

PENGEMBANGAN LABORATORIUM MAYA INTERAKTIF TERINTEGRASI LMS PLATFORM MOODLE PADA PEMBELAJARAN FISIKA SMA

I.N.M. Sudana¹, K. Suma², I.W. Subagia³

^{1,2,3}Program Studi S2 Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

e-mail: madu@undiksha.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan produk laboratorium maya terintegrasi LMS MOODLE pada pembelajaran fisika yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI SMA. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*) mengadopsi model pengembangan Luther, meliputi tahap 1) *concept*, 2) *design*, 3) *material collecting*, 4) *assembly*, 5) *testing*, dan 6) *distribution*. Teknik pengumpulan data melalui pemberian angket validasi, angket kepraktisan dan tes hasil belajar fisika. Uji efektivitas produk menggunakan rancangan *One Group Pretest-Posttest Design*. Data hasil penelitian di analisis dengan validasi Gregory, *N-gain score* ternormalisasi dan analisis skor rata-rata. Hasil uji validitas produk menunjukkan bahwa (1) Laboratorium maya sangat valid dari segi materi (KVG = 0,88), media ($\bar{x} = 96,12$) dan bahasa ($\bar{x} = 97,67$); (2) laboratorium maya sangat praktis dari praktisi guru ($\bar{x} = 97,57$) dan (2) uji coba perorangan siswa ($\bar{x} = 95,37$) serta kelompok ($\bar{x} = 91,22$); (3) laboratorium maya efektif meningkatkan hasil belajar fisika dengan kriteria sedang ($\langle g \rangle = 0,66$). Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa produk memperoleh penilaian valid, efektif dan praktis.

Kata-kata kunci: Laboratorium Maya; MOODLE; Pembelajaran Fisika

Abstract

This study aimed to produce an integrated virtual laboratory based LMS MOODLE platform in physics learning that is valid, practical, and effective to improve physics learning outcomes for class XI high school students. This type of research is research and development using the Luther development model, including stages 1) concept, 2) design, 3) collecting material, 4) assembly, 5) testing, and 6) distribution. The data in this study were collected by giving validation questionnaires, practicality questionnaires and physics learning outcomes tests. Product effectiveness test using One Group Pretest-Posttest Design. The research data were analyzed using Gregory validation analysis, normalized N-gain score and average score analysis. The results of the product validity test show that (1) the virtual laboratory is very valid in terms of material (KVG = 0.88), media ($x = 96.12$) and language ($x = 97.67$); (2) a very practical virtual laboratory from teacher practitioners ($x = 97.57$) and (2) students in individual trials ($x = 95.37$), also groups ($x = 91.22$); (3) virtual laboratories are effective in improving physics learning outcomes with moderate criteria ($\langle g \rangle = 0.66$). Based on the results of the study, it can be concluded that the product obtained a valid, effective and practical assessment.

Keywords: Virtual Laboratory; MOODLE; Physics learning

PENDAHULUAN

Tuntutan pembelajaran abad 21 saat ini, yakni media pembelajaran yang terintegrasi teknologi dengan tujuan untuk mengembangkan keterampilan belajar (Yusuf dkk. 2015). Untuk mengimplementasikan pendekatan saintifik yang diusung pada kurikulum 2013, maka penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dan komunikasi (TIK) menjadi sangat esensial. Oleh karena itu, penyediaan media pembelajaran atau bahan ajar multimedia merupakan suatu kebutuhan untuk mencapai kompetensi dasar yang telah ditetapkan (Yeni & Yokhebed, 2015).

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah untuk terus meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia yang mengarah pada hasil belajar siswa, salah satunya pada pembenahan kurikulum. Kurikulum 2013 sesungguhnya sangat relevan dengan pandangan konstruktivisme. Pandangan konstruktivisme menyatakan bahwa siswa harus menemukan dan membangun pengetahuannya secara mandiri. Bahkan saat ini, kemunculan kurikulum merdeka juga berpegang pada fondasi konstruktivis untuk mengasah minat dan bakat peserta

didik dengan berfokus pada materi esensial, pengembangan karakter, dan kompetensi peserta didik terutama akibat terjadinya *learning loss* pada masa pandemi.

Namun bila bercermin pada kualitas pendidikan di Indonesia selama ini, tidak banyak mengalami peningkatan apabila dibandingkan dengan kualitas pendidikan di berbagai negara lain. Berdasarkan survei tahun 2018 *Programme for International Student Assessment (PISA)*, Indonesia berada pada peringkat 70 dari 78 negara untuk nilai sains (OECD, 2018). Selama 10 – 15 tahun terakhir, hasil tersebut cenderung tidak berubah. Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar siswa Indonesia masih rendah. Data ini juga didukung dari hasil Ujian Nasional siswa Jurusan IPA bidang studi fisika rentang tahun 2018 adalah 43,67 dan tahun 2019 adalah 45,79 (Kemendikbud, 2019). Data yang diperoleh dari hasil Ujian Nasional ini mendukung bahwa siswa SMA di Indonesia memiliki hasil belajar yang rendah, terutama sains.

Hasil belajar sains siswa rendah, tentu menjadi sorotan penting untuk melihat gambaran permasalahan yang terjadi utamanya dalam pembelajaran fisika. Menurut Sari dan Nana (2020) permasalahan dalam pembelajaran fisika selama ini disebabkan karena pembelajaran fisika di Indonesia kurang merangsang dan kurang dapat meningkatkan kemampuan tingkat tinggi. Pembelajaran fisika cenderung menekankan pada aspek kognitif, sementara aspek afektif dan psikomotor kurang mendapat penekanan. Menurut Koes (2004, dalam Razi dkk. 2009) menjelaskan bahwa dalam membahas fisika tidak cukup hanya menekankan pada produk, tetapi yang lebih penting adalah proses berupa pengetahuan prosedur (*procedural knowledge*) untuk membuktikan atau memverifikasi suatu teori atau hukum disampaikan. Oleh karena itu, alat peraga maupun kegiatan praktikum sebagai media untuk menjelaskan dan membuktikan fakta fisika sangat diperlukan. Pembelajaran sains terutama fisika tidak akan optimal jika hanya bersifat teoritis. Belajar sains tidak akan lepas dari kegiatan praktikum. Untuk itu perlu didampingi dengan kegiatan praktikum, sebagai salah satu cara untuk mengasah kemampuan berpikir siswa.

Namun, tidak semua kompetensi keterampilan dapat dilaksanakan dengan baik selama menerapkan kurikulum 2013. Sebagai contoh pada konten pembelajaran sains yang lebih banyak melibatkan aktivitas praktikum di sekolah. Hal ini dikarenakan terbatasnya biaya penyediaan alat dan bahan praktikum menyebabkan peralatan laboratorium di sekolah sangat minim sehingga kurang memadai dalam menunjang pelaksanaan praktikum (Yuniarti dkk. 2012; Yusuf & Subaer, 2013; Swandi dkk. 2015; Sumargo & Yuanita, 2014; Yusuf dkk. 2015; Purwandari, 2019).

Selain itu, masalah kurangnya teknisi atau laboran menyebabkan kurangnya pengelolaan laboratorium di sekolah (Gunawan dkk. 2017). Kurangnya pemanfaatan media pembelajaran (Lestari & Supahar, 2020) dan pemanfaatan simulasi virtual pada kegiatan pembelajaran (Rosdiana dkk. 2019) sehingga proses pembelajaran di kelas cenderung monoton akibat sumber informasi belajar hanya berpusat pada guru. Disamping itu, penerapan strategi pembelajaran yang kurang sesuai untuk dapat melibatkan siswa secara aktif dalam proses belajar membuat kemampuan berpikir dan pemahaman konsep siswa rendah (Hidayat dkk. 2019). Masalah lain adalah keterbatasan waktu bagi guru untuk menyelesaikan target materi pembelajaran (Wulandari & Vebrianto, 2017).

Ditambah lagi pada masa pandemi Covid-19, sebagian besar guru mengalami kendala dalam melaksanakan kegiatan praktikum untuk menunjang pemahaman konsep siswa selama proses belajar mengajar, terutama dalam pembelajaran fisika. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru fisika di SMA Negeri 1 Kuta Selatan, SMA Negeri 2 Kuta Selatan, dan SMA Widiatmika diperoleh informasi dalam temuan pertama, bahwa guru cukup kesulitan menerapkan kegiatan praktikum dalam pembelajaran fisika karena keadaan yang tidak memungkinkan di masa pandemi dan keterbatasan alat praktikum. Hal ini sejalan dengan Filujeng dkk. (2022) menjelaskan bahwa proses pembelajaran di kelas *online* pada masa pandemi jarang dapat dilaksanakan hingga kegiatan praktikum. Temuan kedua, tidak semua topik dapat dilakukan praktikum mandiri bagi siswa. Selain itu, minimnya sumber belajar praktis yang sesuai menyebabkan guru mengalami kesulitan dalam menyampaikan materi fisika yang sifatnya abstrak sehingga siswa sulit mengkonstruksi pengetahuan yang diberikan. Temuan ketiga, tidak bisa dipungkiri bahwa guru mengalami keterbatasan dalam

membuat dan mengembangkan media pembelajaran yang mampu memvisualisasi materi fisika bersifat abstrak maupun yang siswa dapat buktikan dalam kegiatan praktikum.

Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, solusi praktis yang dapat ditawarkan sebagai upaya memfasilitasi kegiatan praktikum siswa, penguatan konsep fisika yang menjadi poin utama untuk meningkatkan hasil belajar siswa adalah penggunaan laboratorium virtual atau laboratorium maya. Penggunaan laboratorium maya sangat membantu peserta didik dalam memahami konsep fisika, mengembangkan pengetahuan prosedural, dan keterampilan proses sains (Gunawan dkk. 2015). Menurut Wibowo (2017 dalam Rosdiana dkk. 2019), laboratorium maya dirancang untuk memungkinkan peserta didik melakukan eksperimen dengan mekanisme visualisasi melalui platform simulasi yang tepat. Sementara itu, Yusuf dkk. (2015) menjelaskan bahwa praktikum dapat lebih efektif dan efisien dengan adanya praktikum virtual pada materi yang abstrak seperti fisika modern.

Puspita dan Yamin (2008), menjelaskan bahwa dengan adanya laboratorium virtual dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan praktikum baik melalui atau tanpa akses internet, dapat dilakukan berulang-ulang, termasuk meminimalisir keperluan ruang laboratorium. Siswa dapat belajar mandiri secara aktif tanpa bantuan instruktur layaknya sistem yang berjalan. Penelitian pengembangan ini memanfaatkan media LMS (Learning Management System) berbasis MOODLE yang diintegrasikan pada lab maya sebagai salah satu bentuk modifikasi transfer pengetahuan melalui forum website dan tren teknologi digital sebagai ciri khas dari revolusi industri 4.0 (Basilaia & Kvavadze, 2020). LMS MOODLE digunakan untuk mempermudah siswa dalam mengakses aplikasi laboratorium maya yang dirancang dengan software macromedia flash. Selain itu pemanfaatan LMS menjadi salah satu kebutuhan dalam pembelajaran masa depan. Pemanfaatan LMS berbasis MOODLE dengan berbagai fiturnya dan desain yang tepat akan membantu pembelajaran masa depan karena sebagai layanan self-service dan self-guided yang dikemas dalam tampilan web akan cukup membantu siswa dalam melakukan praktikum secara mandiri. Kirna (2011), melalui penelitian pengembangan konten *online* untuk mendukung *blended learning* pada perkuliahan kimia kuantum dasar menjelaskan bahwa konten online yang dikembangkan sangat layak dan potensial untuk diimplementasikan dalam rangka menciptakan lingkungan pembelajaran konstruktivis dan meningkatkan hasil belajar.

Sudah sangat banyak pengembangan laboratorium maya dari hasil-hasil penelitian sebelumnya jika dikelompokkan berdasarkan topik praktikum seperti *Virtual Physics Lab* materi fisika inti dan radioaktivitas (Swandi dkk. 2015). Arista (2016) dalam penelitian tentang pengembangan aplikasi laboratorium virtual fisika berbasis *smartphone* android pada topik dinamika rotasi. Penelitian yang dilakukan oleh Manikowati dan Iskandar (2018) yaitu tentang *mobile virtual simulation* lensa tipis berformat sajian simulasi, yang dilengkapi dengan Lembar Kerja Praktikum (LKP). Penelitian oleh Rizal dkk. (2018) pengembangan laboratorium virtual fisika osilasi. Pengembangan media pembelajaran *virtual physics laboratory* dalam praktikum Hukum Kirchhoff (Rosdiana dkk. 2019). Purwandari (2019) dalam penelitiannya tentang pengembangan laboratorium virtual pada topik termodinamika. Penelitian yang dilakukan oleh Luthfi dkk. (2020) yaitu mengembangkan *virtual lab* pada materi arus searah. Erfan dkk. (2021) penelitiannya tentang pengembangan *virtual lab* aplikasi android untuk meningkatkan pemahaman konsep pada topik optik dan cahaya.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian sebelumnya, peneliti melihat masih ada kekurangan dari rancangan laboratorium maya yang telah dikembangkan. Dilihat dari aspek tindak lanjut dalam pembelajaran, evaluasi pemahaman, ketersediaan lembar kerja, ruang diskusi dan pengujian gagasan, termasuk beberapa topik fisika terutama kelas XI dinamika rotasi, mekanika fluida, kalor, dan teori kinetik gas masih belum dikembangkan dalam laboratorium virtual. Selain itu, laboratorium maya yang dirancang langsung tersedia lembar kerja dan evaluasi pemahaman, serta yang paling penting adalah terintegrasi dengan LMS (*Learning management System*) berbasis MOODLE dengan harapan dapat memfasilitasi kondisi belajar siswa dalam PTM terbatas saat ini termasuk memberikan variasi terhadap guru dalam menerapkan *blended learning*. Dalam hal ini, sebagai solusi praktis bagi siswa yang tidak dapat melaksanakan kegiatan praktikum secara riil pada masa pandemi Covid-19 dan PTM terbatas di SMA Negeri 1 Kuta Selatan.

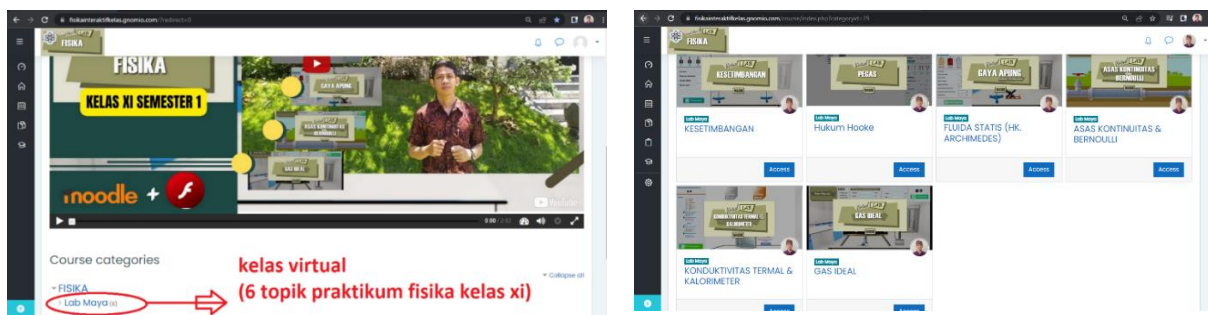
METODE

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan (*Research and Development*). Rancangan penelitian pengembangan mengikuti langkah-langkah dari tahapan model pengembangan Luther meliputi tahap 1) *concept*, 2) *design*, 3) *material collecting*, 4) *assembly*, 5) *testing*, dan 6) *distribution*. Adapun rancangan uji keefektivitasan menggunakan *One Group Pretest-Posttest Design*. Penelitian ini dilaksanakan dengan mengambil waktu pada Semester Genap Tahun Pelajaran 2021/2022. Data penelitian ini diperoleh dari hasil uji validasi materi, media dan bahasa, hasil uji kepraktisan serta uji keefektivitasan produk. Validasi materi dilakukan oleh dua ahli materi serta masing-masing satu orang ahli media dan ahli bahasa. Data uji kepraktisan produk dilakukan pada guru dan siswa. Namun, terbatas pada uji kelompok kecil dan lima praktisi guru fisika di SMA se-Kuta Selatan. Uji perorangan dilakukan pada 3 orang siswa dan kelompok kecil dilakukan pada 15 orang siswa kelas XI MIPA 1 di SMAN 1 Kuta Selatan. Uji keefektivitasan produk melalui tes hasil belajar fisika sejumlah 10 butir soal uraian dilakukan pada 30 siswa kelas XI MIPA 3 di SMAN 1 Kuta Selatan. Instrumen hasil belajar fisika sebelum digunakan, dilakukan penilaian validitas isi dan validitas konstruk untuk menguji konsistensi internal butir tes dan kereliabilitasan tes. Uji coba tes hasil belajar dilakukan pada 90 siswa di kelas XI MIPA 2,4,6 di SMAN 1 Kuta Selatan.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu teknik analisis secara deskriptif untuk data uji kevalidan, kepraktisan dan keefektivitasan dengan mencari skor rata-rata dan N-gain score ternormalisasi. Analisis data dibantu menggunakan Microsoft Excel 2016. Adapun kualifikasi yang digunakan untuk data uji kevalidan berdasarkan koefisien validasi Gregory dengan ketentuan produk dinyatakan valid minimal memperoleh skor 0,61 dengan kualifikasi baik. Hasil penilaian uji kevalidan media dan bahasa terhadap lab maya yang dinyatakan valid dan praktis apabila memperoleh minimal nilai rata-rata minimal sebesar 66. Skor ini berlaku sama baik untuk skor hasil belajar fisika siswa.

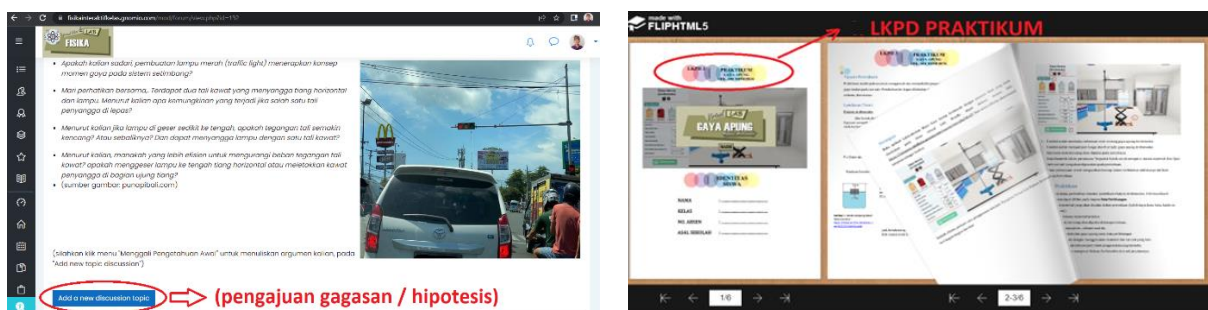
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian berupa produk laboratorium maya terintegrasi LMS berbasis MOODLE pada pembelajaran fisika kelas XI SMA Semester I dinyatakan valid, efektif dan praktis. Laboratorium maya terintegrasi LMS pada pembelajaran fisika secara teknis yaitu berbentuk media elektronik yang dapat diakses secara *online* oleh siswa dan dibuat dengan bantuan aplikasi *macromedia flash*. Komponen-komponen yang terdapat pada laboratorium maya diintegrasikan dengan fitur LMS MOODLE sebagai portal utama dalam kegiatan pembelajaran. Terdapat dua bagian utama dalam LMS MOODLE, yaitu tampilan halaman pembuka (beranda/home) dan halaman pembelajaran melalui kelas virtual. Halaman pembuka ditampilkan pertama kali setelah login pada LMS MOODLE, yang menampilkan video gambaran umum saat belajar menggunakan laboratorium maya yang terintegrasi LMS MOODLE. Halaman pembuka ini juga menampilkan sub menu kelas virtual yang berisi enam topik praktikum fisika kelas XI semester I seperti tampak pada Gambar 1.



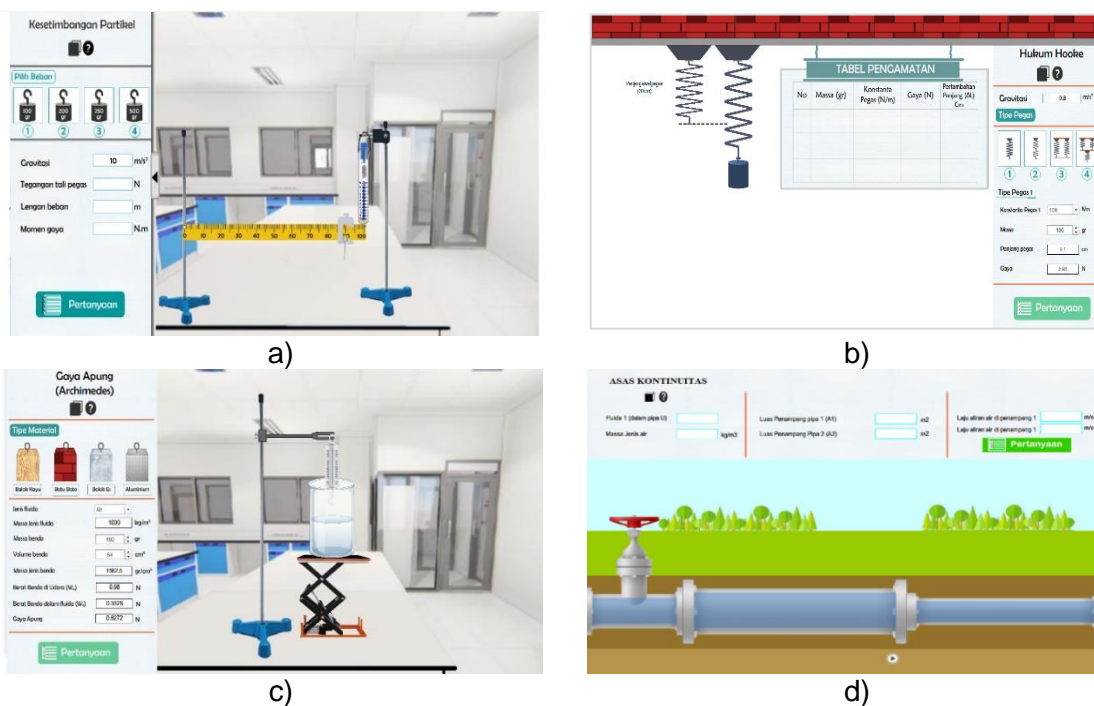
Gambar 1. Tampilan Halaman Pembuka kelas virtual dari 6 topik praktikum

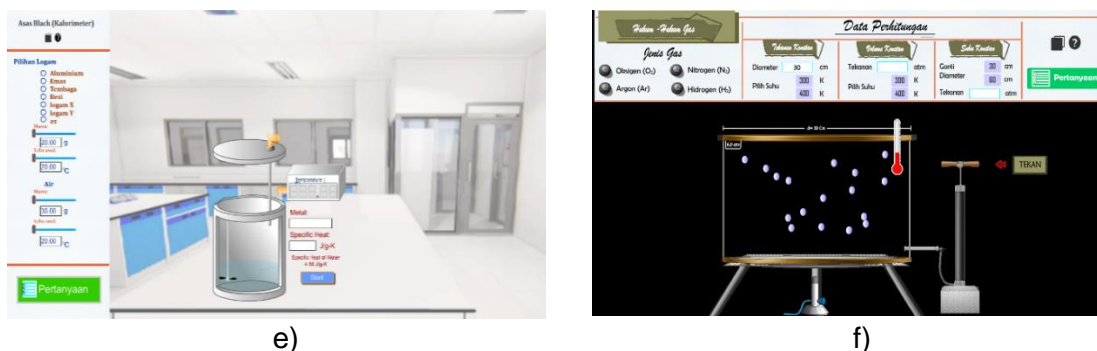
Bagian kedua adalah halaman pembelajaran di masing-masing kelas virtual. Pada halaman pembelajaran ini, terdapat tujuh menu utama diantaranya: 1) Pengumuman; 2) Aplikasi Pemutar Flash; 3) Identifikasi Masalah dan Hipotesis; 4) LKPD Praktikum 5) Aplikasi Lab Maya; 6) Ruang Tugas; dan 7) Evaluasi/Forum Refleksi. Adapun salah satu bentuk fisik fitur LMS yang belajarkan menggunakan lab maya pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. (a) Fitur pengajuan hipotesis; (b) Fitur LKPD praktikum

Aplikasi laboratorium maya juga dapat diunduh dan diputar dalam aplikasi flash player dan dijalankan secara offline, sehingga bisa digunakan untuk belajar secara mandiri. Adapun produk laboratorium maya yang dikembangkan memiliki bentuk fisik seperti pada gambar 3.





Gambar 3. Enam Topik Praktikum Fisika dalam Laboratorium Maya; a) Kesetimbangan; b) Hukum Hooke; c) Gaya Apung; d) Asas kontinuitas dan Bernoulli; e) kalorimeter dan suhu sambungan; f) Gas ideal

Aspek keterampilan proses sains menjadi perhatian dalam pemberdayaan laboratorium virtual. Fathonah dkk. (2018) menjelaskan bahwa diferensiasi dari aspek keterampilan proses sains adalah dasar dan terintegrasi. Berdasarkan keterampilan proses yang berhasil disasar dalam perancangan laboratorium maya ini adalah aspek mengamati, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan pada keterampilan proses dasar. Sementara, aspek keterampilan proses terintegrasi yang dapat dicapai adalah mencerna masalah, menggambarkan keterkaitan antara dua variabel, menghipotesis, menyajikan data.

Uji Validitas Lab Maya

Adapun rekapitulasi hasil uji validitas materi yang dianalisis dengan perhitungan koefisien validitas Gregory, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Analisis Validasi Materi Lab Maya Terintegrasi LMS

No.	Aspek	Nilai KVG	Kualifikasi
1	Kelayakan Isi	0,92	Sangat Baik
2	Komponen Isi	0,83	Sangat Baik
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		0,88	Sangat Baik

Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil uji validitas media laboratorium maya terdiri atas dua aspek penilaian yakni kelayakan isi dan komponen isi. Penilaian rata-rata secara keseluruhan aspek dapat disimpulkan bahwa produk laboratorium maya terintegrasi LMS memperoleh kualifikasi validitas isi dengan sangat baik didasarkan pada nilai KVG sebesar 0,88. Berdasarkan data tersebut, dapat diputuskan bahwa produk yang telah dikembangkan dinyatakan valid dari segi materi.

Validitas media dan validitas bahasa dianalisis dengan mencari nilai rata-rata skor yang telah dikonversi ke skala 100, kemudian dibandingkan dengan kriteria kevalidan. Rekapitulasi hasil uji media disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Validasi Media lab Maya Terintegrasi LMS

No.	Aspek	Nilai Validasi	Kualifikasi
1	Kelayakan Tampilan Desain Lab Maya	97,00	Sangat Valid
2	Kelayakan Pemrograman Produk	95,24	Sangat Valid
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		96,12	Sangat Valid

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa aspek kelayakan tampilan desain lab maya dan kelayakan pemrograman produk dari hasil uji validitas media laboratorium maya terintegrasi LMS secara keseluruhan memperoleh 96,12 dengan kualifikasi sangat valid. Sementara, rekapitulasi hasil uji validitas bahasa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Analisis Validasi Bahasa Produk Lab Maya Terintegrasi LMS

No.	Aspek	Nilai Validasi	Kualifikasi
1	Keterbacaan	100	Sangat Valid
2	Teknik Penulisan	95,33	Sangat Valid
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		97,67	Sangat Valid

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4.6, menunjukkan bahwa aspek keterbacaan dan teknik penulisan dari hasil uji validitas bahasa media laboratorium maya terintegrasi LMS secara keseluruhan memperoleh skor 97,67 dengan kualifikasi sangat valid.

Laboratorium maya terintegrasi LMS berbasis MOODLE yang dikembangkan, berhasil mencapai kategori sangat valid dari validasi materi, media, dan bahasan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, komponen-komponen laboratorium maya terintegrasi LMS yang dikembangkan memenuhi indikator pada instrumen. Temuan ini sejalan dengan penelitian Dwiningsih dkk. (2018) bahwa salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam kelayakan media adalah keterkaitan kompetensi dasar serta indikator pembelajaran. Kedua, validasi produk terpenuhi karena selama proses perancangan didasari pada panduan dalam buku multimedia pembelajaran interaktif. Surjono (2017) menjelaskan dalam bukunya bahwa kriteria sebagai multimedia interaktif dalam pembelajaran memenuhi aspek isi, instruksional dan tampilan.

Uji Kepraktisan Lab Maya

Adapun rekapitulasi hasil uji kepraktisan pada praktisi guru dan siswa yang dianalisis dengan perhitungan skala 100, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kepraktisan Kepada Guru

No	Aspek	Nilai Kepraktisan	Kualifikasi Kepraktisan
1	Tampilan Lab Maya	96,00	Sangat Praktis
2	Komponen Isi	96,86	Sangat Praktis
3	Kebermanfaatan	98,00	Sangat Praktis
4	Aksesibilitas	98,00	Sangat Praktis
5	Kebahasaan	99,00	Sangat Praktis
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		97,57	Sangat Praktis

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa skor rata-rata dari hasil penilaian yang diberikan oleh praktisi adalah 97,57 dan produk laboratorium maya dalam kategori sangat praktis. Rekapitulasi hasil uji kepraktisan siswa secara perorangan dan berkelompok pada tabel 5 dan 6. berkelompok.

Tabel 5. Hasil Uji Kepraktisan Kepada Siswa Perorangan

No	Aspek	Nilai Kepraktisan	Kualifikasi Kepraktisan
1	Daya Tarik Produk	98,33	Sangat Praktis
2	Komponen Isi	95,19	Sangat Praktis
3	Aksesibilitas	93,33	Sangat Praktis
4	Keyakinan & Daya dukung	93,33	Sangat Praktis
5	Kebahasaan & Keterbacaan	96,67	Sangat Praktis
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		95,37	Sangat Praktis

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan Kepada Siswa Berkelompok

No	Aspek	Nilai Kepraktisan	Kualifikasi Kepraktisan
1	Daya Tarik Produk	93,67	Sangat Praktis
2	Komponen Isi	90,89	Sangat Praktis
3	Aksesibilitas	88,67	Sangat Praktis
4	Keyakinan & Daya dukung	90,00	Sangat Praktis
5	Kebahasaan & Keterbacaan	92,89	Sangat Praktis
Rata-Rata Keseluruhan Aspek		91,22	Sangat Praktis

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 5 dan 6, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan skor rata-rata dari hasil penilaian yang diberikan oleh siswa secara perorangan dan kelompok adalah 95,37 dan 91,22. Kedua hasil tersebut menunjukkan bahwa produk laboratorium maya terintegrasi LMS termasuk dalam kategori sangat praktis.

Kriteria sangat praktis dari hasil uji coba produk diperoleh karena beberapa faktor. Pertama, laboratorium maya yang disusun telah dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang jelas. Adanya video tutorial petunjuk penggunaan mempermudah pengguna baik guru maupun siswa dalam menjalankan aplikasi laboratorium maya. Kedua, laboratorium maya dilengkapi dengan LKPD praktikum dengan flip pdf yang menarik, simulasi yang interaktif dan latihan soal beserta pembahasan sehingga mempermudah proses pembelajaran bagi siswa. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Ramadani dan Nana (2020) bahwa melalui *virtual lab* membuat proses pembelajaran menjadi lebih mudah dan menyenangkan untuk dilihat, dibaca, dicerna, diingat, serta konsep materi yang diajarkan lebih konkret dan mudah dipahami, kemudian mempermudah guru untuk menyampaikan materi yang banyak dengan satu tempat sehingga penggunaan waktu lebih efisien, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dan lebih mendorong untuk mencapai keberhasilan.

Uji Keefektivan Lab Maya

Adapun rekapitulasi hasil uji keefektivan produk yang dianalisis dengan membandingkan hasil pretest dan posttest serta perhitungan *N-gain score*, disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Profil Hasil Belajar Fisika Siswa

Data Deskriptif	Hasil Pretest		Hasil Posttest	
	Nilai	Kualifikasi	Nilai	Kualifikasi
Mean	41,42	Kurang	79,83	Baik
Standar Deviasi		8,28		6,87
Nilai Terendah	27,50	Sangat Kurang	67,50	Baik
Nilai Tertinggi	60,00	Cukup	95,00	sangat baik
N (Responden)	30		30	
<g>		0,66		
Kualifikasi <g>		Sedang		

Keterangan,

<g> = Nilai Gain Score Ternormalisasi

Hasil dari uji efektivitas produk didapatkan nilai rata-rata *pretest* hasil belajar sebesar 41,42 dan nilai rata-rata *posttest* sebesar 79,83. Berdasarkan kedua nilai rata-rata tersebut, kemudian dilakukan analisis *N-gain score* ternormalisasi dan diperoleh hasil 0,66 dengan kategori sedang. Analisis berdasarkan hasil pretest-posttest perindividu menunjukkan bahwa dari 30 siswa terdapat 5 orang dengan kualifikasi tinggi. Artinya 16,7% siswa mengalami peningkatan hasil yang cukup signifikan. Sementara itu, 25 orang termasuk dalam kategori sedang dalam *N-Gain* skor. Sekitar 83,3% siswa terbantu dengan baik melalui produk dalam meningkatkan hasil belajar fisika. Ada dua orang siswa memperoleh nilai 67,50. Hasil ini memang masih di bawah KKM sekolah yaitu 70, namun jika dilihat dari peningkatan hasil belajar pada nilai rata-rata *posttest* kedua siswa tersebut bahwa produk lab maya cukup membantu meningkatkan pemahaman konsep siswa terlihat dari skor *N-Gain* dengan kualifikasi sedang. Artinya, produk sudah memenuhi kualifikasi baik untuk mendukung hasil belajar siswa. Berdasarkan Hasil *N-gain score* secara keseluruhan yaitu 0,66 dengan kategori sedang ini dapat disimpulkan bahwa laboratorium maya terintegrasi LMS yang dikembangkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada ranah pengetahuan. Hal ini sejalan dengan penelitian Purwandari (2019) bahwa *virtual laboratory* praktis digunakan, meningkatkan motivasi dan hasil belajar kognitif peserta didik.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan: (1) Karakteristik laboratorium maya terintegrasi LMS MOODLE dalam pembelajaran fisika dikembangkan menjadi aplikasi dengan format swf dan diintegrasikan pada e-learning berbasis MOODLE. Perancangan aplikasi laboratorium maya memanfaatkan aplikasi macromedia flash. Produk dilengkapi dengan adanya video, LKPD praktikum, animasi dan evaluasi. (2) Uji validitas Laboratorium maya sangat valid dari segi materi ($KVG = 0,88$), media ($\bar{x} = 96,12$) dan bahasa ($\bar{x} = 97,67$). (3) Produk laboratorium maya sangat praktis dari praktisi guru ($\bar{x} = 97,57$) dan (2) uji coba perorangan siswa ($\bar{x} = 95,37$) serta kelompok ($\bar{x} = 91,22$). (4) Produk laboratorium maya efektif meningkatkan hasil belajar fisika dilihat dari N-G score ($\langle g \rangle = 0,66$) dengan kriteria sedang. Pengembangan laboratorium maya ini sudah mampu mendukung keterampilan proses dasar dan integrasi. Terbukti tercapainya aspek mengamati, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan pada keterampilan proses dasar. Sementara, aspek keterampilan proses terintegrasi yang dapat dicapai adalah mencerna masalah, menggambarkan keterkaitan antara dua variabel, menghipotesis, menyajikan data. Laboratorium maya terintegrasi LMS Moodle dalam pembelajaran fisika dinyatakan valid, praktis dan efektif. Saran yang dapat diberikan adalah fitur lab maya perlu dikembangkan dan dikonversi teknologi berbasis html maupun javascript sehingga memiliki daya visual dan simulasi lebih beragam. Uji coba produk pada skala yang lebih besar dan dapat dilakukan uji coba pada bagian-bagian bab yang belum diuji pada penelitian ini akan menyempurnakan dan memperkuat kelayakan produk dari sisi pengguna.

DAFTAR RUJUKAN

- Basilaia, G. & D. Kvavadze. 2020. Transition to online education in schools during a SARS-CoV-2 coronavirus (COVID-19) pandemic in Georgia. *Pedagogical Research*. 5(4), 1-9. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1263561>
- Erfan, M., Mauliyda, Hidayati, Widodo, & Ratu. 2021. Utilization of the Android physics virtual lab application to improve understanding of light and optics concepts Utilization of the Android physics virtual lab application to improve understanding of light and optics concepts. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012016>
- Filujeng, D. O., Martini, & A. R. Purnomo. 2022. Implementasi home laboratory topik perpindahan kalor untuk melatih keterampilan proses sains siswa pada masa pandemi. *PENSA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS*. 10(1), 94–101.
- Gunawan, A. Harjono. & H. Sahidu. 2015. Pengembangan Model Laboratorium Virtual Berorientasi Pada Kemampuan Pemecahan Masalah Bagi Calon Guru Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika (SNFPF) Ke-6 2015*. 6(1), 232–237.
- Harjono, A., H. Sahidu. & L. Herayanti. 2017. Virtual laboratory to improve students' problem-solving skills on electricity concept. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 6(2), 257–264. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.8750>
- Hidayat, R., L. Hakim. & L. Lia, . 2019. Pengaruh Model Guided Discovery Learning Berbantuan Media Simulasi PhET Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*. 7(2), 97–104. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i2.5900>
- KKemendikbud. 2019. Laporan Hasil Ujian Nasional 2019/2020. Diakses pada <https://hasilun.puspendik.kemdikbud.go.id>. Diunduh pada 10 September 2021.
- Kirna, I M. 2011. Integrasi hypermedia dalam strategi siklus belajar untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa SMP yang memiliki dua gaya belajar berbeda. Laporan Hibah Doktor. Malang: PPS UM
- Lestari, D. P., & Supahar. 2020. Students and teachers ' necessity toward virtual laboratory as an instructional media of 21 st century science learning Students and teachers '

- necessity toward virtual laboratory as an instructional media of 21 st century science learning. *Journal of Physics: International Seminar on Science Education*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012091>
- Luthfi, I., F. Mufit, M. Rosiana, & N. Putri. 2020. Design of physical teaching material based on cognitive Conflict learning in direct current electricity integrating virtual laboratory. *Pillar Of Physics Education*. 14(4), 558–567.
- Manikowati, Nf. & D. Iskandar. 2018. Pengembangan Model Mobile Virtual Laboratorium Untuk Pembelajaran Praktikum Siswa Sma. *Jurnal Kwangsan*. 6(1), 23. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v6n1.p23--42>
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2018. *Programme for international student assessment (PISA) results from PISA 2018*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_IDN.pdf
- Purwandari, E. 2019. Pengembangan virtual laboratory termodinamika di sekolah menengah atas. *Science and Physics Education Journal*. 3(1).
- Ramadani, E. M., & Nana, N. 2020. Penerapan problem based learning berbantuan virtual lab phet pada pembelajaran fisika guna meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA: Literature review. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 8(1): 87-92.
- Rizal, A., R. I. Adam, & S. Susilawati. 2018. Pengembangan laboratorium virtual fisika osilasi. *Jurnal Online Informatika*, 3(1), 55. <https://doi.org/10.15575/join.v3i1.140>
- Rosdiana, D., A. Suherman, & R. Darman. 2019. Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Physics Laboratory. *Journal Of Nature Science and Integration*. 2(2), 132–142.
- Sari, P. Y. & Nana. 2020. Pengaruh model REACT berbantuan virtual laboratory terhadap pemahaman konsep pada materi dinamika rotasi dan kesetimbangan benda tegar. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*. 7(1), 9. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v7i1.16058>
- Sumargo, E. & L.Yuanita. 2014. Penerapan media laboratorium virtual (PhET) pada materi laju reaksi dengan model pengajaran langsung. *Unesa Journal of Chemical Education*. 3 (1), 119–133.
- Swandi, A., H. S. Nurul, & L. J. Irsan. 2015. Pengembangan media pembelajaran laboratorium virtual untuk mengatasi miskonsepsi pada materi fisika inti di SMAN 1 Binamu, Jenepono. *Jurnal Fisika Indonesia*. 18(52), 20–24. <https://doi.org/10.22146/jfi.24399>
- Wulandari, N. & R. Vebrianto. 2017. Studi literatur pembelajaran kimia berbasis masalah ditinjau dari kemampuan menggunakan laboratorium virtual. *Seminar Teknologi Informasi, Komunikasi Dan Industri (SNTIK)* 9, 18–19.
- Yeni, L. F., & Yokhebed. 2015. Pengembangan virtual laboratory berbasis multimedia interaktif pada mata kuliah microbiology sub materi isolasi bakteri. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 6(1), 57–67.
- Yuniarti, F., P. Dewi, & R. Susanti. 2012. Pengembangan virtual laboratory sebagai media pembelajaran berbasis komputer pada materi pembiakan virus. *Unnes Journal of Biology Education*. 1(1), 86–94.
- Yusuf, I., & Subaer. 2013. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berbasis media laboratorium virtual pada materi dualisme gelombang partikel di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(2), 189–194.
- Yusuf, I., S. W. Widyaningsih, & D. Purwati. 2015. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika modern berbasis media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran abad 21 dan kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Papua: Pancaran*. 4(2), 189–200.