi Tingkat Validitas

Persentase Nilai	Kualifikasi	Keterangan
76-100%	Sangat Baik	Valid (Tidak perlu revisi)
51-75%	Baik	Cukup valid (perlu revisi)
36-50%	Cukup Baik	Kurang valid (perlu revisi)
<36%	Kurang Baik	Tidak valid (perlu revisi)

(Arikunto, 2013)

Laboratorium virtual Filasik dapat dikatakan valid jika persentase nilai yang didapatkan $\geq 76\%$. Namun, jika persentase yang didapatkan

$< 76\%$ maka diperlukan revisi dan penilaian ulang hingga mendapatkan persentase nilai yang diinginkan.

Selanjutnya, untuk mengetahui kecocokan dari masing-masing validator dilakukan perhitungan persentase kecocokan antar validator dengan Persamaan 2.

$$\text{Percentage of Agreement} = 100\% \left(1 - \frac{A - B}{A + B} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

A = Penilaian tertinggi validator pada aspek yang diamati

B = Penilaian terendah validator pada aspek yang diamati.

Percentage of agreement digunakan untuk mengetahui reliabilitas hasil validasi. Kualifikasi agar dapat dikatakan reliabel jika hasil yang didapatkan $\geq 75\%$ (Borich, 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu indikator sebuah produk dapat dinyatakan layak digunakan adalah kevalidannya. Menurut Arikunto (2014), validitas merupakan suatu ukuran untuk menunjukkan kualitas suatu media. Pada penelitian ini dilakukan validasi pada dua dosen ahli dan satu guru fisika untuk mengetahui validitas dari media filasik yang sudah dikembangkan. Validator memberikan skor dengan skala 1-4 seperti yang ditunjukkan pada tabel 2, lembar validasi yang diberikan memiliki 4 aspek yang berkaitan dengan media yaitu aspek tampilan, aspek navigasi, aspek pengoperasian program, dan aspek kebermanfaatan. Kualifikasi validitas laboratorium virtual Filasik didapatkan dari rata-rata total persentase nilai pada setiap aspek yang diamati. Hasil validasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.


Tabel 4. Hasil Validasi Laboratorium Virtual Filasik

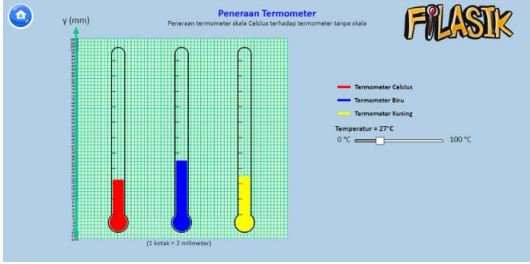
Aspek yang dinilai	Skor			Rata-rata	Kualifikasi	Rata-rata Percentage of Agreement
	Validator 1	Validator 2	Validator 3			
Desain	96%	92%	96%	94%	Sangat Baik	98%
Navigasi	100%	100%	100%	100%	Sangat Baik	100%
Pengoprasian Program	100%	83%	100%	94%	Sangat Baik	91%
Kebermanfaatan	92%	92%	92%	92%	Sangat Baik	100%
Rata-rata total				95%	Sangat Baik	97%

Berdasarkan tabel tersebut dapat diamati bahwa hasil validasi secara keseluruhan menunjukkan kualifikasi kategori sangat baik dengan kecocokan penilaian antar validator sebesar 97% sehingga dapat dikatakan bahwa laboratorium virtual Filasik yang telah dikembangkan dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran fisika khususnya pada materi suhu dan peneraan termometer. Laboratorium virtual Filasik yang telah

dikembangkan ini sudah teruji pada setiap aspeknya. Menurut Wang (2015) pengembangan laboratorium virtual harus memperhatikan aspek desain, pemilihan ukuran dan jenis font, dan kesesuaian dalam proses pembelajaran. Selain itu laboratorium virtual Filasik juga harus memiliki tampilan yang menarik, sistematis, runtut, serta keseimbangan instrumen di dalamnya (Muslich, 2010). Tampilan laboratorium virtual Filasik disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Tampilan Laboratorium Virtual Filasik





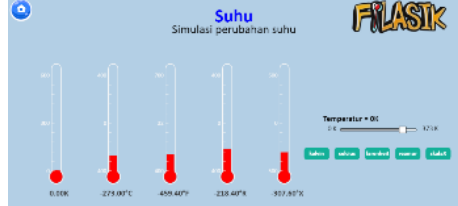
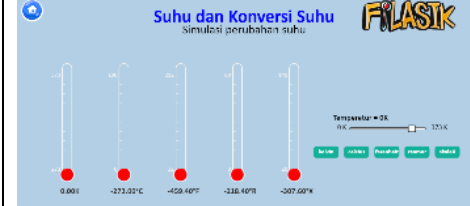
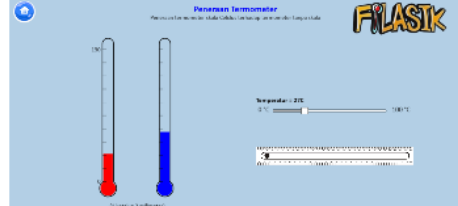
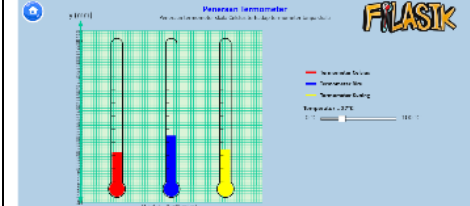
1. Tampilan awal Filasik	2. Kolom pengisian nama
	
3. Ucapan selamat datang	4. Peringatan pengisian nama
	
5. Menu utama untuk memilih simulasi	6. Menu simulasi suhu dan konversi suhu
	

7. Menu simulasi peneraan termometer	
	

Berdasarkan hasil uji coba pada 3 validator, laboratorium virtual Filasik mengalami beberapa perubahan sesuai dengan saran yang diberikan. Saran tersebut terdiri dari saran pada simulasi

yang tersedia pada laboratorium virtual, beberapa tombol navigasi yang tidak berfungsi, dan fitur-fitur yang terdapat pada simulasi. Beberapa perubahan tersebut terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perubahan pada Laboratorium Virtual Filasik Berdasarkan Saran Validator

Revisi	Sebelum	Sesudah
Ditambahkan simulasi untuk peneraan termometer		
Menghapus tombol "home" pada menu awal		
Mengganti nama simulasi suhu menjadi simulasi suhu dan konversi suhu		
Mengganti fitur penggaris dengan fitur kertas milimeter pada simulasi peneraan termometer		

Pada aspek navigasi, validator menemukan bahwa terdapat tombol yang tidak dapat berfungsi dengan baik, yaitu pada tombol "home" di menu utama. Setelah ditelusuri lebih lanjut, masalah ini terjadi karena kesalahan

dalam bahasa pemrograman yang dilakukan. Pada program di html5 <canvas>, tombol "home" difungsikan untuk memanggil kembali interface menu utama sehingga ketika tombol tersebut ditekan pada menu utama, program tidak

dapat mengidentifikasi perintah yang diberikan karena perintah tersebut tumpang-tindih dengan fungsi tombol itu sendiri. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan menghapus fungsi tombol “home” pada menu utama karena pada dasarnya tombol “home” berfungsi untuk kembali ke menu utama. Nurdianto dan Malik (2021) berpendapat bahwa setiap komponen yang terdapat pada sebuah media pembelajaran yang baik harus dapat difungsikan sesuai dengan tujuan dari komponen tersebut diberikan sehingga tidak mempengaruhi pengalaman peserta didik ketika menggunakannya.

Pada aspek pengoperasian program, validator memberikan saran agar media Filasik ini dapat dioperasikan pada *internet browser* agar peserta didik lebih mudah mengakses jika dibandingkan harus mendownload aplikasi. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Sodik, dkk. (2021) yang menyatakan bahwa aplikasi berbasis *web* lebih mudah diakses oleh peserta didik jika dibandingkan dengan aplikasi berbasis android atau ios. komponen dalam laboratorium virtual Filasik diambil dari *file master* Wandah Wibawanto yang memang sudah disediakan untuk pengembangan aplikasi dengan bahasa pemrograman *javascript*. Hal ini dilakukan agar file yang diupload nantinya tidak berukuran terlalu besar karena beroperasi pada bahasa pemrograman yang sama untuk meminimalisir lag ketika program dijalankan.

Kekurangan dari pemilihan *file master* ini ada pada proses *coding*, dimana terkadang terdapat komponen yang berjalan tidak sesuai dengan yang diinginkan. Sebagai contoh pada simulasi suhu dan konversi suhu, isi dari komponen termometer diharapkan dapat naik dan turun sesuai dengan nilai skala yang ditunjuk tetapi pada *file master* dikode berdasarkan pada skala *pixel* sehingga tidak dapat menyesuaikan ketinggian dari nilai skala yang ditunjuk. Permasalahan ini disiasati dengan memberikan nilai skala dalam bentuk digital pada bagian bawah termometer sehingga peserta didik dapat melihat nilai yang ditunjuk pada masing-masing termometer yang diilustrasikan dengan naik turunnya isi di dalam termometer. Terlepas dari kekurangan tersebut, aspek pengoperasian program ini mendapatkan skor validasi dalam kategori sangat baik.

Pada aspek kebermanfaatan, validator memberikan masukan agar laboratorium virtual Filasik memiliki 2 simulasi di dalamnya yang tiap simulasi mewakili sub-materi yang diajarkan pada materi suhu dan peneraan termometer. Masukan ini diberikan karena pada versi sebelumnya, laboratorium virtual Filasik hanya memiliki 1 simulasi saja yang dinilai oleh validator kurang mampu mengajarkan sub-materi peneraan termometer. Hal ini berkaitan dengan ketuntasan peserta didik dalam mempelajari seluruh materi pembelajaran yang pada akhirnya mempengaruhi penguasaan mereka terhadap materi yang diajarkan. Pembelajaran yang tidak tuntas dapat mengakibatkan kecacatan pemahaman pada materi yang dipelajari peserta didik (Wahyuningsih, 2020). Setelah direvisi dan divalidasi, aspek kebermanfaatan laboratorium virtual Filasik mendapatkan kriteria sangat baik dengan keterangan valid.

Hasil yang didapatkan pada tiap aspek yang dinilai menunjukkan bahwa laboratorium virtual Filasik yang dikembangkan memiliki kriteria sangat baik dengan keterangan valid berdasarkan kriteria tingkat validitas Arikunto (2013) didukung dengan kecocokan penilaian antar validator sebesar 97% sehingga hasil validasi yang diperoleh reliabel berdasarkan kualifikasi penerimaan *percentage of agreement* Borich (1994). Hasil yang didapatkan juga menunjukkan bahwa laboratorium virtual Filasik sudah memenuhi setiap indikator dalam validasi media dan siap digunakan dalam pembelajaran di sekolah. Hal ini sejalan dengan penelitian Arifin, dkk. (2020) yang menyatakan bahwa media pembelajaran yang sudah dinyatakan valid dapat digunakan dalam pembelajaran di sekolah.

KESIMPULAN

Hasil penilaian validasi laboratorium virtual Filasik yang dikembangkan sebesar 95% dengan kualifikasi sangat baik serta keterangan valid dengan realibilitas hasil validasi sebesar 97%. Maka laboratorium virtual Filasik valid untuk digunakan dalam pembelajaran pada materi suhu dan peneraan termometer.

Adapun saran yang perlu dipertimbangkan untuk penelitian sejenis adalah penguasaan bahasa pemrograman peneliti sangat berpengaruh pada hasil akhir produk laboratorium virtual. Peneliti yang memiliki kemampuan bahasa

pemrograman yang baik dapat memberikan lebih banyak fitur dan memberikan pengalaman praktikum yang baik bagi peserta didik sehingga mampu meningkatkan kualitas dari laboratorium virtual yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D.K. & Anggraini, D.P. (2018). *Penerapan Pembelajaran Praktikum Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Ketampilan Proses Mahasiswa Pada Materi Fermentasi. Konstruktivisme: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 10(2), pp.144-153.
- Arifin, Z., Destiansari, E. & Amizera, S. (2020). *Pengembangan Mobile Virtual Laboratorium pada Pembelajaran Praktikum Materi Pencemaran Air. Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), pp.123-130.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arista, F.S. & Kuswanto, H. (2018). *Virtual Physics Laboratory Application Based on the Android Smartphone to Improve Learning Independence and Conceptual Understanding. International Journal of Instruction*, 11(1), pp.1-16.
- Borich, G.D. (1994). *Observation Skills for Effective Teaching*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Fauzi, A. (2011). *Pentingnya Pembelajaran Fisika Melalui Kegiatan Laboratorium Fisika Berbasis Inquiry. Jurnal Orbit*, 7(1).
- Jannati, E. D., Setiawan, A., Siahaan, P., & Rochman, C. (2018). *Virtual Laboratory Learning Media Development to Improve Science Literacy Skills of Mechanical Engineering Students on Basic Physics Concept of Material Measurement. Journal of Physics: Conference Series*, 2018. IOP Publishing, 012061.
- Jufri, A., Gunawan & Purwoko, A. (2012). *Pemetaan Kompetensi Peserta didik SMA pada Bidang IPA di Kabupaten Sumbawa. Jurnal Kependidikan*, 11, 87-94.
- Kurniawan, F.A. (2017). *Pengaruh Pembelajaran Berbasis Web terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri Paguyangan pada Mata Pelajaran Fisika Pokok Bahasan Suhu dan Kalor. Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), pp.1-7.
- Muhajarah, K. & Sulthon, M. (2020). *Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran: Peluang dan Tantangan. Justek: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(2), pp.77-83.
- Matsun, M., Sunarno, W. & Masykuri, M. (2016). *Penggunaan Laboratorium Riil dan Virtual pada Pembelajaran Fisika dengan Model Inkuiri Terbimbing ditinjau dari Kemampuan Matematis dan Keterampilan Berpikir Kritis. Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), pp.137-152.
- Muslich, M. (2010). *Text Book Writing: Dasar-Dasar Pemahaman, Penulisan, dan Pemakaian Buku Teks*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Nirwana, F.B. & Maharta, N. (2014). *Pengaruh Keterampilan Proses Sains Terhadap Hasil Belajar pada Model Latihan Inkuiri. Jurnal Pembelajaran Fisika*, 2(3).
- Nurdiyanto, R. & Malik, E. (2021). *Pengembangan Virtual Lab Gelombang Cahaya untuk Pembelajaran Aktif dan Kemandirian Belajar di Era New Normal. Jurnal Pembelajaran Fisika*, 2(1), pp.1-14.
- Puspayanti, Mardiani, N. K., Santoso, D., Hadiprayitno, G., & Ilhamdi, M. L. (2023). *Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Android dengan Aplikasi Adobe Animate untuk Pemahaman Konsep Sains Peserta Didik Kelas XI MIPA SMAN 8 Mataram. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8, no. 1 : 507-515.
- Putri, W.A. & Astalini, A. (2022). *Analisis Kegiatan Praktikum untuk Dapat Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis. Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), pp.3361-3368.
- Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sodiq, M., Mahfud, H. & Adi, F.P. (2021). *Persepsi Guru dan Peserta Didik terhadap Penggunaan Aplikasi Berbasis Web "Quizizz" sebagai Media Pembelajaran di Sekolah Dasar. Didaktika Dwija Indria*, 9(5).
- Suprpto, N., Sunarti, T., Adam, A.S. & Mubarak, H., 2019. *Essential Factors Influencing Preparation of Physics Laboratory in New Curriculum: Photo Voice*

- Study. In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Suryani, S., Rudyatmi, E. & Pribadi, T.A. (2014). *Pengaruh Experiential Learning Kolb Melalui Kegiatan Praktikum Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa. Journal of Biology Education*, 3(2).
- Trianto, M.P. (2016). *Desain Pengembangan Pembelajaran Tematik: Bagi Anak Usia Dini*. Jakarta: Prenada Media.
- Wahyuningsih, E.S. (2020). *Model Pembelajaran Mastery Learning Upaya Peningkatan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa*. Deepublish.
- Wang, C.M. & Ching, H. H. (2015). *A Study of Usability Principles and Interface Design for Mobile E-Books. Ergonomics*. 58(8) 1253-1265.
- Wiratma, I.G.L. & Subagia, I.W. (2014). *Pengelolaan Laboratorium Kimia pada SMA Negeri di Kota Singaraja: (Acuan Pengembangan Model Panduan Pengelolaan Laboratorium Kimia Berbasis Kearifan Lokal Tri Sakti)*. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(2).
- Yanti, D. E. B., Subiki, S. & Yushardi, Y. (2017). *Analisis Sarana Prasarana Laboratorium Fisika dan Intensitas Kegiatan Praktikum Fisika dalam Mendukung Pelaksanaan Pembelajaran Fisika SMA Negeri di Kabupaten Jember. Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5, 41-46.