
Pengembangan *E-Learning* Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

Baiq Sumaeni*, Sutrio, I Wayan Gunada

Prodi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP Universitas Mataram, Mataram, NTB, Indonesia

*Corresponding email: enny20fb@gmail.com

Article History

Received : July 12th, 2022

Revised : August 27th, 2022

Accepted : September 27th, 2022

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-learning* fisika berbasis masalah berbantuan laboratorium virtual yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada topik gerak lurus. Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan (*Research & Development*) yang mengacu pada langkah-langkah model 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Produk pada penelitian ini terdiri dari *e-learning* fisika, silabus, RPP, LKPD, dan instrumen tes. Pengumpulan data berupa validitas produk diperoleh dari hasil validasi oleh validator ahli dan validator praktisi dengan rentang hasil rata-rata validasi semua produk dari 3.19-3.77 dengan kriteria valid. Kepraktisan produk diperoleh dari lembar angket respon peserta didik setelah mengikuti kegiatan pembelajaran. Persentase hasil penilaian dan analisis data kepraktisan diperoleh nilai 84.87% dengan kriteria cukup praktis. Adapun uji efektivitas produk menggunakan uji N-Gain yang diperoleh dari hasil pretest dan posttest pada uji terbatas. Persentase hasil penilaian dan analisis data uji efektivitas diperoleh peningkatan yang cukup signifikan yaitu 58.13% dengan kriteria cukup efektif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran yang dikembangkan valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Keywords: *E-Learning* Fisika, Pembelajaran Berbasis Masalah, Laboratorium Virtual, Keterampilan Proses Sains

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi berkembang dengan sangat pesat. Salah satu bidang yang memiliki dampak cukup pesat adalah bidang pendidikan. Proses Pendidikan mengalami dampak yang cukup serius sebagai dampak dari adanya pandemic Covid 19. Munculnya pandemi Covid-19 membuat kegiatan pembelajaran tidak dapat terlaksana dengan semestinya. Kegiatan pembelajaran yang awalnya tatap muka digantikan dengan kegiatan pembelajaran daring. Pendidik harus menyiapkan solusi agar kegiatan pembelajaran tetap berjalan dengan baik dan materi pembelajaran dapat tersampaikan. Penggunaan teknologi pada bidang pendidikan saat pandemi menjadi solusi yang tepat dalam hal ini adalah *e-learning*. *E-learning* adalah proses pendidikan yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk memediasi aktivitas pembelajaran baik secara sinkronous maupun asinkronous (Naidu, 2006). Pembelajaran dengan *e-learning* bisa dilakukan secara tatap muka ataupun pembelajaran jarak jauh yang

merupakan alternative dari suatu pola pendidikan agar memungkinkan pembelajaran terjadi kapan saja dan dimana saja dengan memanfaatkan teknologi internet (Salma, 2013).

Kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara virtual membuat interaksi antara pendidik dan peserta didik menjadi kurang sehingga menyebabkan peserta didik menjadi pasif dan keterampilan proses sains peserta didik terabaikan. Sedangkan salah satu tujuan dari kurikulum 2013 adalah peserta didik harus lebih aktif dan pendidik berperan sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. Pembelajaran berbasis masalah adalah proses pembelajaran yang menggunakan pendekatan sistemik untuk memecahkan masalah atau menghadapi tantangan yang akan diperlukan dalam kehidupan nyata (Sutirman, 2013). Oleh karena itu dibutuhkan suatu model pembelajaran yang sesuai dengan tujuan dari kurikulum tersebut dalam hal ini adalah model pembelajaran berbasis masalah. Penelitian terdahulu menyatakan penerapan model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan keaktifan dan keterampilan proses sains peserta didik

berdasarkan tahapan mengorganisasikan dan membimbing pengalaman individu/kelompok, tahapan mengembangkan, dan menyajikan hasil karya peserta didik (Irmawati *et al.*, 2021).

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan dasar yang harus dimiliki oleh peserta didik yang bersifat terarah baik dari aspek kognitif ataupun aspek psikomotorik yang digunakan dalam penemuan konsep, prinsip, dan teori (Trianto, 2017). Keterampilan proses sains merupakan kemampuan peserta didik untuk menemukan dan mengembangkan konsep, teori, prinsip, dan fakta melalui kegiatan pembelajaran dan kegiatan penyelidikan. Pembelajaran dengan mengembangkan keterampilan proses sains memudahkan peserta didik untuk menemukan suatu konsep, prinsip, atau teori untuk mengembangkan konsep yang telah ada sebelumnya ataupun untuk melakukan penyangkalan terhadap suatu penemuan (Azizirrahim *et al.*, 2015). Beberapa indikator yang digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik yaitu mengamati, menggunakan bilangan, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, menginterpretasi data, memprediksi, menerapkan konsep, dan berkomunikasi.

Tujuan pembelajaran tidak hanya mengukur aspek kognitif saja tetapi juga mengukur aspek psikomotorik peserta didik. Kegiatan pembelajaran pada saat pandemi Covid-19 tidak memungkinkan untuk melakukan proses penyelidikan secara langsung sehingga dibutuhkan pemanfaatan dari media laboratorium virtual untuk melakukan penyelidikan secara daring. Kegiatan penyelidikan dengan bantuan teknologi komputer lebih efisien dan murah, dapat dilaksanakan dimana saja dan kapan saja. Penyelidikan dengan laboratorium virtual mampu meningkatkan keterampilan berpikir generic, keterampilan proses sains, kemampuan pemecahan masalah, serta penguasaan konsep fisika (Gunawan *et al.*, 2013). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Agustine *et al.* (2014) menyatakan laboratorium virtual adalah pengembangan teknologi komputer sebagai bentuk objek multimedia interaktif untuk menstimulasikan percobaan laboratorium ke dalam komputer yang bisa diakses melalui internet.

Berdasarkan uraian di atas peneliti berinisiatif untuk mengembangkan *e-learning* fisika berbasis masalah berbantuan laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses

sains peserta didik pada materi pembelajaran gerak lurus. Pengembangan *e-learning* ini menggunakan aplikasi articulate storyline 3 dan pengembangan laboratorium virtual menggunakan program html dan javascript. Kemudian laboratorium virtual yang sudah selesai dikembangkan dibuat dalam bentuk website agar bisa dimasukkan ke program *e-learning* sehingga menjadi satu kesatuan.

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu yang berfungsi untuk menguji validitas dan keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2019). Prosedur pengembangan mengacu pada langkah-langkah model 4D, yakni:

Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian merupakan tahapan awal penelitian dengan melakukan analisis kebutuhan melalui observasi dan studi literatur. Adapun beberapa analisis yang dilakukan yakni; analisis kurikulum untuk mengetahui kompetensi yang akan dicapai, analisis kemampuan peserta didik untuk mengetahui tingkat keterampilan proses sains peserta didik, dan analisis materi sebagai acuan dalam penyusunan program laboratorium virtual.

Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan merupakan tahap kegiatan awal untuk membuat rancangan produk yang akan dikembangkan. Pada tahap ini peneliti menyusun perencanaan *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran berupa silabus, RPP, LKPD, dan instrumen tes keterampilan proses sains. Sedangkan instrumen pengumpulan data berupa lembar observasi keterlaksanaan, lembar observasi aspek psikomotorik, lembar angket respon peserta didik, dan instrumen tes keterampilan proses sains.

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan tahapan kegiatan untuk membuat rancangan menjadi produk dan menguji validitas, kepraktisan dan efektivitas produk sehingga dihasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi. Validitas produk berupa *e-learning* fisika, perangkat pembelajaran

yang terdiri dari silabus, RPP, LKPD, dan instrumen tes keterampilan proses sains yang dihitung validitasnya dengan menggunakan persamaan :

$$\text{skor penilaian} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 4$$

Data yang diperoleh akan dikonversi menjadi kriteria validitas produk yang dikembangkan yang mengacu pada tabel 1.

Tabel 1 Konversi Skor Penilaian Menjadi Pernyataan Nilai Kualitas Validasi

Penilaian skor	Rerata skor	klasifikasi
4	3,26 – 4,00	Sangat valid
3	2,51 – 3,25	Valid
2	1,76-2,50	Kurang valid
1	1,01 – 1,75	Tidak valid

Suyanto *et al.*(2009)

Analisis kepraktisan dilakukan untuk mengetahui apakah keterlaksanaan produk dalam proses pembelajaran fisika dikelas telah memenuhi kriteria praktis. Kepraktisan produk dapat diketahui dengan menghitung persentase keterlaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan dengan menggunakan rumus:

$$\text{persentase} = \frac{\text{frekuensi item yang terlaksana}}{\text{total item}} \times 100\%$$

Berdasarkan rumus persentase keterlaksanaan tersebut, produk dikatakan praktis berdasarkan keterlaksanaan pembelajaran jika persentase keterlaksanaanya mencapai 75%. Data persentase yang telah diperoleh kemudian dikonversi menjadi kriteria kepraktisan *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran yang mengacu pada Tabel 1.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Nilai persentase	Kriteria Kepraktisan
85,01% - 100%	Sangat Praktis
70,01% - 85%	Cukup Praktis
50,01% - 70 %	Kurang Praktis
0% - 50 %	Tidak Praktis

(Reski *et al.*, 2021)

Analisis keefektifan produk digunakan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains dengan menggunakan uji N-gain (Normalisasi Gain) dengan persamaan :

$$N - \text{gain} = \frac{\bar{S}_{post} - \bar{S}_{pre}}{\bar{S}_{maks} - \bar{S}_{pre}} \times 100\%$$

Dimana:

- S_{post} : skor *post-test*
- S_{pre} : skor *pre-test*
- S_{maks} : skor maksimum

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan *N-Gain*, kemudian diinterpretasikan ke dalam Tabel 2.

Tabel 3. Kriteria Perolehan *N-Gain*

Nilai <g>	Kriteria
≥ 76	Efektif
56-75	Cukup Efektif
40-55	Kurang Efektif
<40	Tidak Efektif

(solikha *et al.*, 2020)

Tahap penyebaran (*Dissemination*)

Tahap penyebaran merupakan tahapan menyebarkan produk yang telah diuji untuk dimanfaatkan orang lain. Pada tahap ini dilakukan pembuatan artikel ilmiah yang akan dimuat pada *e-journal*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Tahap Pendefinisian (define)

Tahap pendefinisian pada penelitian pengembangan ini terdiri dari beberapa analisis diantaranya yaitu analisis kurikulum, analisis kemampuan peserta didik, dan analisis materi pembelajaran. Berdasarkan hasil studi literatur, observasi, dan wawancara guru fisika di SMAN 1 Sikur kurikulum yang digunakan adalah kurikulum 2013 sedangkan untuk kegiatan pembelajaran kombinasi antara kegiatan pembelajaran tatap muka dan daring. analisis kemampuan peserta didik belum pernah diukur pada aspek keterampilan proses sains sehingga peneliti berinisiatif untuk melakukan penelitian dengan mengembangkan *e-learning* fisika berbasis masalah berbantuan laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Tahap Perancangan (Design)

Pada tahap ini *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran dirancang sesuai dengan model pembelajaran berbasis masalah

berbantuan media laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. *E-learning* fisika yang dikembangkan terdiri dari materi pembelajaran, video pembelajaran, simulasi virtual atau laboratorium virtual, dan evaluasi pembelajaran. Sedangkan untuk perangkat pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari silabus, RPP, LKPD, dan instrumen tes keterampilan proses sains.

Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini dilakukan uji kelayakan produk, uji kepraktisan produk dan uji efektivitas produk. Uji kelayakan produk diperoleh dari lembar penilaian oleh validator. Uji kepraktisan *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran diperoleh dari lembar angket respon peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan, dan lembar observasi kegiatan penyelidikan oleh peserta didik. Adapun uji efektivitas dilakukan dengan uji *pretest* dan *posttest* yang diberikan kepada 20 peserta didik kelas X-PC di SMAN 1 Sikur. Hasil *pretest* dan *posttest* diuji dengan menggunakan uji N-Gain.

Tabel 4. Hasil Validasi Produk Oleh Validator Ahli

produk	Nilai	Kategori
<i>E-learning</i> Fisika	3.63	Sangat valid
Silabus	3.19	Valid
RPP	3.27	Sangat valid
LKPD	3.22	Valid
Instrumen Tes	3.52	Sangat Valid

Hasil validasi oleh validator ahli yakni 3 dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Mataram diperoleh masing masing produk memiliki nilai validasi dengan kategori valid dan sangat valid.

Tabel 5. Hasil Validasi Produk Oleh Validator Praktisi

produk	Nilai	Kategori
<i>E-learning</i> Fisika	3.53	Sangat valid
Silabus	3.67	Sangat valid
RPP	3.77	Sangat valid
LKPD	3.67	Sangat valid
Instrumen Tes	3.67	Sangat valid

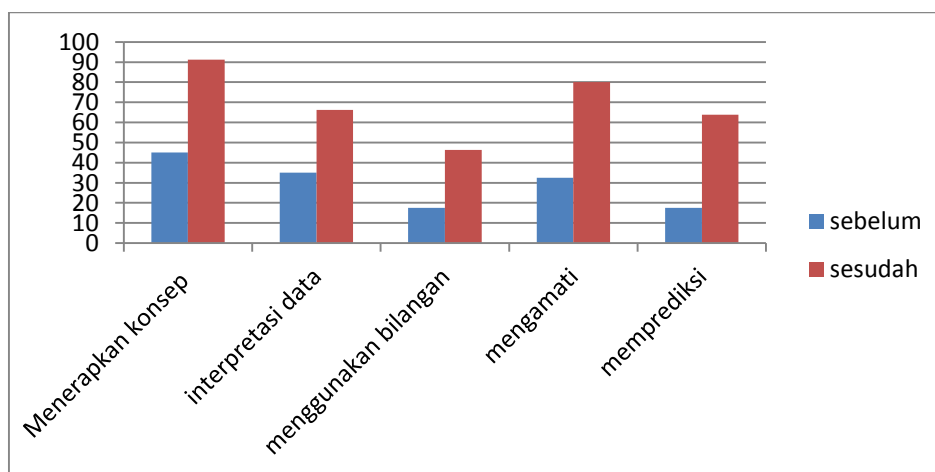
Hasil validasi oleh validator praktisi yakni 3 guru fisika di SMAN 1 Sikur diperoleh masing masing produk memiliki nilai validasi dengan kategori sangat valid.

Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan Produk

Uji Kepraktisan	Persentase (%)	Kriteria
Angket Respon Peserta Didik	84.87	Cukup praktis
Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	75.46	Cukup praktis
Lembar Observasi Kegiatan Penyelidikan	75.04	Cukup praktis

Tabel 7. Data Peningkatan Keterampilan Proses Sains (KPS) Peserta Didik

Indikator KPS	Persentase (%)	
	sebelum	sesudah
Menerapkan konsep	45	91.25
Interpretasi data	35	66.25
Menggunakan bilangan	17.5	46.25
Mengamati	32.5	80
Memprediksi	17.5	63.75



Gambar 1. Diagram Peningkatan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik

Tabel 8. Rata-rata N-Gain Tes Keterampilan Proses Sains

$\bar{X}_{pretest}$	$\bar{X}_{posttest}$	$\bar{X}_{posttest} - \bar{X}_{pretest}$	$X_{max} - \bar{X}_{pretest}$	% N-Gain	Kriteria
27.75	69.75	42	72.25	58.13	Cukup Efektif

Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Hasil penelitian berupa kepraktisan dan efektivitas *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran dimuat dalam bentuk artikel ilmiah agar dapat dipublikasikan dan bermanfaat bagi masyarakat secara luas.

Pembahasan

Validitas produk berupa *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran diperoleh dari hasil penilaian oleh validator ahli yakni 3 dosen program studi pendidikan fisika universitas mataram sedangkan validator praktisi yakni 3 guru fisika SMAN 1 Sikur. uji validitas dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari produk yang dikembangkan. Hasil validasi dari validator dijadikan sebagai dasar perbaikan produk agar produk yang dihasilkan siap untuk di uji cobakan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada *e-learning* fisika didapatkan penilaian rata-rata oleh validator ahli adalah 3.63 dengan kriteria sangat valid , sedangkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.53 dengan kriteria sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan *e-learning* yang dikembangkan layak digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bakri dan Mulyati (2017), yaitu hasil evaluasi formatif dalam bentuk uji kelayakan terhadap perangkat *e-learning* yang dihasilkan didapat bahwa perangkat sudah dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran fisika.

Silabus yang dikembangkan memodifikasi produk silabus kurikulum 2013 yang sudah ada. Sesuai amanat Permendikbud (2016) silabus disusun lengkap yang memuat KI, KD, IPK, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran dengan model berbasis masalah, teknik dan bentuk penilaian keterampilan proses sains, alokasi waktu pembelajaran, serta sumber belajar yang digunakan. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, silabus yang mengacu pada model pembelajaran berbasis masalah didapatkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.19 dengan kriteria valid, sedangkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.67 dengan kriteria sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa silabus yang dikembangkan layak digunakan.

RPP merupakan panduan guru yang disiapkan untuk mendorong dan memotivasi pendidik agar lebih siap dan percaya diri dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran (Hayati, 2014). Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, RPP yang mengacu pada model pembelajaran berbasis masalah didapatkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.27 dengan kriteria sangat valid, sedangkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.77 dengan kriteria sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan layak digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gunada *et al.* (2015) yaitu RPP yang berorientasi pembelajaran berbasis masalah layak digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah kontekstual yang berhubungan dengan materi fisika dasar.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, LKPD yang mengacu pada model pembelajaran berbasis masalah didapatkan penilaian rata-rata oleh validator ahli adalah 3.22 dengan kriteria sangat valid , sedangkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.67 dengan kriteria sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan LKPD yang dikembangkan layak digunakan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ubaidillah (2016) yaitu produk LKPD yang dikembangkan layak digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir tingkat tinggi

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada alat evaluasi berupa instrument tes keterampilan proses sains didapatkan penilaian rata-rata oleh validator ahli adalah 3.52 dengan kriteria sangat valid , sedangkan penilaian rata-rata oleh validator praktisi adalah 3.67 dengan kriteria sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan instrumen tes yang dikembangkan layak digunakan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliati (2016) yaitu peningkatan keterampilan proses sains peserta didik yang mendapatkan pembelajaran berbasis masalah (PBM) lebih baik dibandingkan dengan peserta didik yang mendapatkan pembelajaran bukan PBM.

Kepraktisan *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran pada penelitian ini mengacu kepada tingkat kemudahan penggunaan

e-learning oleh peserta didik, keterlaksanaan kegiatan pembelajaran yang dinilai oleh guru fisika pada saat penelitian berlangsung, dan keterampilan peserta didik pada saat melakukan kegiatan penyelidikan dinilai oleh peneliti. Sedangkan efektivitas *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains peserta didik.

Adapun untuk menilai kepraktisan *e-learning* dilakukan dengan cara memberikan angket respon kepada 20 orang peserta didik kelas X-PC MIPA SMAN 1 Sikur yang telah mengikuti kegiatan pembelajaran. Hasil analisis angket respon peserta didik diperoleh rata-rata cukup praktis dengan persentase 84.87%. Penilaian keterlaksanaan dilakukan oleh observer dalam hal ini adalah guru mata pelajaran fisika yang mendampingi saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Keterlaksanaan kegiatan pembelajaran dinilai dari pertemuan pertama sampai dengan pertemuan ketiga. Hasil analisis lembar observasi keterlaksanaan diperoleh rata-rata persentase 75.46% dengan kriteria cukup praktis. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Susanto dan Retnawati (2016) menyatakan bahwa kepraktisan ditentukan dengan keterlaksanaan pembelajaran yang dinilai oleh guru dan angket respon peserta didik dengan minimal memenuhi kriteria cukup praktis. Oleh karena itu, *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran berbasis masalah berbantuan laboratorium virtual yang peneliti kembangkan cukup praktis dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Penilaian aspek psikomotorik peserta didik dilakukan oleh peneliti dilakukan untuk mengetahui keterampilan peserta didik saat melaksanakan kegiatan penyelidikan dengan menggunakan laboratorium virtual yang telah dikembangkan dengan 3 indikator penilaian yakni kualitas penyelidikan, kreativitas penyelidikan, dan produk yang dihasilkan dari proses penyelidikan. Hasil analisis lembar observasi aspek psikomotorik peserta didik diperoleh rata-rata persentase dari semua kelompok adalah 75.04% dengan kriteria cukup praktis. Oleh karena itu, laboratorium virtual yang peneliti kembangkan cukup praktis dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Efektivitas *e-learning* fisika berbasis masalah berbantuan laboratorium virtual pada materi gerak lurus yang peneliti kembangkan

untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik yang kemudian dianalisis menggunakan uji N-Gain. Pelaksanaan kegiatan pembelajaran dilakukan sebanyak 3 kali pertemuan dikelas X-PC SMAN 1 Sikur, sebelum kegiatan pembelajaran dimulai peneliti memberikan *pretest* dengan 20 soal pilihan ganda dengan waktu pengerjaan 60 menit, setelah melaksanakan 3 kali pertemuan pembelajaran peneliti memberikan *posttest* dengan 20 soal pilihan ganda dengan waktu pengerjaan 60 menit.

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat peningkatan keterampilan proses sains peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Semua indikator dari keterampilan proses mengalami peningkatan yang signifikan. Hasil analisis efektivitas pada keterampilan proses sains peserta didik diperoleh rata-rata nilai *pretest* peserta didik sebesar 27.75, hasil tersebut menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik tergolong rendah. Peserta didik belum mampu menyelesaikan fenomena-fenomena terkait gerak lurus yang diberikan oleh peneliti. Setelah kegiatan pembelajaran dilakukan dengan *e-learning* fisika diperoleh hasil nilai rata-rata *posttest* sebesar 69.75. Setelah dianalisis dengan uji N-Gain rata-rata nilai efektivitas yang didapatkan adalah 58.13% dengan kriteria cukup efektif. Oleh karena itu pengembangan *e-learning* fisika berbantuan laboratorium virtual yang peneliti kembangkan cukup efektif diterapkan pada saat kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Humairah *et al.* (2021) bahwa keefektifan ditentukan dari ketuntasan hasil kerja peserta didik dengan penerapan laboratorium virtual dalam pembelajaran, semua aspek yang diuji memenuhi syarat ketuntasan sehingga dinyatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains.

Kegiatan pembelajaran pada penelitian ini dilakukan sepenuhnya tatap muka dengan memperhatikan protokol kesehatan di era pandemi covid-19 sesuai arahan dari pemerintah sehingga jumlah siswa yang terlihat dalam penelitian hanya 20 orang peserta didik dari jumlah total 37 orang peserta didik pada kelas X-PC SMAN 1 Sikur yang dipilih secara acak dan alokasi waktu pada penelitian ini terbatas yakni 30 menit dalam satu kali pertemuan.

Selama proses pembelajaran peneliti menggunakan *e-learning* sebagai media pembelajaran termasuk pemanfaatan laboratorium virtual yang sudah dimasukkan kedalam program *e-learning*. Penggunaan *e-learning* ini dibatasi sebagai media yang digunakan dengan tujuan mendistribusikan, mengumpulkan, dan memfasilitasi peserta didik dari aspek kesiapan materi sehingga dapat melaksanakan pembelajaran dan praktikum virtual secara mandiri dimanapun dan kapanpun tetapi dalam pelaksanaannya penelitian ini dilakukan secara offline. Selain itu keterbatasan dalam penggunaan *e-learning* ini adalah ketidaksiapan dari beberapa peserta didik diantaranya peserta didik tidak memiliki paket data internet untuk mengakses *e-learning* dan terjadi error pada hp yang digunakan saat kegiatan pembelajaran berlangsung.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data, dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa *e-learning* fisika dan perangkat pembelajaran berupa silabus, RPP, LKPD, dan instrumen tes berbasis masalah berbantuan laboratorium virtual yang meneliti kembangkan valid, praktis dan efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan peneliti kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

REFERENSI

Agustine, D., Wiyono., & Muslim. (2014). Pengembangan *E-Learning* Berbantuan Virtual Laboratory untuk Mata Kuliah Praktikum Fisika Dasar II di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNSRI. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. 1(1), 33-42.
<https://doi.org/10.36706/jipf.v1i1.1218>

Azizirrahim, E., Sutrio., & Gunawan. (2015). Penerapan Pendekatan Keterampilan Proses Sains dalam Model Pembelajaran Guided Discovery untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Fisika pada Siswa Kelas VIIA SMPN 8 Mataram Tahun Ajaran

2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 1(2), 272- 275.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v1i4.270>

Bakri, F., & Mulyati, D. (2017). Pengembangan Perangkat *E-Learning* Untuk Matakuliah Fisika Dasar II Menggunakan LMS Chamilo. *Jurnal wahana pendidikan fisika*. 2(1), 25-30.
<http://dx.doi.org/10.17509/wapfi.v2i1.4868>

Gunada, I.W., Sahidu, H., & Sutrio. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Sikap Imiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 1(1), 38-46.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v1i1.233>

Gunawan., Setiawan, A., & Widyantoro D.H. (2013). Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Calon Guru. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*. 20 (1), 25-32.
<http://eprints.unram.ac.id/id/eprint/4394>

Hayati,M. (2014). *Desain Pembelajaran Berbasis Karakter*. Pekanbaru: LPPM Universitas Negeri Sultan syarif Kasim Riau.

Humairah, N.H., Khaeruddin., & Yani, H. (2021). Pengembangan LKPD Fisika Berbasis Virtual Lab untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 17(2), 104-112.
<https://doi.org/10.35580/jspf.v17i2.19047>

Irmawati., Suarti., & Nurlina. (2021). Upaya Meningkatkan Keaktifan Belajar Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*. 1(1), 39-46.
<https://doi.org/10.24252/al-khazini.v1i1.20834>

Naidu, Som.(2006). *E-learning: A Guidebook Of Principles, Prosedur, And Practices*. New Delhi: Commonwealth Educational Media Center.

Permendikbud. (2016). *Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Indonesia: Kemendikbud.

Reski, R., Hutapea, M.N., & Saragih, S. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning* Untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas VII SMP/Mts.

- Jurnal Cendikia*. 5(1): 701-717.
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.369>
- Salma, Dewi (2013). *Mozaik Teknologi Pendidikan E-Learning*. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Solikha, Nikmatus., Suchainah., & Rasyida, Irfah (2020). Efektifitas Pembelajaran *E-learning* Berbasis Schoology Terhadap Peningkatan Keefektifan dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Edukasi & Sosial*. 11(1), 31-42.
<https://doi.org/10.20992/jies.v2012.029>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan: Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta CV.
- Susanto, E., & Retnawati, H. (2016). Perangkat Pembelajaran Matematika Bercirikan PBL untuk Mengembangkan HOTS Siswa SMA. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*.3(2),1-9.
<https://doi.org/10.21831/jrpm.v3i2.10631>
- Suyanto,Eko & Sartinem (2009). Pengembangan Contoh Lembar Kerja Peserta Fisika Siswa Dengan Latar Penuntasan Bekal Awal Ajar Tugas Studi Pustaka dan Keterampilan Proses Untuk SMA Negeri 3 Bandar Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan 2009*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Sutirman (2013) *Media dan Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
<http://grahailmu.co.id/previewpdf/978-602-262-064-8-1063.pdf>
- Trianto (2017). *Model Pembelajaran Terpadu: Kosep, Strategi, dan Implementasinya Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ubaidillah, M. (2016). Pengembangan LKPD Fisika Berbasis Problem Solving untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal EduFisika*. 1(2), 9-20.
<https://doi.org/10.22437/edufisika.v1i2.3425>
- Yuliati, Y. (2016). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal Cakrawala Pendas*. 2(2), 71-83.
<https://dx.doi.org/10.31949/jcp.v2i2.335>