

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBANTUAN *VIRTUAL*
LABORATORIUM SIMULASI *PHET* PADA MATERI MOMENTUM
DAN IMPULS TINGKAT SMA/MA**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**SUSI FEBRIANTI
NIM. 200204016**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Prodi Pendidikan Fisika**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM-BANDA ACEH
2023 M/ 1445 H**

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBANTUAN VIRTUAL
LABORATORIUM SIMULASI PHET PADA MATERI MOMENTUM
DAN IMPULS TINGKAT SMA/MA**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK)
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika**

Diajukan Oleh :

**SUSI FEBRIANTI
NIM. 200204016**

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Fisika**

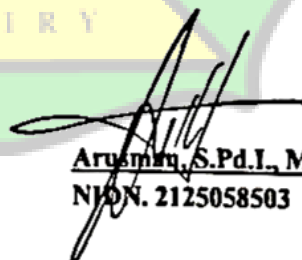
Disetujui oleh :

Pembimbing I,



**Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.
NIP. 198508102014032002**

Pembimbing II,



**Arusmiy, S.Pd.I., M.Pd.
NIP. 2125058503**

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBANTUAN VIRTUAL
LABORATORIUM SIMULASI PHET PADA MATERI MOMENTUM
DAN IMPULS TINGKAT SMA/MA**

SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Pendidikan Fisika

Pada Hari/Tanggal

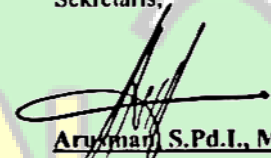
Rabu, 20 Desember 2023 M
7 Jumadil Akhir 1445 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua


Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.
NIP. 198508102014032002

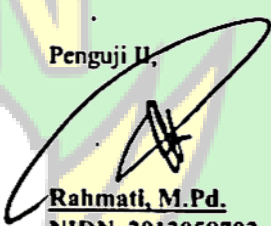
Sekretaris


Arsyaman, S.Pd.I., M.Pd.
NIDN. 2125058503

Penguji I,


Fitriyawany, S.Pd.I., M.Pd.
NIP. 198208192006042002

Penguji II,


Rahmati, M.Pd.
NIDN. 2012058703

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
Banda Aceh




Prof. Saiful Mujib, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.
NIP. 197301021997031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Susi Febrianti

NIM : 200204016

Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Virtual* Laoratorium
Simulasi *PhET* pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat
SMA/MA

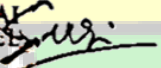
Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan ini, saya:

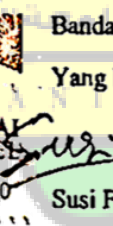
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkannya dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya
4. Tidak memanipulasi dan memasukan data
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggung jawabkan atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi terhadap aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 10 Desember 2023

Yang Menyatakan,


Susi Febrianti

  
METERAL
TEMPEL
DFAKX688929900

ABSTRAK

Nama : Susi Febrianti
NIM : 200204016
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Fisika
Judul : Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Virtual*
Laboratorium Simulasi *PhET* Pada Materi Momentum dan
Impuls Tingkat SMA/MA
Pembimbing I : Sri Nengsih, S.Si., M.Sc
Pembimbing II : Arusman, M.Pd
Kata Kunci : E-LKPD, *Virtual* Laboratorium Simulasi *PhET*,
Momentum dan Impuls

Permasalahan keterbatasan fasilitas di laboratorium menjadi kendala bagi peserta didik untuk melakukan praktikum dan keterbatasan waktu juga menjadi salah satu alasan mereka tidak menggunakan bahan ajar berbantuan teknologi. Materi momentum dan impuls dianggap rumit oleh peserta didik, hal ini disebabkan oleh keterbatasan penggunaan buku cetak sebagai satu-satunya bahan ajar dalam proses pembelajaran fisika. Oleh karena itu, diperlukan penggunaan bahan ajar tambahan berupa E-LKPD untuk membantu peserta didik memahami konsep momentum dan impuls. Penelitian ini memiliki dua tujuan utama, yaitu untuk merancang desain E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* dan untuk mengetahui kelayakan E-LKPD tersebut. Pembuatan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* digunakan sebagai simulasi animasi pembelajaran yang bersifat interaktif, sehingga akan memperdalam pemahaman dan meningkatkan minat peserta didik terhadap ilmu fisika. Proses pengembangan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* mengikuti model yang telah dikembangkan oleh Alessi dan Trollip, yang terdiri dari tiga tahap: (1) Perencanaan (*Planning*), (2) Perancangan (*Design*), dan (3) Pengembangan (*Development*). Hasil dari penelitian ini adalah E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* yang fokus pada materi momentum dan impuls. Mengetahui kelayakan produk dilakukan melalui validasi oleh ahli media dan ahli materi, dengan persentase validasi ahli media mencapai 94,37%, dan validasi ahli materi mencapai 93,14%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa E-LKPD ini sangat layak digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan sukses, sehingga penulis dapat menghasilkan suatu karya tulis berupa skripsi ini. Shalawat beserta salam kepada Nabi besar Muhammad SAW yang mana atas perjuangan beliau yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang berilmu pengetahuan seperti saat ini.

Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta yaitu Ayahanda Supono atas tiap tetes keringat dalam memperjuangkan rezeki yang halal untuk kami keluarganya, petuah, do'a serta motivasi yang diberikan tiada henti sebagai tanda kasih sayang yang luar biasa. Ucapan terima kasih yang paling tulus untuk Mama Sri Wahyuni yang selalu memberikan semangat tiada henti, selalu melindungi dalam setiap bait do'a, cinta dan pelukan hangat yang selalu beliau berikan. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis, yaitu:

1. Kepada Abang Wahyudi Pramana S.P., Kakak Yusi Pramudita, dan seluruh keluarga besar yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu per satu, terimakasih atas segala kasih sayang, do'a yang tiada henti-hentinya, dukungan moral dan material sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag, M.A, M.Ed, Ph.D selaku Dekan dan bapak Habiburrahman, Ph.D selaku Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

3. Ibu Fitriyawany, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika dan Bapak Muhammad Nasir, M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Pendidikan Fisika beserta seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu kelancaran administrasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Ibu Sri Nengsih, S.Si., M.Sc selaku Pembimbing I skripsi yang telah meluangkan waktu untuk bimbingan, memberi motivasi, semangat serta masukan, dan juga ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Arusman, M.Pd. selaku Penasehat Akademik dan Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk bimbingan, memberi motivasi, semangat serta masukan, dan juga ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Zahriah, M.Pd., Bapak Sabaruddin, M.Pd., Bapak Muhammad Nasir, M.Si., Bapak Muhammad Rizal Fakhri, M.T., Ibu Hari Anna Lastya, M.T., dan Bapak Baihaqi, M.T., selaku validator yang telah berkontribusi meluangkan waktu untuk memberi saran dan masukan dalam proses penyusunan penelitian skripsi ini.
7. Teman-teman seperjuangan di perantauan yang sudah seperti keluarga, terimakasih atas dukungan dan do'a serta kebersamaannya selama ini.
8. Teman-teman seperjuangan leting 2020 yang sudah seperti keluarga, terimakasih atas dukungan dan do'a serta kebersamaannya selama ini.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Virtual* Laboratorium Simulasi *PhET* Pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA”**. Shalawat beserta salam semoga tercurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Skripsi ini merupakan suatu karya tulis ilmiah berupa paparan tulisan hasil penelitian mahasiswa jenjang sarjana yang membahas suatu permasalahan atau fenomena dalam bidang ilmu tertentu dengan menggunakan kaidah-kaidah yang berlaku. Skripsi ini dibuat oleh mahasiswa sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana.

Penulis menyadari betul bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang dapat membantu dan memperbaiki penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi semua pihak yang membaca.

Banda Aceh, 15 Maret 2023

Penulis,

Susi Febrianti

DAFTAR ISI

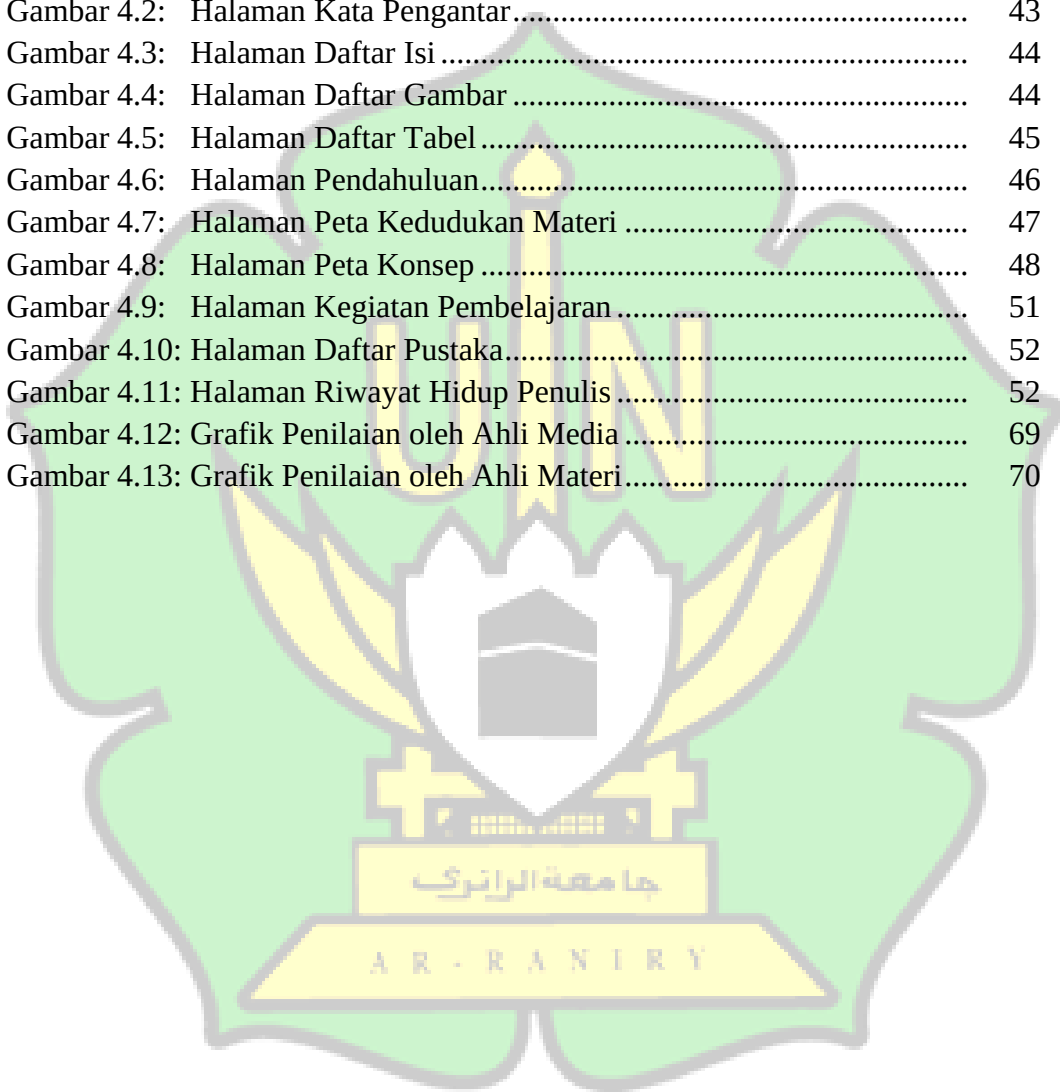
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Pengembangan	5
D. Manfaat Pengembangan	6
E. Definisi Operasional	7
 BAB II LANDASAN TEORI	 9
A. LKPD	9
B. <i>Virtual</i> Laboratorium	15
C. Simulasi <i>PhET</i>	16
D. Momentum dan Impuls	19
E. Kajian Penelitian yang Relevan	25
 BAB III METODE PENELITIAN	 28
A. Model Pengembangan	28
B. Langkah-Langkah Penelitian	29
C. Instrumen Pengumpulan Data	33
D. Teknik Pengumpulan Data	34
E. Teknik Analisis Data	35
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 37
A. Hasil Penelitian	37
B. Pembahasan	64

BAB V PENUTUP	72
A. Kesimpulan.....	72
B. Saran	72
 DAFTAR PUSTAKA	 74
LAMPIRAN.....	77
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	104



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Tampilan Awal <i>PhET Simulation</i>	18
Gambar 2.2: Tampilan Praktikum <i>PhET Simulation</i>	18
Gambar 2.3: Impuls.....	21
Gambar 2.4: Sebelum Tumbukan dan Setelah Tumbukan.....	24
Gambar 4.1: Halaman Cover.....	42
Gambar 4.2: Halaman Kata Pengantar.....	43
Gambar 4.3: Halaman Daftar Isi	44
Gambar 4.4: Halaman Daftar Gambar	44
Gambar 4.5: Halaman Daftar Tabel	45
Gambar 4.6: Halaman Pendahuluan.....	46
Gambar 4.7: Halaman Peta Kedudukan Materi	47
Gambar 4.8: Halaman Peta Konsep	48
Gambar 4.9: Halaman Kegiatan Pembelajaran	51
Gambar 4.10: Halaman Daftar Pustaka.....	52
Gambar 4.11: Halaman Riwayat Hidup Penulis	52
Gambar 4.12: Grafik Penilaian oleh Ahli Media	69
Gambar 4.13: Grafik Penilaian oleh Ahli Materi.....	70



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Penelitian yang Relevan.....	25
Tabel 3.1: Kriteria Persentase Kelayakan	36
Tabel 4.1: Data Hasil Validasi oleh Ahli Media.....	54
Tabel 4.2: Data Hasil Validasi oleh Ahli Materi.....	56
Tabel 4.3: Data Persentase Validator	57
Tabel 4.4: Saran dan Masukan terhadap Media	58
Tabel 4.5: Saran Perbaikan terhadap Materi	58
Tabel 4.6: Hasil Perbaikan dari Ahli Media dan Ahli Materi	59



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: SK Pembimbing.....	76
Lampiran 2: Surat Keterangan Izin Penelitian Universitas.....	77
Lampiran 3: Surat Keterangan Selesai Penelitian di Sekolah.....	78
Lampiran 4: Lembar Angket Analisis Kebutuhan dan Kesulitan Materi.....	79
Lampiran 5: Lembar Hasil Angket Analisis Kebutuhan dan Kesulitan Materi ..	83
Lampiran 6: Lembar Hasil Validasi oleh Ahli Media.....	85
Lampiran 7: Lembar Hasil Validasi oleh Ahli Materi	92
Lampiran 8: Dokumentasi Penelitian.....	102



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan yang berkualitas berarti pendidikan yang diberikan dengan cara mengelola sebuah kelas dan hal-hal yang digunakan dapat membantu proses belajar mengajar berjalan dengan baik. Gaya mengajar seorang pendidik dapat mempengaruhi seberapa siap dan mampu peserta didik untuk belajar di kelas. Pendidik bertanggung jawab untuk mengelola kelas dan mengajarkan peserta didik dengan cara membuat pembelajaran menjadi menyenangkan. Pendidik bekerja keras untuk memastikan pendidikan yang diterima oleh peserta didik dapat diaplikasikan dengan baik dalam kehidupan sehari-hari.¹

Minat dalam proses pembelajaran adalah faktor psikologis yang memengaruhi setiap individu selama belajar. Keterlibatan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran dipengaruhi oleh minat yang dimilikinya, menciptakan rasa sukacita dan keterikatan tanpa adanya tekanan. Tingginya minat belajar dapat menjadi kunci untuk meningkatkan keterlibatan aktif. Peserta didik ketika memiliki minat belajar yang tinggi, keaktifan dalam pembelajaran muncul secara alami dari dalam dirinya sendiri. Penggunaan media seperti video dan animasi dapat membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan menarik bagi peserta didik.²

¹ Vivi Harvina, Erwin Hafid, dan Muhammad Rusydi Rasyid, “Pengaruh Manajemen Kelas Dan Pengelolaan Media Pembelajaran Terhadap Kualitas Pendidikan”, *Journal Of Management Education*, 1(2), 2022, h. 148.

² Rina Dwi Muliani dan Arusman, “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Belajar Peserta Didik”, *Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 2022, h. 134.

Pembelajaran yang baik adalah pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan dapat mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran sehingga dapat berlangsung secara efektif. Penggunaan media tersebut dapat membantu peserta didik belajar dengan menunjukkan hal-hal dengan cara yang menarik perhatian mereka. Adakalanya simulasi komputer juga dapat digunakan untuk melakukan percobaan di laboratorium riil. Melakukan percobaan adalah bagian penting dari pembelajaran sains.³

Keterbatasan alat praktikum di laboratorium yang menjadi permasalahan dalam proses pembelajaran praktikum di sekolah membuat guru tidak melakukan praktikum di laboratorium. Sering sekali ketika guru ingin peserta didik belajar dengan melakukan percobaan di laboratorium, mereka tidak bisa karena alat dan perlengkapannya tidak cukup baik. Hal ini dapat mempersulit peserta didik untuk belajar dengan benar. Terkadang, peserta didik harus belajar *online* daripada di laboratorium sungguhan. Hal ini dapat mempengaruhi seberapa baik mereka memahami pembelajaran, dan untuk memperbaiki masalah ini guru dapat menggunakan laboratorium *virtual* sebagai pengganti laboratorium riil di sekolah.

Solusi dari permasalahan ditengah keterbatasan alat laboratorium di sekolah, penulis menggunakan website bernama *PhET* yang menyediakan laboratorium simulasi *PhET* dengan memanfaatkan simulasi *PhET* untuk memfasilitasi pratikum secara daring/*online*. Cara ini membuat mereka tetap bisa belajar dan berlatih tanpa harus berada di laboratorium sungguhan di sekolah. *PhET* merupakan sebuah situs yang dapat diakses dan memiliki simulasi gratis

³ Yudistira dan Bayu Adjie, *3D Studio Max 9,0*, Jakarta: Gramedia, 2001, h. 143

untuk belajar tentang fisika dan ilmu-ilmu lain yang dapat digunakan di kelas atau untuk belajar secara mandiri.

Berdasarkan analisis kebutuhan dan kesulitan peserta didik yang peneliti lakukan pada tanggal 03 Februari 2023 di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu, Kec. Kualuh Hulu, Kab. Labuhan Batu Utara, Provinsi Sumatera Utara dengan membagikan angket kepada peserta didik dan guru, serta wawancara dengan guru fisika maka didapatkan bahwa peserta didik ingin melakukan praktikum secara riil di laboratorium. Namun karena keterbatasan alat laboratorium, dalam hal ini peneliti menawarkan pelaksanaan praktikum dengan menggunakan laboratorium *virtual* simulasi *PhET*. Hal ini juga didukung dengan ketersediaan sarana disekolah seperti komputer yang kurang optimal digunakan dapat dimanfaatkan dalam pemakaian praktikum secara *virtual*.

Berdasarkan hasil angket analisis kesulitan materi, peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi momentum dan impuls. Hal ini disebabkan karena mereka hanya belajar dari buku cetak tanpa adanya praktikum, sehingga sulit bagi mereka untuk memahami materi yang dijelaskan oleh guru. Dari data yang telah didapatkan oleh peneliti, ini menjadi alasan peneliti ingin mengembangkan E-LKPD pembelajaran fisika berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*.

Beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa melalui *PhET Simulation* peserta didik menjadi lebih semangat dalam proses pembelajaran. Penelitian oleh Rizky Nafaida, dkk., hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan bahan ajar berbasis *PhET* dengan persentase skor rata-rata sebesar

85,91 peserta didik menunjukkan perasaan senang dan lebih tertarik terhadap proses pembelajaran berbasis *PhET*, dan memudahkan mempelajari materi secara individu ataupun kelompok melalui perangkat lunak (software).⁴ Penelitian oleh Siti Ita Masita, dkk., hasil penelitian menunjukkan bahwa, penggunaan *PhET Simulation* dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik.⁵

Penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa LKPD dibutuhkan pada proses pembelajaran dan layak digunakan untuk meningkatkan penguasaan materi. Penelitian oleh Melva oktavia, dkk., hasil penelitian ini adalah bahan ajar LKPD dan media pembelajaran sangat dibutuhkan untuk proses pembelajaran di sekolah. Salah satunya LKPD pembelajaran berbasis simulasi *PhET* pada pokok bahasan gerak harmonik sederhana untuk peserta didik SMA yang sudah valid.⁶ Penelitian oleh Hantika dan Supahar, hasil penelitian ini untuk mengetahui keefektivitasan LKPD berbasis *REACT* berbantuan *PhET Simulation* materi Optika Geometris yang layak untuk meningkatkan penguasaan materi dan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI.⁷

⁴ Rizky Nafaida, A. Halim, dan Syamsul rizal, “Pengembangan E-LKPD Berbasis PhET untuk meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Peserta didik pada Materi Pembiasan cahaya”, *Banda aceh: Universitas Syiah Kuala*, Vol. 03. No 01, 2015, h. 181-185

⁵ Siti Ita Masita, Pujianti Bejahida Donuata, dkk, “Penggunaan PhET Simulation dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik”, *IKIP Muhammadiyah Maumere: Program studi Pendidikan Fisika*, Vol. 5 No.2, 2020, h. 136-141

⁶ Melva oktavia, Desi Hanisa Putri, dan Riski hardianto, “Pengembangan E-LKPD Elektronik Berbantuan Simulasi PhET pada Pokok Bahasan Gerak Harmonik sederhana di SMA”, *Prodi Pendidikan Fisika Fkip-unib*, vol.3 No.2, 2020, h. 131-140

⁷ Hantika dan Supahar, “Pengembangan LKPD Berbasis Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring (REACT) Berbantuan PhET Simulation Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA”, *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol.8, No.4, 2021, h. 10

Adapun yang membedakan penelitian yang saya lakukan dengan penelitian terdahulu ialah perbedaan pada model penelitian yang dilakukan sehingga langkah-langkah yang dilakukan juga berbeda, perbedaan materi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian, serta perbedaan waktu dan tempat.

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Pengembangan E-LKPD Berbantuan *Virtual* Laboratorium Simulasi *PhET* pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dituliskan di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana desain E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA?
2. Bagaimana kelayakan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA?

C. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendesain E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls pada tingkat SMA/MA.

2. Untuk mengetahui tingkat kelayakan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls pada tingkat SMA/MA.

D. Manfaat Pengembangan

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan memberikan manfaat dalam pengembangan pembelajaran, terutama dengan adanya E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*. Sehingga peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran. Selain itu hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

Adapun manfaat secara praktis, yaitu:

- a. Bagi peserta didik, diharapkan dapat memberikan motivasi kepada peserta didik dalam mempelajari materi momentum dan impuls, menambah pengetahuan dan pemahaman untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran.
- b. Bagi pendidik, untuk menjadi referensi dalam penggunaan media pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif serta pendidik akan lebih termotivasi untuk meningkatkan kreativitas dan keterampilan

dalam mengembangkan E-LKPD yang dapat membantu pelaksanaan proses pembelajaran.

- c. Bagi sekolah, menjadi solusi sebagai pengganti kegiatan praktikum di laboratorium sekolah pada materi momentum dan impuls.
- d. Bagi peneliti, untuk menambah pengetahuan dan pengalaman tentang pengembangan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*, penulis dapat menyalurkan ilmunya melalui sebuah hasil karya dan penulis mengetahui kelayakan E-LKPD yang dikembangkan.

E. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahan penafsiran terhadap istilah yang digunakan dalam skripsi ini, maka perlu diberikan penjelasan istilah sebagai berikut:

1. E-LKPD

E-LKPD adalah sebuah bahan ajar elektronik yang berisi panduan kerja peserta didik dalam proses pembelajaran yang digunakan untuk mempermudah peserta didik dalam melakukan penyelidikan dan penyelesaian masalah dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran.

2. *Virtual* Laboratorium

Virtual laboratorium adalah sebuah laboratorium perangkat lunak yang dapat melakukan kegiatan eksperimen. *Virtual* laboratorium juga berisi serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk software berbasis

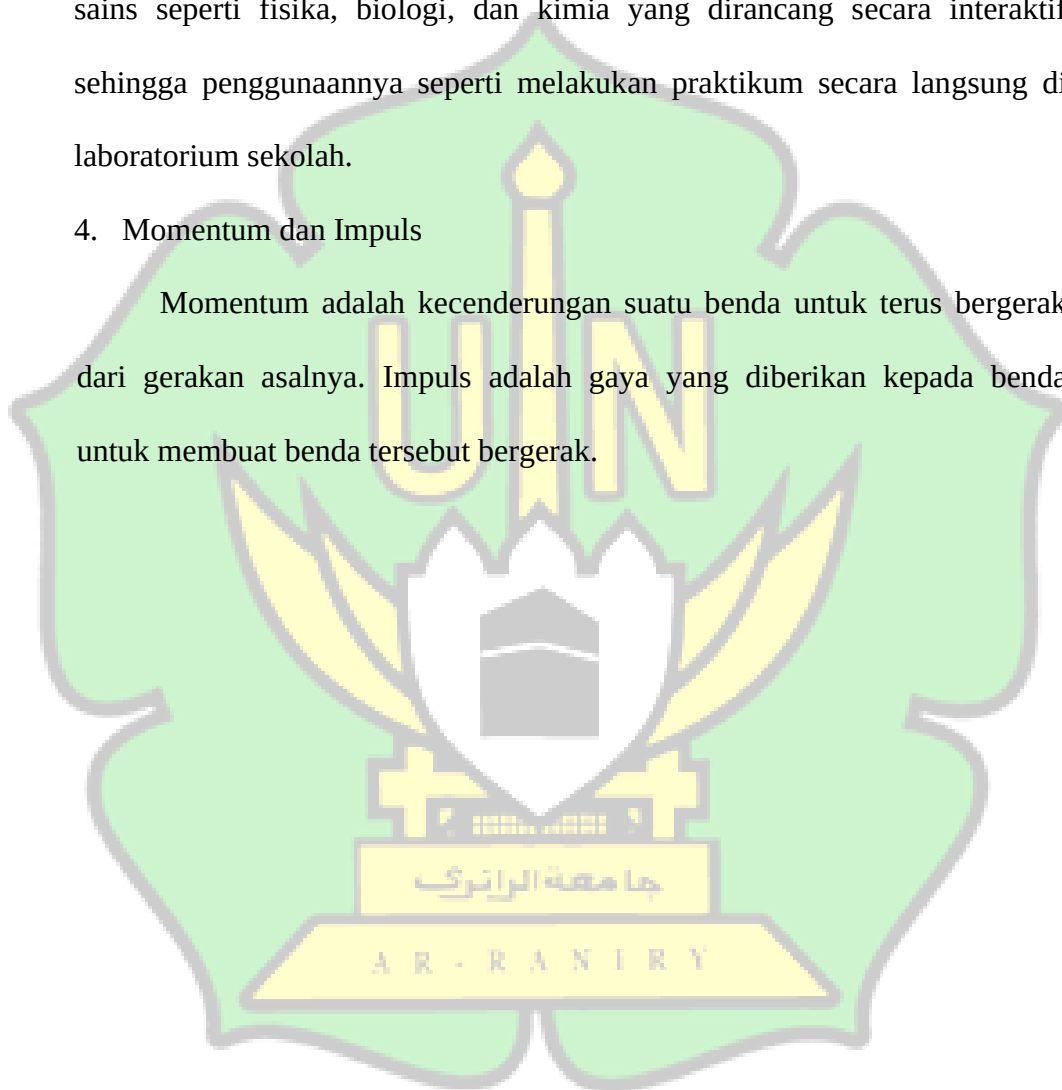
multimedia interaktif yang dapat membuat kegiatan di laboratorium tersebut seolah-olah penggunaanya berada pada laboratorium sebenarnya.

3. Simulasi *PhET*

Simulasi *PhET* adalah sebuah situs yang berisi simulasi pembelajaran sains seperti fisika, biologi, dan kimia yang dirancang secara interaktif sehingga penggunaannya seperti melakukan praktikum secara langsung di laboratorium sekolah.

4. Momentum dan Impuls

Momentum adalah kecenderungan suatu benda untuk terus bergerak dari gerakan asalnya. Impuls adalah gaya yang diberikan kepada benda untuk membuat benda tersebut bergerak.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. LKPD

1. Pengertian LKPD

LKPD merupakan kumpulan lembaran berisi kertas yang memuat materi, petunjuk maupun soal-soal dari beberapa pertanyaan yang harus dijawab oleh peserta didik. LKPD dapat membuat peserta didik aktif dalam proses pembelajaran dan sangat baik digunakan untuk melihat keterlibatan peserta didik dalam belajar sesuai dengan metode yang digunakan. Lembar kerja peserta didik sebagai media pembelajaran yang berisi pesan. Lembar kerja peserta didik harus memperhatikan unsur-unsur penulisan media grafis, dan harus dengan pemilihan pertanyaan-pertanyaan sebagai stimulus yang efisien dan efektif.⁸

Pembuatan LKPD terdapat dua hal yang harus dilakukan oleh peserta didik yaitu mengikuti langkah-langkah dalam penyusunan dan memperhatikan aturan-aturan yang ada dalam penyusunan lembar kerja peserta didik sebagai media pembelajaran. Penyusunan LKPD perlu memperhatikan langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:⁹

1. Mengkaji materi yang akan dipelajari oleh peserta didik yaitu dari kompetensi dasar, indikator hasil belajar, dan sistematika keilmuan.

⁸ Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, (Yogyakarta: Divaa Press, 2011), h. 206

⁹ Poppy Kamilia Devi, *Pengembangan Perangkat Pembelajaran*, (Jakarta: Erlangga, 2010), h. 36

2. Menentukan bentuk LKPD yang sesuai dengan materi yang akan diajarkan.
3. Merancang kegiatan yang akan ditampilkan pada LKPD sesuai dengan keterampilan proses yang akan dikembangkan.
4. Mengubah rancangan menjadi LKPD dengan tata letak yang menarik, mudah untuk dibaca dan digunakan.
5. Menguji coba LKPD apakah sudah dapat digunakan peserta didik untuk melihat kekurangan-kekurangannya.
6. Melakukan revisi kembali LKPD.
 - a. Segi Penyajian Materi
 1. Judul LKPD harus sesuai dengan materi
 2. Materi sesuai dengan perkembangan anak
 3. Materi disajikan secara sistematis dan logis
 4. Materi disajikan secara sederhana dan jelas
 5. Menunjang keterlibatan dan kemauan peserta didik untuk aktif
 - b. Segi tampilan
 1. Penyajian sederhana, jelas, dan mudah dipahami
 2. Gambar dan grafik sesuai dengan konsepnya
 3. Tata letak gambar, tabel, pertanyaan harus tepat
 4. Judul, keterangan, instruksi, pertanyaan harus jelas
 5. Mengembangkan minat
 6. Mengajak peserta didik berfikir

c. Segi Materi

1. LKPD sangat bergantung pada KD yang akan dicapai
2. Materi dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari
3. Materi diambil dari berbagai sumber, seperti buku, majalah, dan internet

Dari beberapa pendapat diatas, penulis menyimpulkan bahwa lembar kerja peserta didik (LKPD) adalah bahan ajar berupa lembaran-lembaran kertas yang berisi petunjuk maupun langkah-langkah sesuatu proses pembelajaran yang disusun secara teratur. LKPD juga dapat berisi soal-soal latihan yang bertujuan agar peserta didik dapat memahami materi yang telah dijelaskan oleh guru. LKPD dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran dan dapat membantu guru untuk mengarahkan peserta didik dalam proses pembelajaran.

2. Unsur-Unsur LKPD

Lembar kerja peserta didik (LKPD) memiliki unsur yang sama dengan Lembar Kerja Siswa (LKS) dalam proses pembelajaran. Bahan ajar LKPD memiliki unsur yang lebih sederhana dibandingkan modul, namun lebih kompleks dibandingkan buku. LKPD terdiri dari enam unsur utama, yaitu sebagai berikut:¹⁰

1. Judul
2. Petunjuk belajar

¹⁰ Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, (Yogyakarta: Divaa Press, 2014), h. 273

3. Kompetensi dasar atau materi pokok
4. Informasi pendukung
5. Tugas-tugas atau langkah kerja
6. Penilaian

3. Manfaat LKPD

Manfaat dari penggunaan LKPD bagi peserta didik adalah sebagai sarana belajar baik di kelas, di ruang praktik, maupun di luar kelas sehingga peserta didik lebih mudah untuk mengembangkan kemampuan, menerapkan pengetahuan, melatih keterampilan, memproses peserta didik untuk mendapatkan pengetahuan. Salirawati mengemukakan bahwa ada beberapa manfaat LKPD dalam pembelajaran, yaitu sebagai berikut: ¹¹

- a. Dapat memberikan kemudahan bagi peserta didik dalam mengatur proses dalam belajar.
- b. Dapat memudahkan bagi pendidik dalam membimbing peserta didik untuk menemukan konsep-konsep melalui aktivitas belajar.
- c. Dapat mengembangkan keterampilan proses dan minat peserta didik.
- d. Dapat membantu pendidik dalam mengevaluasi keberhasilan belajar peserta didik.

3. Langkah- Langkah Membuat LKPD

Andi Prastowo mengemukakan bahwa ada beberapa langkah yang harus dilakukan dalam membuat LKPD yaitu analisis kurikulum, menyusun

¹¹ D. Salirawati, *Penyusunan dan Kegunaan LKS dalam Proses Pembelajaran*, Yogyakarta: UNY, 2006, h.2

peta konsep, menentukan LKPD, dan penulisan LKPD. Adapun penjelasannya sebagai berikut.¹²

a. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum dilakukan untuk menentukan materi yang memerlukan bahan ajar berupa LKPD. Pada umumnya, dalam menentukan materi, langkah analisisnya dilakukan dengan cara melihat materi pokok, pengalaman belajar, materi yang akan diajarkan, serta mencermati kompetensi yang dimiliki peserta didik.

b. Penyusunan Peta Konsep Kebutuhan LKPD

Penyusunan peta konsep kebutuhan LKPD sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah LKPD yang harus ditulis serta untuk melihat konsekuensinya. Penyusunan peta konsep kebutuhan ini dibutuhkan dalam menentukan prioritas penulisan. Langkah ini biasanya diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

c. Menentukan Judul LKPD

Judul LKPD ditentukan atas dasar kompetensi dasar, materi-materi pokok dan pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum.

d. Penulisan LKPD

Penulisan LKPD dapat dilakukan dengan beberapa langkah yaitu sebagai berikut: 1) Perumusan KD yang harus dikuasai dengan tepat; 2) Menentukan instrumen penilaian, yaitu tes kognitif, lembar observasi psikomotorik, dan lembar observasi afektif; 3) Menyusun materi,

¹² Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. (Yogyakarta: DIVA Press, 2011), h. 212-214

menyesuaikan dengan bahan yang akan diajarkan; dan 4) Struktur LKPD memuat judul, SK-KD, tujuan pembelajaran, materi ajar, langkah kerja, data hasil pengamatan, serta tugas yang harus dikerjakan peserta didik.

4. Kelebihan dan Kekurangan LKPD

Sebuah media yang diterapkan dalam pembelajaran untuk membantu tercapainya tujuan pembelajaran tidak terlepas dari kelebihan dan kekurangan. Salah satunya adalah LKPD yang memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Adapun diantara kelebihan LKPD, yaitu sebagai berikut:

- a. LKPD sebagai media pembelajaran mandiri bagi peserta didik.
- b. Dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.
- c. Praktis digunakan dengan harga terjangkau.
- d. Materi yang disajikan lebih ringkas mudah dipahami.
- e. Sebagai pengganti media lain ketika media yang lainnya mengalami hambatan dalam kegiatan pembelajaran.
- f. Praktis baik digunakan di pedesaan maupun di perkotaan.

Sedangkan kekurangan dari LKPD, diantaranya sebagai berikut:

- a. Soal latihan yang termuat dalam LKPD cenderung monoton. Adanya kekhawatiran, guru hanya mengandalkan media LKPD tersebut, misalnya ketika peserta didik mendapatkan tugas dari guru kemudian guru meninggalkan peserta didik tersebut dan kemudian kembali.
- b. Kebanyakan media cetak hanya lebih banyak menekankan pada pelajaran yang bersifat kognitif.

5. Pengembangan LKPD Elektronik (E-LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) biasanya berbentuk cetak. Seiring dengan perkembangan teknologi, terjadi inovasi dalam penyajian LKPD dengan mengadopsi bentuk elektronik, dikenal sebagai E-LKPD, untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Bahan ajar E-LKPD dapat dibuat melalui berbagai aplikasi, termasuk Flip PDF Profesional. Flip PDF Profesional adalah perangkat lunak yang memungkinkan konversi materi dari format file PDF ke bentuk buku elektronik (e-book) atau FlipBook. Dengan menggunakan aplikasi ini, dapat ditambahkan berbagai elemen seperti gambar, ilustrasi, animasi, serta elemen audio dan video untuk membuatnya lebih menarik (Denisa dan Hakim, 2021).

Lembar Kerja Peserta Didik yang disajikan dalam bentuk elektronik (E-LKPD) ini diharapkan dapat meningkatkan minat belajar khususnya dalam pelajaran fisika dan dapat menciptakan kegiatan belajar yang lebih menarik. Keunggulan utama dari E-LKPD adalah kemudahan penyajiannya yang praktis dan memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri di waktu dan tempat yang mereka inginkan.

B. Virtual Laboratorium

Virtual laboratorium atau sering disebut sebagai laboratorium *virtual* merupakan media pembelajaran yang menjadi solusi untuk permasalahan keterbatasan pada perangkat laboratorium dan dapat memudahkan peserta didik dalam memahami suatu pokok bahasan. Laboratorium *virtual* adalah laboratorium

yang digunakan peserta didik dalam melakukan eksperimen tanpa memerlukan adanya alat-alat laboratorium riil.¹³

Salah satu penggunaan media yang dapat diterapkan untuk pembelajaran fisika adalah media laboratorium *virtual*. Dengan adanya laboratorium *virtual* maka akan memudahkan guru untuk menjelaskan materi yang akan dijelaskan sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi dan lebih aktif serta kreatif dalam proses pembelajaran berlangsung.

C. Simulasi *PhET*

PhET Interactive Simulation merupakan program komputer yang mengikuti perkembangan teknologi pembelajaran yang telah dikembangkan oleh universitas Colorado di Boulder, Amerika dalam rangka menyediakan simulasi pengajaran dan pembelajaran IPA berbasis laboratorium maya yang memudahkan pendidik karena bisa digunakan untuk pembelajaran dikelas.¹⁴ Simulasi *PhET* berisi simulasi dalam pembelajaran sains salah satunya pelajaran fisika.

Simulasi *PhET* merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang membutuhkan interaksi dengan peserta didik, dan proses pembelajaran lebih aktif serta menarik. Selain itu, terdapat simulasi untuk materi fisika yang tidak dapat diterapkan dalam praktikum secara langsung dikarenakan materinya yang bersifat abstrak sehingga diperlukan praktikum berbantuan laboratorium *virtual* untuk mengatasi pokok bahasan fisika yang tidak dapat dipraktikkan secara nyata.

¹³ I Nyoman Sugiatna dkk, “*Pengaruh Model Pembelajaran Generatif...*”, h 62

¹⁴ Netti Nafrianti, dkk, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Inkuiri Terbimbing berbantu PhET pada Materi Listrik Dinamis untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa”, *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*, vol. 6, No. 1, 2016, h. 1100

Simulasi ini tersedia secara gratis dan dapat diunduh dari situs <http://phet.colorado.edu> untuk diinstal secara *offline*. *PhET software* dapat diinstal di sistem operasi Windows, Linux, dan Mac OS, atau dapat digunakan secara *online* dengan menjalankan simulasi langsung. Simulasi ini menarik dan mudah dijalankan, membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik. *PhET simulation* memiliki kegunaan dalam menghubungkan konsep pembelajaran dengan fenomena kehidupan nyata, memberikan umpan balik, dan menyediakan lingkungan belajar yang kreatif bagi peserta didik.¹⁵

Peserta didik ketika melakukan interaksi dengan simulasi *PhET* pada saat proses pembelajaran berlangsung, maka peserta didik dapat menggambarkan materi yang sulit dipahami pada saat proses pembelajaran berlangsung karena desain pada simulasi ini memiliki tata letak, penggunaan simulasi alat, bantuan, presentasi percobaan dengan baik, perbandingan jumlah peserta didik dengan waktu yang tersedia, sehingga *PhET* merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat mengatasi permasalahan tersebut dengan pengoperasian melalui komputer lebih mudah dan efektif dalam proses kegiatan pembelajaran di rumah ataupun di sekolah.

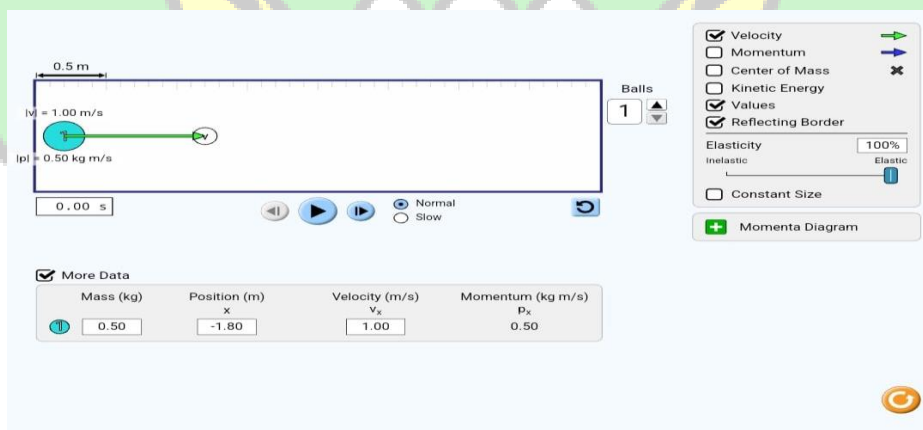
Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan simulasi *PhET* membutuhkan perangkat pembelajaran berupa E-LKPD sebagai alat bantu bagi peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. E-LKPD dibuat sebagai panduan bagi peserta didik dalam proses praktikum berlangsung, sehingga guru dapat berperan sebagai pembimbing pada saat percobaan berlangsung dan dapat berjalan dengan

¹⁵ Arusman, "Praktikum Online Melalui PhET Simulation Terhadap Keterampilan Proses Sains Mahasiswa FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh", *Jurnal Penelitians*, 2022, h. 11

lancar. E-LKPD berisi kegiatan praktikum yang dilakukan oleh peserta didik untuk lebih memahami dan membentuk kemampuan dasar sesuai dengan indikator pencapaian oleh peserta didik.



Gambar 2.1 Tampilan Awal *PhET Simulation*
(Sumber: PhET colorado edu)



Gambar 2.2 Tampilan Praktikum *PhET Simulation*
(Sumber: PhET colorado edu)

Berdasarkan uraian di atas, *PhET* merupakan simulasi interaktif yang dapat membantu peserta didik dalam melakukan percobaan sebagai pengganti laboratorium riil dan memahami konsep fisika baik yang bersifat abstrak maupun memperdalam materi fisika dalam proses pembelajaran.

D. Momentum dan Impuls

1. Momentum

Momentum berkaitan dengan kuantitas gerak yang dimiliki oleh suatu benda yang bergerak. Secara sistematis, momentum dapat didefinisikan sebagai hasil kali antara massa dan kecepatan benda. Kecepatan benda merupakan besaran vektor sedangkan massa merupakan besaran skalar, maka momentum merupakan besaran vektor.¹⁶ Jadi, secara sistematis momentum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$p = m \cdot v \quad (2.1)$$

Dengan:

p = momentum (kg m/s)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

Momentum adalah besaran vektor yang mempunyai besar (mv) dan arah (sama dengan vektor kecepatan v). Merubah momentum suatu benda diperlukan sebuah gaya terhadap gerakannya selama jangka waktu tertentu baik itu untuk menaikkan atau menurunkan momentum dan merubah arahnya. Jika momentum yang dimiliki suatu objek semakin banyak maka akan semakin sulit objek tersebut untuk berhenti dan membutuhkan jumlah gaya yang lebih besar atau jumlah waktu yang lebih lama.

Dapat disimpulkan bahwa perubahan yang cepat dalam momentum memerlukan gaya total yang besar dan waktu yang lama, sedangkan

¹⁶ Sunardi, *Fisika untuk SMA/ MA Kelas X*, (Bandung: Yrama Widya, 2016), h.333

perubahan momentum perlahan-lahan membutuhkan gaya total yang lebih kecil dan waktu yang sebentar. Laju perubahan momentum sebuah benda sama dengan gaya total yang diberikan padanya, sehingga kita dapat menuliskan pernyataan tersebut ke dalam persamaan:¹⁷

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (2.2)$$

Dengan:

ΣF = Gaya total yang diberikan kepada benda (N)

Δp = Hasil perubahan momentum yang terjadi (kg m/s)

Δt = Selang waktu (s)

2. Impuls

Impuls merupakan peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu sesaat. Impuls merupakan besaran vektor, sehingga operasi impuls memenuhi aturan vektor. Hasil kali antara gaya dengan selang waktu yang singkat pada benda didefinisikan sebagai impuls. Secara sistematis, impuls dapat dituliskan sebagai berikut :¹⁸

$$I = F \cdot \Delta t \quad (2.3)$$

Dengan:

I = impuls (N.s)

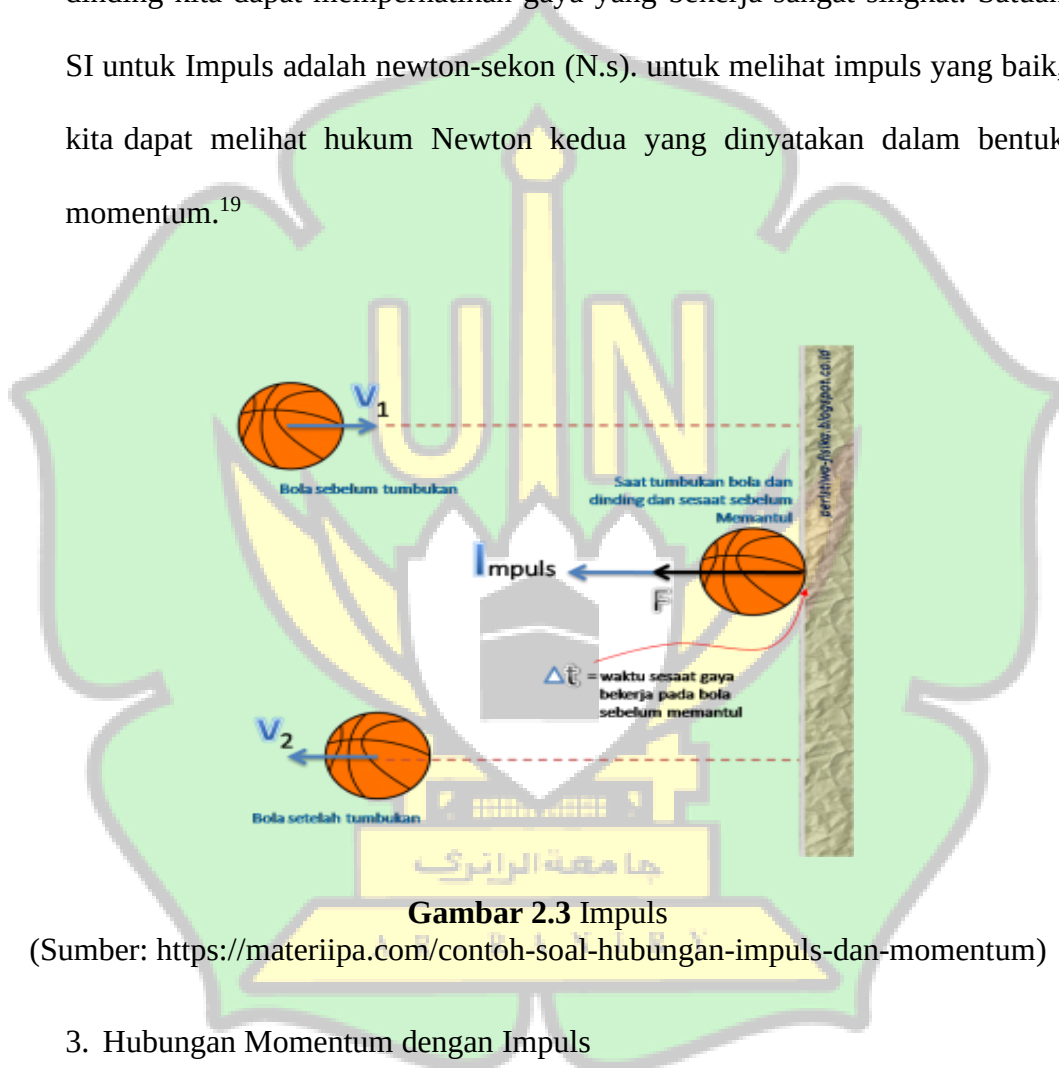
F = gaya (N)

Δt = waktu (s)

¹⁷ Douglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 2001, h.219

¹⁸ Douglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Ke 7 Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 2014, h.220

Impuls adalah besaran vektor yang arahnya sama dengan gaya total F , besarnya adalah hasil kali gaya yang bekerja dengan lama waktu yang bekerja. Salah satu contoh dari peristiwa impuls ialah peristiwa bola basket yang dilempar ke dinding, karena pada saat bola dilempar dan mengenai dinding kita dapat memperhatikan gaya yang bekerja sangat singkat. Satuan SI untuk Impuls adalah newton-sekon (N.s). untuk melihat impuls yang baik, kita dapat melihat hukum Newton kedua yang dinyatakan dalam bentuk momentum.¹⁹



Gambar 2.3 Impuls

(Sumber: <https://materiipa.com/contoh-soal-hubungan-impuls-dan-momentum>)

3. Hubungan Momentum dengan Impuls

Sebuah gaya f bekerja pada sebuah benda bermassa m dalam selang waktu tertentu sehingga kecepatan benda tersebut berubah, maka momentum benda tersebut akan berubah. Dalam hal ini, berdasarkan formulasi hukum

¹⁹ Hugh D. young dan Roger A. Freedman, *Fisika Universitas Edisi Kespuluh Jilid 1*, (Jakarta: Erlangga, 2002), h. 227

kedua Newton dan definisi percepatan, maka diperoleh persamaan berikut:

$$F = m \cdot a = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2.4)$$

Jika kedua ruas persamaan di atas dikalikan dengan Δt , maka persamaan tersebut menjadi: v_2

$$F \Delta t = m \Delta v = m (v_2 - v_1) = (mv_2 - mv_1) \quad (2.5)$$

Dari persamaan di atas, kita telah mengetahui bahwa $F \Delta t$ adalah impuls dan $mv_2 - mv_1$ merupakan perubahan momentum, sehingga kita memperoleh persamaan berikut:

$$F \Delta t = mv_2 - mv_1 \quad (2.6)$$

$$I = p_2 - p_1 = \Delta p \quad (2.7)$$

Berdasarkan persamaan di atas jelas bahwa impuls yang bekerja pada suatu benda sama dengan perubahan momentum yang dimiliki oleh benda. Impuls didefinisikan sebagai perubahan momentum yang dimiliki oleh suatu benda.

4. Jenis-Jenis Tumbukan

Tumbukan antara dua buah benda dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu tumbukan lenting sempurna, tumbukan tidak lenting sama sekali, dan tumbukan lenting sebagian. Perbedaan tumbukan-tumbukan tersebut dapat diketahui berdasarkan nilai koefisien elastisitas (koefisien restitusi = e) dari dua buah benda yang bertumbukan. Koefisien elastisitas dari dua buah benda yang bertumbukan sama dengan perbandingan negatif antara beda kecepatan setelah tumbukan dengan beda kecepatan sebelum bertumbukan.

a. Tumbukan lenting sempurna ($e = 1$)

Tumbukan antara dua buah benda dikatakan lenting sempurna apabila jumlah energi kinetik benda sebelum dan sesudah tumbukan tetap.

b. Tumbukan tidak lenting sama sekali ($e = 0$)

Dua buah benda yang bertumbukan dikatakan tidak lenting sama sekali apabila sesudah tumbukan kedua benda tersebut menjadi satu (bergabung) dan mempunyai kecepatan yang sama.

c. Tumbukan lenting sebagian ($0 < e < 1$)

Pada tumbukan lenting sebagian, hukum kekekalan energi kinetik tidak berlaku karena terjadi perubahan jumlah energi kinetik sebelum dan sesudah tumbukan. Jadi, tumbukan lenting sebagian hanya memenuhi hukum kekekalan momentum saja.²⁰

5. Hukum Kekekalan Momentum

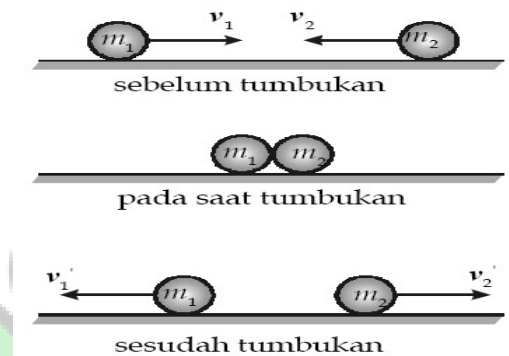
Hukum III Newton menyatakan bahwa jika benda pertama mengerjakan gaya (melakukan aksi) pada benda kedua, maka timbul gaya reaksi dari benda kedua terhadap benda pertama yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan secara sistematis hukum III Newton dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (2.8)$$

Tanda negatif menunjukkan bahwa gaya berlawanan arah.

²⁰ Sunardi, *Fisika untuk SMA/ MA Kelas X*, (Bandung: Yrama Widya, 2016), h.344

Ketika dua buah benda bertumbukan, berdasarkan hukum III Newton, maka kedua benda akan mengalami gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan.



Gambar 2.4 Sebelum tumbukan dan setelah tumbukan
(Sumber: <https://materiipa.com/contoh-soal-hubungan-impuls-dan-momentum>)

Apabila dua buah benda bermassa m_1 dan m_2 bertumbukan, maka kecepatan awal benda v_1 dan v_2 sebelum tumbukan menjadi v_1' dan v_2' setelah bertumbukan. Jika F_{12} adalah gaya dari m_1 yang digunakan untuk menumbuk m_2 , dan F_{21} adalah gaya dari m_2 yang digunakan untuk menumbuk m_1 , maka menurut hukum III Newton:

$$F_{12} = -F_{21} \quad (2.9)$$

Apabila tumbukan tersebut berlangsung dalam selang waktu tertentu yang berarti bahwa lamanya gaya yang bekerja pada benda pertama sama dengan lamanya gaya yang bekerja pada benda kedua, maka selama tumbukan akan diperoleh hubungan berikut:

$$F_{12}\Delta t = -F_{21}\Delta t \quad (2.10)$$

Karena impuls sama dengan perubahan momentum, maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:²¹

$$\begin{aligned}
 m_1 v_1' - m_1 v_1' &= -(m_2 v_2' - m_2 v_2') \\
 m_1 v_1' - m_1 v_1' &= -m_2 v_2' - m_2 v_2' \\
 m_1 v_1' + m_1 v_1' &= m_2 v_2' + m_2 v_2' \\
 p_1 + p_2 &= p_1' + p_2' \quad (2.11)
 \end{aligned}$$

Persamaan tersebut merupakan hukum kekekalan momentum. Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa, “jumlah momentum benda sebelum tumbukan sama dengan jumlah momentum benda sesudah tumbukan”.

E. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini mengacu pada penelitian yang sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Metode Penelitian	Hasil
1.	Siti Ita Masita, dkk	Penggunaan <i>PhET Simulation</i> Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta didik	<i>PhET Simulation</i> dan peningkatan pemahaman konsep peserta didik	Kuantitatif	Hasil penelitian dengan mengacu pada perhitungan N-gain menunjukan bahwa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Peningkatan pemahaman konsep fisika pada kelas eksperimen sebesar 0,62 sedangkan untuk kelas kontrol sebesar 0,13. Berdasarkan hasil perhitungan n-gain dapat dikatakan bahwa pembelajaran dengan menggunakan PhET

²¹ Douglas C. Giancoli, *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 2001, h.223

					Simulation dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik.
2.	Hantika dan Supahar	Pengembangan LKPD Berbasis Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring (REACT) Berbantuan PhET Simulation Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA	LKPD, REACT, <i>PhET Simulation</i> , Keterampilan Sains peserta didik	R&D	Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) LKPD berbasis REACT berbantuan PhET Simulation dinyatakan layak dengan kategori sangat baik dan (2) LKPD berbasis REACT berbantuan PhET Simulation efektif dalam meningkatkan penguasaan materi peserta didik sebesar 83,1% dengan kategori sedang dan meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik sebesar 82,6% dengan kategori sedang berdasarkan nilai Partial Eta Squared pada uji GLM-ANOVA.
3.	Oktavia dan Suyoso	Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Impuls dan Momentum	LKPD, PBL, Impuls dan Momentum	R&D	Hasil penelitian menunjukkan: (1) LKPD yang dikembangkan layak digunakan dengan kategori baik dan reliabel dengan kategori excellent, (2) peningkatan minat belajar peserta didik pada kelas X MIA 1 dan kelas X MIA 2 berturut-turut memiliki nilai normalized gain sebesar 0,3 dan 0,31 dengan kategori sedang, sedangkan peningkatan hasil belajar peserta didik pada kelas X MIA 1 dan kelas X MIA 2 berturut-turut memiliki nilai normalized gain sebesar 0,7 dengan kategori tinggi dan 0,58 dengan kategori sedang.

Penelitian oleh Siti Ita Masita, dkk., memiliki kelebihan bahwa penggunaan *PhET Simulation* terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika peserta didik khususnya pada sub materi gelombang, sedangkan kekurangannya ialah metode yang digunakan pada penelitian ini memerlukan ukuran sampel yang besar untuk analisis penelitian yang lebih akurat dan memerlukan waktu yang cukup lama untuk penelitian.

Penelitian oleh Hantika dan Supahar mendapatkan skor rata-rata total sebesar 4,56 dengan kategori sangat baik sehingga LKPD telah memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran yang layak digunakan, adapun kekurangan penelitian ini ialah metode penelitian yang digunakan hanya sampai pada tahap penyebaran saja dan tidak ada evaluasi dari kualitas produk yang dihasilkan.

Penelitian oleh Oktavia dan Suyoso memiliki kelebihan bahwa LKPD berbasis *Problem Based Learning* yang dikembangkan layak digunakan peserta didik, dan adapun kekurangan yang terdapat pada penelitian ini ialah memerlukan waktu yang relatif panjang karena prosedur yang harus ditempuh relatif kompleks.²²

Adapun yang membedakan penelitian yang saya lakukan dengan penelitian sebelumnya ialah perbedaan pada model penelitian yang dilakukan, penelitian yang saya lakukan menggunakan model Alessi & Trollip sehingga dalam langkah-langkah penelitian yang dilakukan juga berbeda, perbedaan pada materi pembelajaran yang digunakan dalam penelitian, dan perbedaan waktu serta tempat penelitian yang dilakukan.

²² Oktavia Dwi Lestari dan Suyoso, "Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Impuls dan Momentum", *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 7, No. 1, 2018, hal: 15-16

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini dirancang dalam bentuk penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Dalam dunia pendidikan penelitian pengembangan mendasarkan dan memfokuskan ruang lingkupnya dalam bidang desain atau rancangan yang berupa model desain, desain bahan ajar, suatu produk seperti E-LKPD. Metode penelitian dan pengembangan atau *research and development* didefinisikan sebagai suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifitasan atau potensi produk tersebut.²³ Penelitian dan pengembangan berfungsi untuk memvalidasi kebenaran dan mengembangkan produk bahan ajar berupa E-LKPD.²⁴

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Alessi dan Trollip. Model pengembangan Alessi dan Trollip dipilih karena memiliki struktur yang sederhana dengan hanya terdiri dari tiga tahap, namun tetap menyediakan panduan rinci untuk mengarahkan pengembangan produk secara efektif. Selain itu, model ini mencakup sub komponen yang dijelaskan secara eksplisit, memberikan bimbingan yang jelas untuk mencapai hasil yang diinginkan. Keuntungan lainnya adalah atribut yang digunakan dalam model ini memungkinkan pengembangan produk yang cepat selesai tanpa mengorbankan

²³ Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2010) h. 407

²⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan* (Bandung: Alfabeta, 2019) h. 753

standar manajemen dan kualitas yang diperlukan. Menurut langkah-langkah pengembangan produk, model penelitian dan pengembangan ini lebih tepat, model Alessi dan Trollip memiliki tiga fase pengembangan: standar, evaluasi berkelanjutan, dan manajemen proyek. Proses Pengembangan Alessi dan Trollip terdiri dari tiga fase penting, yaitu *Planning, Design, dan Development*.²⁵

B. Langkah-Langkah Penelitian

Pengembangan ini menggunakan langkah-langkah penelitian model Alessi dan Trollip, terdapat tiga langkah yang harus diterapkan dalam penelitian ini ialah *planning, design, dan development*.

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan merupakan tahap awal yang dilakukan peneliti untuk dapat menentukan tujuan dan produk yang akan dihasilkan. Pada tahap ini peneliti melakukan empat tahapan perencanaan Alessi dan Trollip antara lain:

a. Menentukan ruang lingkup kajian (*Define the scope*)

Tahapan ini bertujuan untuk mendefinisikan pengembangan suatu produk bahan ajar, menentukan hasil yang diinginkan dari suatu produk yang akan dibuat, mengatur ruang lingkup berupa materi yang akan digunakan, dan dapat menentukan target atau pengguna dari produk yang akan dibuat.

²⁵ Ismalik Perwira Admdja, Eko Marpanaji "Pengembangan Multimedia Pembelajaran Praktik Individu Instrumen Pokok Dasar Siswa SMK Di Bidang Keahlian Karawitan" *Jurnal Pendidikan Vokasi*, vol 6, no. 2 (2016): 173–183.

- b. Mengidentifikasi karakteristik peserta didik (*Identify learner characteristics*)

Tahapan ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang akan menjadi sasaran pengguna dan juga akan dijadikan sebagai target penelitian dalam pengembangan bahan ajar.

- c. Menentukan dan mengumpulkan sumber-sumber (*Determine and collect resources*)

Tahapan ini dilakukan sebagai proses pengumpulan semua sumber daya materi yang akan dibutuhkan selama pengembangan berlangsung, termasuk didalamnya mencakup setiap item atau sumber informasi yang penting untuk membantu proses pengembangan produk.

- d. *Brainstorming* dengan guru mata pelajaran

Tahapan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui kelemahan dan keunggulan dari bahan ajar yang akan dikembangkan dan perlu dilakukan pemikiran mendalam antara guru dan pengembang (*Brainstorming*). Hasil dari *Brainstorming* yang telah dilakukan berupa susunan materi dan fitur-fitur yang tersedia dalam bahan ajar yang akan dibuat.

2. Perancangan (*Design*)

Tahap kedua penulis merancang produk berupa E-LKPD dimana seluruh rancangan yang dilakukan dalam tahap *design* ini akan menjadi dasar untuk proses pengembangan berikutnya. Pada perancangan peneliti melakukan tiga tahap Alessi dan Trollip, yaitu:

a. Mengembangkan ide (*Develop initial content ideas*)

Tahap ini bertujuan untuk mengembangkan ide awal pada tampilan *design* E-LKPD dan juga sebagai proses untuk menghasilkan dokumen *design* yang mencakup kebutuhan semua informasi untuk pengembangan proyek bahan ajar. Kemudian selanjutnya akan membuat peta kedudukan materi dan menentukan ukuran, warna, huruf dan lain sebagainya.

b. Melakukan analisis tugas dan konsep (*Conduct task and concept analyses*)

Tahap analisis tugas ini memiliki tujuan untuk menentukan susunan materi secara sistematis dengan menggunakan peta konsep. Dengan demikian, konten dalam E-LKPD dapat disajikan dengan cara yang mudah dipahami oleh peserta didik. Sementara itu, pada bagian analisis konsep, fokusnya lebih pada cara mengelola dan menyusun informasi yang ada dalam E-LKPD agar menjadi lebih mudah dipahami.

c. Menyiapkan prototipe (*Prepare a prototype*)

Prototipe ini dirancang dengan tujuan mempermudah peneliti dalam menciptakan suatu produk. Pada tahap ini, peneliti mengembangkan desain produk berdasarkan analisis ide, membuat sketsa manual produk (draf produk), melakukan sesi brainstorming dengan guru mata pelajaran, hingga mengembangkan ide yang akan menghasilkan produk akhir.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan kelanjutan dari tahap desain, melibatkan pembuatan E-LKPD sesuai dengan langkah-langkah yang telah

dirancang pada tahap desain. Dalam proses pengembangan, peneliti menjalankan lima tahap Alessi dan Trollip, yaitu:

a. Mempersiapkan teks

Pada tahap ini teks dibuat menggunakan *canva* untuk menghasilkan teks pada bagian cover dan *microsoft word* untuk menghasilkan teks pada isi E-LKPD.

b. Menuliskan kode (*Write program code*)

Tahapan ini bertujuan untuk memvariasikan jenis huruf dalam membuat teks, gambar, dan warna yang digunakan pada produk agar dapat lebih mudah dipahami dan lebih menarik.

c. Menghasilkan audio dan video (*Produce audio and video*)

Dalam penelitian ini menggunakan program aplikasi untuk menghasilkan video dan audio berupa simulasi *PhET* dan *Youtube*.

d. Menggabungkan bagian (*Assemble the pieces*)

Tahap menggabungkan bagian yang terdapat dalam produk meliputi unsur teks, audio, video, dan materi yang sudah diproduksi dalam *microsoft word*. Semua komponen tersebut digabungkan menjadi satu bagian utuh melalui aplikasi *Flip PDF Corporate Edition* sehingga menghasilkan media pembelajaran berupa E-LKPD.

e. Melakukan uji Alfa (*Alpha test*)

Uji alfa dilakukan dengan tujuan memvalidasi keberlanjutan E-LKPD yang telah diproduksi. Uji ini melibatkan tiga ahli media, yaitu dosen Pendidikan Teknik Elektro, tiga dosen yang ahli dalam materi Pendidikan

Fisika dari Fakultas Tarbiyah dan Keguruan di UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Proses validasi produk ini dilakukan untuk mendapatkan penilaian kelayakan, saran, dan masukan dari para pakar/ahli yang profesional di bidangnya.

f. Melakukan revisi (*Make revision*)

Revisi dilakukan setelah memperoleh data dari uji alfa yang bertujuan untuk menghilangkan masalah yang teridentifikasi.

C. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar validasi oleh validator. Lembar validasi merupakan kumpulan pernyataan yang bertujuan untuk mendapatkan kritikan, saran, koreksi terhadap E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* yang peneliti rancang pada pokok materi momentum dan impuls, yang dituju kepada ahli media dan ahli materi. Adapun pengisian lembar validasi ahli menggunakan tanda *chek list* (✓) pada kolom yang telah disiapkan.

Penilaian validator terhadap bahan ajar terdiri dari skala pengukuran *likert*. Skala pengukuran *likert* biasanya digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan juga persepsi dari peserta didik terhadap suatu keadaan. *Instrumen likert* dapat berupa bentuk checklist maupun pilihan ganda dengan cara menuliskan tanda *chek list* (✓) pada kolom yang sudah disediakan.²⁶

²⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian*,....., h. 134

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dapat mengetahui bahwa produk E-LKPD layak digunakan atau tidak yaitu dengan cara mengisi angket berupa lembar validasi yang kemudian lembar validasi tersebut diuji oleh ahli media dan ahli materi dengan memberi kritik dan masukan (saran) pada E-LKPD yang dikembangkan agar peneliti dapat memperbaiki E-LKPD tersebut. Pada teknik pengumpulan data ukuran penilaian validator terdiri dari Tidak Layak (TL) dengan skor 1, Kurang Layak (KL) dengan skor 2, Cukup Layak (CL) dengan skor 3, Layak (L) dengan skor 4, dan Sangat Layak (SL) dengan skor 5.

1. Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh 3 orang Dosen Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry, bidang teknologi yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran yang dilihat dari aspek tampilan dan program.

2. Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan oleh 3 orang Dosen Pendidikan Fisika UIN Ar-Raniry. Adapun tujuan dari validasi sebagai pengumpulan data dari validator untuk mengetahui apakah materi pembelajaran layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

E. Teknik analisis data

Analisis dari validator bersifat deskriptif kualitatif berupa masukan-masukan dan kritikan, sedangkan data yang digunakan pada validasi bahan ajar merupakan data kuantitatif dengan mengacu pada 5 kriteria penilaian,²⁷ yaitu sebagai berikut:

1. Skor 1, apabila penilaian sangat kurang baik/sangat kurang sesuai (tidak layak)
2. Skor 2, apabila penilaian kurang baik/kurang sesuai (kurang layak)
3. Skor 3, apabila penilaian cukup baik/cukup sesuai (cukup layak)
4. Skor 4, apabila penilaian baik/sesuai (layak)
5. Skor 5, apabila penilaian sangat baik/sangat sesuai (sangat layak)

Selanjutnya data yang didapat dengan instrumen pengumpulan data dianalisis dengan menggunakan teknik analisis dan persentase sesuai rumus yang telah ditentukan :

- a. Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang ditulis dengan persamaan

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_i} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan : p = Persentase tiap kriteria

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh tiap aspek

$\sum X_i$ = Jumlah Skor maksimal tiap aspek

Hasil yang diperoleh dari rumus di atas, akan dirujuk ke dalam tabel kriteria kelayakan seperti dibawah ini:

²⁷ Widoyoko, E.P, *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*, (Yogyakarta: Pustaka Belajar, 2012), h. 18

Tabel 3.1 Kriteria Persentase Kelayakan.²⁸

Kriteria Persentase Kelayakan	Tingkat Kelayakan
81%-100%	Sangat Layak
61%-80%	Layak
41%-60%	Cukup Layak
21%-40%	Kurang Layak
<20%	Tidak Layak



²⁸ Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, (Jakarta: PT Rhineka Cipta, 2006), h.35

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Desain Pengembangan E-LKPD

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA, sehingga dapat membantu peserta didik dalam memahami materi yang dianggap sulit melalui visualisasi E-LKPD yang telah dibuat. Pengembangan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA, didasarkan pada model yang telah dikembangkan oleh Alessi dan Trollip yang terdiri dari 3 tahapan sebagai berikut:

a. Perencanaan (*Planning*)

Peneliti melakukan empat tahapan perencanaan yaitu:

1) Menentukan ruang lingkup kajian

Tahap ini peneliti menetapkan lokasi observasi di SMA Muhammadiyah 09 Kuala Hulu. Menentukan ruang lingkup penelitian, dilakukan observasi awal dengan membagikan angket analisis kebutuhan dan kesulitan pengembangan bahan ajar kepada peserta didik dan guru, juga melalui wawancara dengan guru fisika. Berdasarkan hasil angket analisis kesulitan materi, peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi momentum dan impuls. Hal ini disebabkan karena mereka hanya belajar dari buku cetak tanpa adanya praktikum, sehingga sulit bagi mereka untuk memahami materi yang dijelaskan oleh guru. Hasil angket

juga menunjukkan bahwa peserta didik membutuhkan bahan ajar berupa E-LKPD dan menginginkan praktikum secara riil di laboratorium. Namun karena keterbatasan alat laboratorium, dalam hal ini peneliti menawarkan pelaksanaan praktikum dengan menggunakan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*. Hal ini juga didukung dengan ketersediaan sarana disekolah seperti komputer yang kurang optimal digunakan dapat dimanfaatkan dalam pemakaian praktikum secara *virtual*.

Menurut guru yang mengajar jika materi fisika ditampilkan dalam bentuk elektronik akan membantu peserta didik dalam memahami materi fisika. Hal ini dapat membuat peserta didik tidak lagi hanya membayangkan tentang penjelasan dari guru yang mengajar melainkan bisa melihat bagaimana visualisasi konsep fisika melalui E-LKPD yang akan dibuat. Berdasarkan hasil data yang diperoleh, produk yang akan dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini ialah E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi tersebut.

2) Mengidentifikasi karakteristik peserta didik

Identifikasi karakteristik peserta didik dilakukan melalui wawancara langsung dengan guru. Hasil wawancara menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi fisika karena terbatasnya sumber belajar yang hanya mencakup buku cetak, tanpa adanya praktikum. Selain itu, keterbatasan alat laboratorium di sekolah menjadi kendala utama dalam proses kegiatan belajar mengajar. Sehingga, peserta didik memerlukan adanya dukungan dari bahan ajar untuk memahami materi momentum dan impuls.

Berdasarkan hasil angket analisis kebutuhan bahan ajar, terungkap bahwa peserta didik menginginkan bahan ajar berupa E-LKPD dan praktikum secara riil di laboratorium. Namun karena keterbatasan alat laboratorium, dalam hal ini peneliti menawarkan pelaksanaan praktikum dengan menggunakan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*. Hal ini juga didukung dengan ketersediaan sarana di sekolah seperti komputer yang kurang optimal digunakan dapat dimanfaatkan dalam pemakaian praktikum secara *virtual*. Menurut guru yang mengajar jika penyajian materi fisika dalam bentuk elektronik dapat membantu peserta didik memahami konsep-konsep fisika dengan lebih baik.

3) Menentukan dan mengumpulkan sumber-sumber

Peneliti menentukan dan mengumpulkan sumber-sumber belajar yang digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses kegiatan belajar mengajar sebagai referensi peneliti untuk mengembangkan media pembelajaran.

4) *Brainstorming* dengan guru mata pelajaran

Brainstorming dengan guru mata pelajaran bertujuan untuk mencari solusi penyelesaian masalah berdasarkan hasil wawancara dan angket. Hasil dari diskusi bersama guru menunjukkan solusi untuk mengembangkan bahan ajar yang mendukung pemahaman peserta didik terkait materi momentum dan impuls. Solusi yang dihasilkan adalah mengembangkan sebuah bahan ajar berupa E-LKPD yang berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls.

b. Perancangan (*Design*)

Peneliti melakukan tiga tahapan perencanaan, yaitu:

1) Mengembangkan ide

Pengembangan ide dilakukan dengan cara mulai menyusun materi berdasarkan kompetensi dasar yang sesuai dengan Permendikbud nomor 37 tahun 2018 yaitu pada kompetensi dasar pengetahuan KD 3.10 menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari, dan pada kompetensi dasar keterampilan KD 4.10 menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana, serta membuat indikator pencapaian kompetensi (IPK), merumuskan tujuan pembelajaran momentum dan impuls, dan merancang bahan ajar yang akan dikembangkan berupa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls.

2) Melakukan analisis tugas dan konsep

Analisis tugas dilakukan bertujuan untuk menentukan urutan materi yang sistematis dengan membuat peta konsep, sehingga isi dari E-LKPD mudah dipahami oleh peserta didik. Sedangkan pada bagian analisis konsep lebih berfokus pada cara mengolah dan mengorganisasikan informasi yang terdapat dalam E-LKPD agar lebih mudah dipahami.

3) Menyiapkan prototipe

Prototipe dilakukan bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam menciptakan suatu produk, dengan mengembangkan desain produk berdasarkan pengembangan ide, draf produk yang telah dirancang, dan melakukan sesi

brainstorming dengan guru mata pelajaran sehingga dapat menghasilkan produk akhir yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

c. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan yang peneliti lakukan adalah proses pembuatan E-LKPD. Proses pembuatan E-LKPD melakukan lima tahapan pengembangan, yaitu:

1. Mempersiapkan teks

Teks bagian cover dibuat menggunakan canva dan teks materi dibuat dalam bentuk microsoft word pada tahap *design* dan kemudian kedua teks diubah ke dalam bentuk pdf.

2. Menuliskan kode

Tahap penulisan kode dibuat untuk memvariasikan jenis huruf dalam membuat teks, gambar, dan warna. Pada E-LKPD penulisan persamaan-persamaan dan sub-sub pembahasan dibuat menggunakan shapes dan warna-warna tertentu agar tampilan E-LKPD semakin menarik.

3. Menghasilkan audio dan video

Penelitian menggunakan aplikasi simulasi *PhET*, Youtube, dan flip PDF Corporate Edition untuk menghasilkan audio dan video. Aplikasi simulasi *PhET* dan Youtube peneliti gunakan pada bagian isi E-LKPD yang dikembangkan, sedangkan aplikasi flip PDF Corporate Edition peneliti gunakan untuk melihat hasil akhir dari E-LKPD yang dikembangkan.

4. Menggabungkan bagian

Semua bagian-bagian produk yang telah dihasilkan harus digabungkan dengan menggunakan flip PDF Corporate Edition untuk hasil akhir dari E-LKPD. Ketika semua bagian telah digabungkan, maka konsep dari E-LKPD telah terbentuk. Bagian-bagian yang telah digabungkan akan diproduksi menjadi sebuah link dan barcode.

Berikut ini merupakan komponen-komponen yang terdapat didalam E-LKPD antara lain:

a. Cover

Tampilan halaman cover berisi teks dan gambar, untuk bagian teksnya meliputi judul utama bahan ajar, identitas pengembang bahan ajar, identitas institusi dan nama dosen pembimbing. Adapun bagian gambar meliputi gambar logo *PhET* colorado edu, gambar animasi mobil bertabrakan, serta gambar impuls dan momentum. Tampilan halaman cover dapat dilihat pada Gambar 4.1.



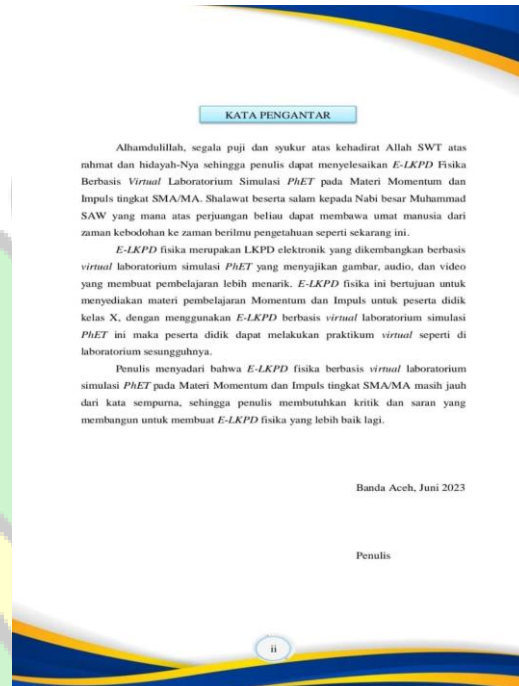
(a) Cover Depan

(b) Cover Belakang

Gambar 4.1 Halaman Cover

b. Halaman Kata Pengantar

Tampilan halaman kata pengantar berisi gambaran tentang E-LKPD dan di akhir kata pengantar terdapat harapan penulis terhadap E-LKPD yang telah dikembangkan. Tampilan halaman kata pengantar dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Halaman Kata pengantar

c. Halaman Daftar Isi

Tampilan halaman daftar isi berisi bagian-bagian yang ada di dalam E-LKPD, berfungsi untuk menunjukkan letak halaman pada bagian-bagian yang ada di dalam E-LKPD. Tampilan halaman daftar isi dapat dilihat pada Gambar 4.3.

DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	1
A. Identitas E-LKPD	1
B. Kompetensi Dasar	1
C. Indikator Pencapaian Kompetensi	1
D. Tujuan Pembelajaran	2
E. Petunjuk Pengerjaan E-LKPD	4
PETA KEDUDUKAN MATERI	4
PETA KONSEP	6
1. Kegiatan Pembelajaran 1	7
A. Materi Momentum	8
B. Tujuan Percobaan	13
C. Alat dan Bahan	13
D. Prosedur Kerja	14
E. Mengumpulkan Data	17
F. Analisis Data	17
G. Evaluasi	18
H. Kesimpulan	19
2. Kegiatan Pembelajaran 2	20
A. Materi Hukum Kekekalan Momentum	21
B. Tujuan Percobaan	29
C. Alat dan Bahan	29
D. Prosedur Kerja	30
E. Mengumpulkan Data	39
F. Analisis Data	41

Gambar 4.3 Halaman Daftar Isi

d. Halaman Daftar Gambar

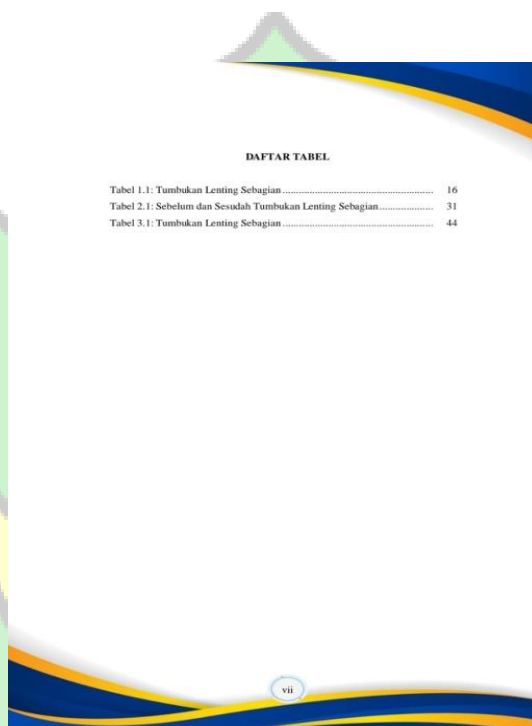
Tampilan halaman daftar gambar berisi bagian-bagian gambar yang ada di dalam E-LKPD, berfungsi untuk menunjukkan letak halaman pada bagian-bagian gambar yang ada di dalam E-LKPD. Tampilan halaman daftar gambar dapat dilihat pada Gambar 4.4.

DAFTAR GAMBAR	
MOMENTUM	
Gambar 1.1: Seorang Anak Bermain Bola Tennis	9
Gambar 1.2: Atlet Pencak Silat	10
Gambar 1.3: Atlet Bola Tangkis	10
Tumbukan Lenting Sebagian	
Gambar 1.4: Tampilan Awal <i>PhET Interactive Simulation</i>	13
Gambar 1.5: Menu <i>Explore Our Sims</i>	13
Gambar 1.6: Tampilan Simulasi <i>Collision Lab</i>	14
Gambar 1.7: Menu Simulasi <i>Collision Lab</i>	14
Gambar 1.8: Simulasi <i>Collision Lab</i>	15
Gambar 1.9: Simulasi <i>Collision Lab</i>	15
Gambar 1.10: Tombol Ulang Kembali Simulasi <i>Collision Lab</i>	16
HUKUM KEKEKALAN MOMENTUM	
Gambar 2.1: Hukum Kekekalan Momentum	21
Gambar 2.2: Sebuah Roket yang Lepas Landas	22
Gambar 2.3: Pemain Bola Rishol	23
Gambar 2.4: Latihan Menembak Peluru	24
Gambar 2.5: Seorang Penjaga Gawang Menangkap bola	24
Gambar 2.6: Kelewang Jatuh di Permukaan Kayu	25
Tumbukan Lenting Sebagian	
Gambar 2.7: Tampilan Awal <i>PhET Interactive Simulation</i>	28
Gambar 2.8: Menu <i>Explore Our Sims</i>	28
Gambar 2.9: Tampilan Simulasi <i>Collision Lab</i>	29
Gambar 2.10: Menu Simulasi <i>Collision Lab</i>	29
Gambar 2.11: Simulasi <i>Collision Lab</i>	30
Gambar 2.12: Simulasi <i>Collision Lab</i>	30
Gambar 2.13: Tombol Ulang Kembali Simulasi <i>Collision Lab</i>	31

Gambar 4.4 Halaman Daftar Gambar

e. Halaman Daftar Tabel

Tampilan halaman daftar tabel berisi bagian-bagian tabel yang ada di dalam E-LKPD, berfungsi untuk menunjukkan letak halaman pada bagian-bagian tabel yang ada di dalam E-LKPD. Tampilan halaman daftar tabel dapat dilihat pada Gambar 4.5.

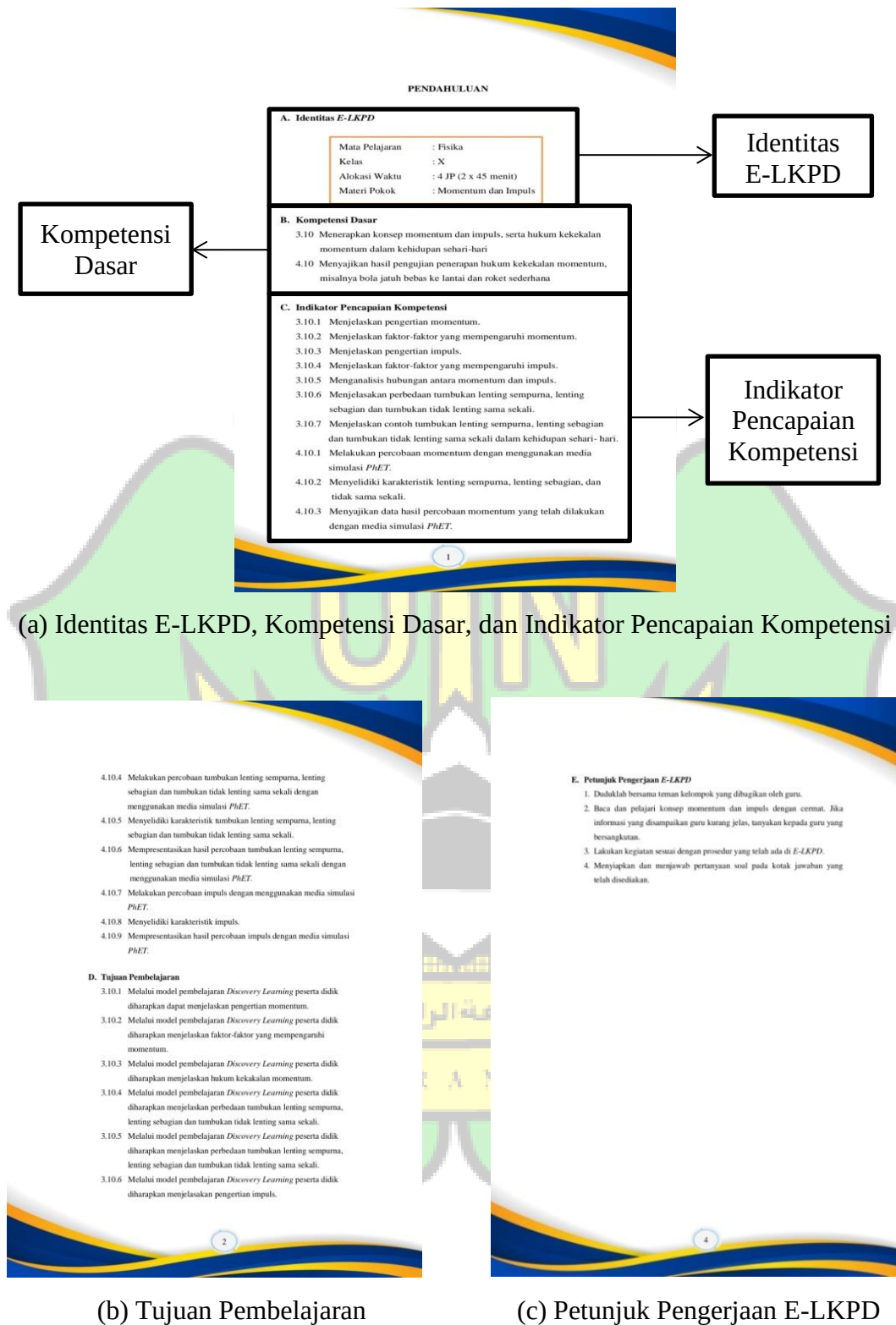


DAFTAR TABEL	
Tabel 1.1: Tumbukan Lenting Sebagian	16
Tabel 2.1: Sebelum dan Sesudah Tumbukan Lenting Sebagian	31
Tabel 3.1: Tumbukan Lenting Sebagian	44

Gambar 4.5 Halaman Daftar Tabel

f. Halaman Pendahuluan

Tampilan halaman pendahuluan berisi identitas E-LKPD, kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran, dan petunjuk pengerjaan E-LKPD. Bagian kompetensi dasar (KD) disusun oleh peneliti berdasarkan permendikbud nomor 37 tahun 2018. KD 3.10 dan 4.10 tersebut dijabarkan menjadi tujuh belas indikator pencapaian kompetensi (IPK). Tampilan halaman pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Halaman Pendahuluan

g. Halaman Peta Kedudukan Materi

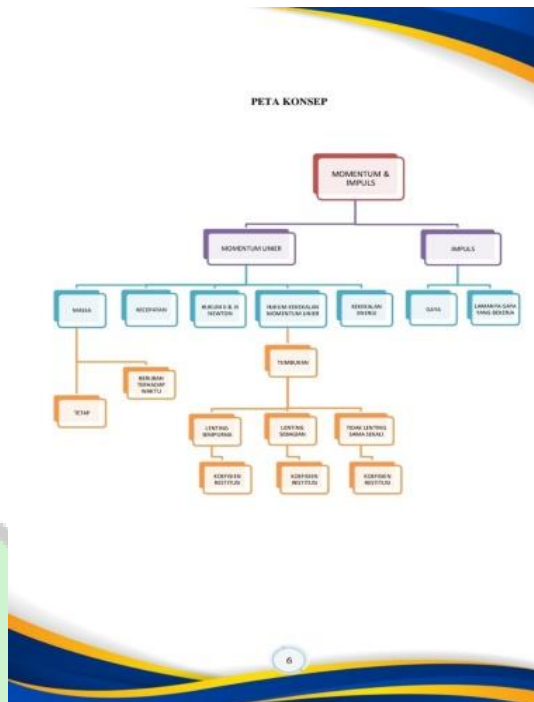
Tampilan halaman peta kedudukan materi berisi pengelompokkan materi-materi yang terdapat pada kelas X, kelas XI, dan kelas XII tingkat SMA/MA. Tampilan halaman peta kedudukan materi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Halaman Peta Kedudukan Materi

g. Halaman Peta Konsep

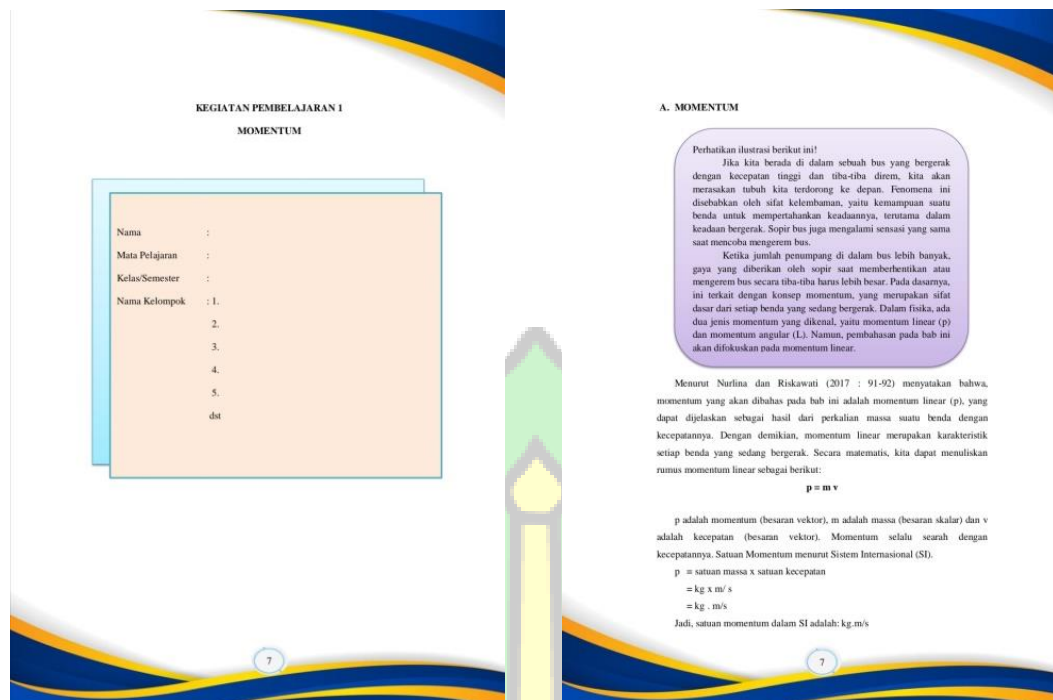
Tampilan halaman peta konsep berisi diagram alur penyajian materi yang bertujuan untuk menggambarkan alur pembelajaran yang tepat. Tampilan halaman peta konsep dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Halaman Peta Konsep

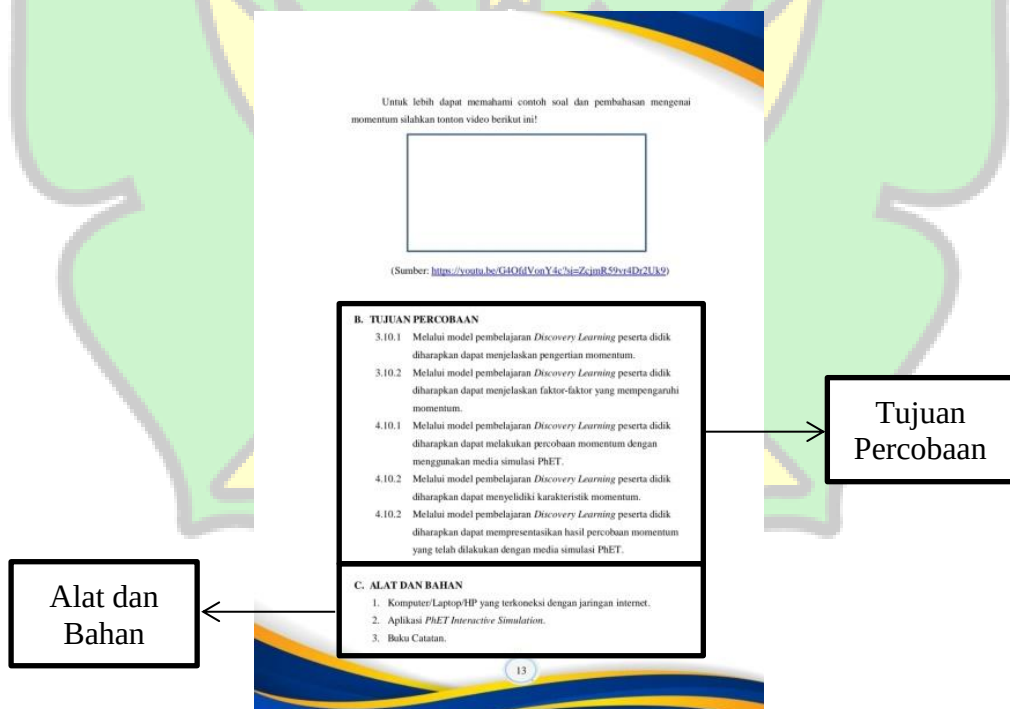
h. Halaman Kegiatan Pembelajaran

Tampilan halaman kegiatan pembelajaran berisi identitas peserta didik, materi pembelajaran, tujuan percobaan, alat dan bahan, prosedur kerja, mengumpulkan data, analisis data, evaluasi, dan kesimpulan. Tampilan halaman kegiatan pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 4.9.



(a) Identitas Peserta Didik

(b) Materi Pembelajaran



(c) Tujuan Percobaan, Alat dan Bahan

C. PROSEDUR KERJA

a. Tumbukan Lenting Sebagian

1. Bukalah *PhET Interactive Simulation* pada komputer/laptop dengan link: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/collision-lab>
2. Klik menu Explore Our Sims.



Gambar 1.4 Tampilan Awal *PhET Interactive Simulation*
(Sumber: <https://phet.colorado.edu/>)

3. Klik simulasi *Collision Lab*



Gambar 1.5 Menu Explore Our Sims
(Sumber: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/browse>)

14

(d) Prosedur Kerja

9. Tekan tombol "Play" dan amati nilai kecepatan dan momentum setelah bertumbukan antara dua buah bola. Kemudian catat hasilnya ke dalam Tabel 1.2.
10. Klik tombol "ulang kembali" untuk memulai praktikum selanjutnya.



Gambar 1.10 Tombol Ulang Kembali Simulasi *Collision Lab*
(Sumber: https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html)

MENGUMPULKAN DATA

Pada Tumbukan Lenting Sebagian

Tabel 1.1 Setelah Tumbukan

Percobaan	Bola	Massa (Kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg.m/s)
1	1			
	2			
2	1			
	2			

Mengumpulkan Data

ANALISIS DATA

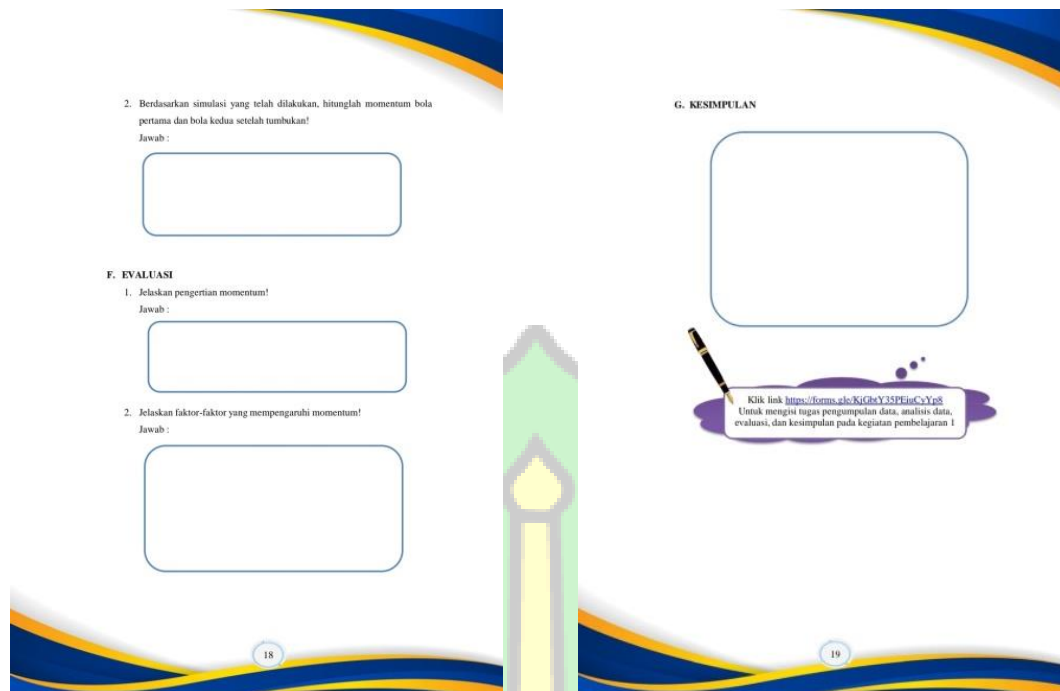
1. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan menggunakan simulasi *PhET*, jelaskan perbedaan antara massa benda, kecepatan benda, dan momentum benda tersebut!

Jawab :

Analisis Data

17

(e) Mengumpulkan Data dan Analisis Data



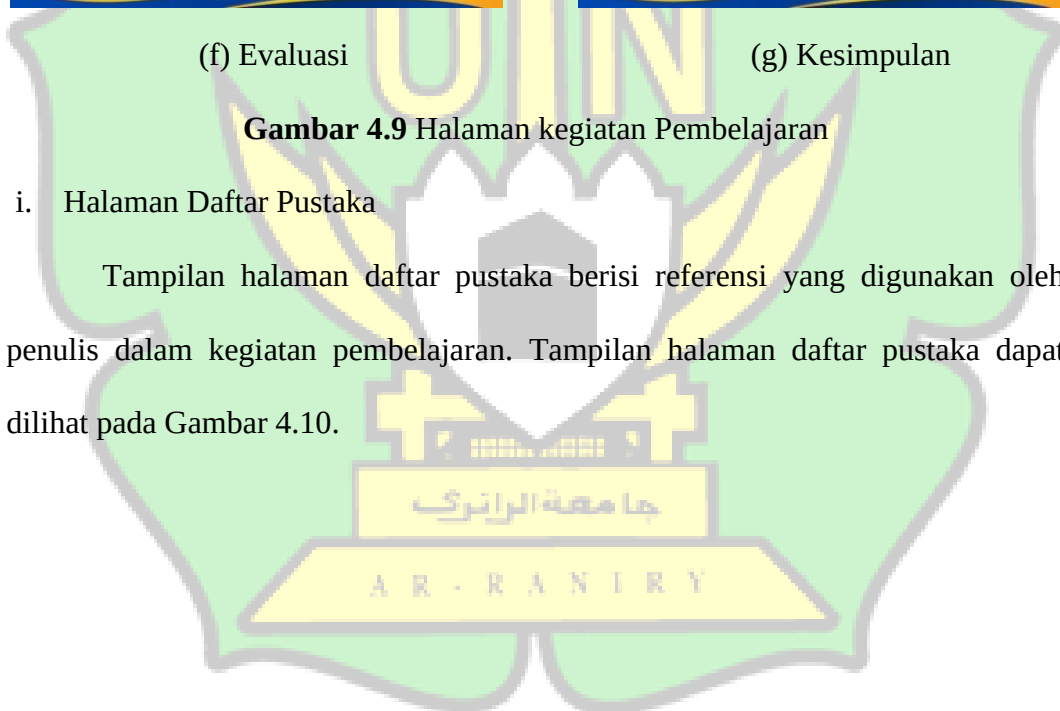
(f) Evaluasi

(g) Kesimpulan

Gambar 4.9 Halaman kegiatan Pembelajaran

i. Halaman Daftar Pustaka

Tampilan halaman daftar pustaka berisi referensi yang digunakan oleh penulis dalam kegiatan pembelajaran. Tampilan halaman daftar pustaka dapat dilihat pada Gambar 4.10.





Gambar 4.10 Halaman Daftar Pustaka

j. Halaman Riwayat Hidup penulis

Tampilan halaman riwayat hidup penulis berisi foto dan biografi penulis.

Tampilan halaman riwayat hidup penulis dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Halaman Riwayat Hidup Penulis

5. Melakukan uji Alfa

Uji alfa peneliti lakukan bertujuan untuk memvalidasi kelayakan E-LKPD yang sudah dikembangkan dengan melibatkan tiga orang ahli media yang merupakan dosen Pendidikan Teknik Elektro dan tiga orang dosen ahli materi dari Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Validasi produk ini dilakukan guna mendapatkan penilaian kelayakan, saran, dan masukan dari pakar/ahli yang profesional di bidangnya, sehingga E-LKPD yang telah dikembangkan berkualitas dan dinyatakan layak sebagai bahan ajar.

a. Penilaian ahli media

Penilaian ahli media bertujuan untuk mengetahui kelayakan E-LKPD yang ditinjau dari segi desain berupa tampilan dan pengemasan E-LKPD. Penilaian media dilakukan oleh tiga orang ahli media, yaitu : 1) Muhammad Rizal Fakhri, M.T; 2) Hari Anna Lastya, M.T; 3) Baihaqi, M.T. Ketiga ahli media tersebut merupakan dosen Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Para ahli media memberikan penilaian sesuai pernyataan yang tertera pada lembar validasi dengan cara membubuhkan centang pada kolom dan baris yang tepat. Pada lembar validasi memuat masukan dan saran yang diisi oleh ahli media sebagai referensi bagi peneliti dalam melakukan revisi media yang dikembangkan.

Berikut data hasil penilaian E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls.

Tabel 4.1 Data Hasil Validasi oleh Ahli Media

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Validator			Skor Total	Σper Aspek	Presentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan
		1	2	3				
Desain Cover E-LKPD	P-1	5	5	5	15	58	96,66%	Sangat Layak
	P-2	5	3	5	13			
	P-3	5	5	5	15			
	P-4	5	5	5	15			
Desain Isi Bahan Ajar	P-5	5	5	5	15	221	92,08%	Sangat Layak
	P-6	5	5	5	15			
	P-7	5	5	5	15			
	P-8	5	5	5	15			
	P-9	5	5	5	15			
	P-10	5	5	5	15			
	P-11	5	5	5	15			
	P-12	3	5	5	13			
	P-13	4	5	5	14			
	P-14	5	5	5	15			
	P-15	5	4	5	14			
	P-16	4	5	5	14			
	P-17	3	5	5	13			
	P-18	5	5	4	14			
	P-19	5	5	4	14			
	P-20	5	5	5	15			
Jumlah rata-rata seluruh skor							94,37%	Sangat Layak

Keterangan:

Validator 1 : Muhammad Rizal Fakhri, M.T.

Validator 2 : Hari Anna Lastya, M.T.

Validator 3 : Baihaqi, M.T.

Berdasarkan data hasil penilaian ahli media pada Tabel 4.1 didapatkan bahwa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* secara keseluruhan mendapatkan kriteria sangat layak dengan perolehan skor 94,37%

berdasarkan nilai kriteria kelayakan pada Tabel 3.1. Dengan demikian, E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* yang telah dikembangkan dapat digunakan oleh pengguna (peserta didik) dalam proses pembelajaran fisika di sekolah maupun belajar secara mandiri. Dari seluruh indikator penilaian, desain cover E-LKPD memiliki validitas tertinggi dengan skor 96,66% tergolong kriteria sangat layak. Selanjutnya, diikuti oleh desain isi bahan ajar mendapatkan kriteria sangat layak dengan skor lebih rendah yaitu 92,08%.

Berdasarkan saran yang diisi oleh ahli media dengan harapan semoga kedepannya pengembangan E-LKPD dapat diterapkan pada peserta didik. Adapun hasil akhir penilaian produk berupa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* dari ahli media dinyatakan layak digunakan dengan revisi.

b. Penilaian Ahli Materi

Penilaian ahli materi bertujuan untuk mengetahui kelayakan E-LKPD yang dikembangkan berdasarkan dari segi kelengkapan materi, kebenaran isi materi dan bahasa yang digunakan. Penilaian materi dilakukan oleh tiga orang ahli bidang fisika, yaitu: 1) Zahriah, M.Pd; 2) Sabaruddin, M.Pd; 3) Muhammad Nasir, M.Si. Ketiga ahli materi tersebut merupakan dosen Pendidikan Fisika UIN Ar-Raniry.

Validator ahli materi memberikan penilaian terhadap setiap butir pernyataan yang terdapat pada lembar validasi dengan memberikan tanda centang pada kolom dan baris yang sesuai, dan juga memberikan saran sebagai rujukan dalam revisi materi yang terdapat dalam E-LKPD. Berikut hasil penilaian E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls oleh ahli materi.

Tabel 4.2 Data Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Validator			Skor Total	Σper Aspek	Presentase Kelayakan	Kriteria Kelayakan
		1	2	3				
Kesesuaian materi dengan KD	P-1	5	5	5	15	30	100%	Sangat Layak
	P-2	5	5	5	15			
Keakuratan materi	P-3	5	4	4	13	40	88,88%	Sangat Layak
	P-4	5	5	4	14			
	P-5	4	5	4	13			
Kemutakhiran materi	P-6	5	5	4	14	29	96,66%	Sangat Layak
	P-7	5	5	5	15			
Mendorong keingintahuan	P-8	5	5	4	14	29	96,66%	Sangat Layak
	P-9	5	5	5	15			
Teknik penyajian	P-10	4	5	4	13	40	88,88%	Sangat Layak
	P-11	5	5	4	14			
	P-12	4	4	5	13			
Pendukung penyajian	P-13	5	4	5	14	29	96,66%	Sangat Layak
	P-14	5	5	5	15			
Penyajian pembelajaran	P-15	5	5	4	14	29	96,66%	Sangat Layak
	P-16	5	5	5	15			
Lugas	P-17	4	4	5	13	41	91,11%	Sangat Layak
	P-18	5	5	4	14			
	P-19	4	5	5	14			
Komunikatif	P-20	5	4	5	14	14	93,33%	Sangat Layak
Dialogis dan interaktif	P-21	5	5	4	14	14	93,33%	Sangat Layak
Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	P-22	4	4	5	13	26	86,66%	Sangat Layak
	P-23	4	4	5	13			
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	P-24	4	5	4	13	40	88,88%	Sangat Layak
	P-25	5	5	4	14			
	P-26	4	5	4	13			
Jumlah rata-rata seluruh skor							93,14%	Sangat Layak

Keterangan:

Validator 1 : Zahriah, M.Pd.

Validator 2 : Sabaruddin, M.Pd.

Validator 3 : Muhammad Nasir, M.Si.

Berdasarkan data hasil penilaian ahli materi pada tabel 4.2 didapatkan bahwa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada aspek kelayakan isi diperoleh skor rata-rata 128 dengan persentase 94,81% (sangat layak), selanjutnya pada aspek kelayakan penyajian diperoleh skor rata-rata 98 dengan persentase 93,33% (sangat layak), dan terakhir aspek kebahasaan diperoleh skor rata-rata 135 dengan persentase 90% (sangat layak). Secara keseluruhan dari indikator penilaian mendapatkan kriteria sangat layak dengan skor 361 dan hasil persentase sebesar 93,14%. Dengan demikian, E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* yang dikembangkan dapat digunakan oleh pengguna (guru dan peserta didik) dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2, secara keseluruhan presentase hasil kelayakan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls sebagai berikut:

Tabel 4.3 Data Persentase Validator

No	Validator	Persentase	Kriteria
1	Ahli Media	94,37%	Sangat Layak
2	Ahli Materi	93,14%	Sangat Layak
Rata-rata Skor Total		93,75%	Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.3 didapatkan bahwa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls yang telah

dikembangkan memperoleh rata-rata skor persentase sebesar 93,75% dengan kriteria sangat layak.

6. Melakukan revisi

Setelah mendapatkan hasil uji alfa dari validator, maka pada tahap selanjutnya peneliti akan melakukan revisi berdasarkan tanggapan dan saran dari validator pada uji alfa. Berdasarkan pada lembar validasi yang diisi oleh ahli media dan ahli materi, terdapat saran perbaikan serta masukan untuk menghasilkan E-LKPD yang berkualitas sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran. Adapun saran dan masukan dari validator dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Saran dan Masukan terhadap Media

Nama Validator	Saran dan Masukan
Muhammad Rizal Fakhri, M.T.	Pada gambar petunjuk pengerjaan prosedur percobaan dibuat gambar dengan jelas agar peserta didik mudah mengikuti petunjuk yang telah dibuat dan dibuat keterangan yang jelas.
Hari Anna Lastya, M.T.	Perbaiki cover bagian judul LKPD dan perbaiki link untuk sub materi.
Baihaqi, M.T.	E-LKPD nya sudah bagus dan layak untuk digunakan.

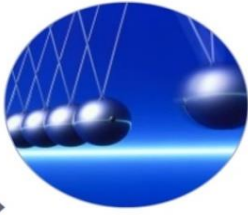
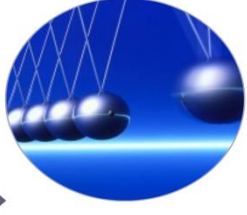
Tabel 4.5 Saran Perbaikan terhadap Materi

Nama Validator	Saran
Zahriah, M.Pd.	Sesuaikan indikator dengan cakupan keluasan materi yang disajikan, bedakan tujuan pembelajaran dengan tujuan percobaan, video

	sebaiknya disajikan yang menimbulkan rasa ingin tahu, sesuaikan evaluasi dengan indikator, evaluasi di LKPD sesuai tujuan percobaan, dan tambahkan evaluasi untuk mengukur ketercapaian dari indikator.
Sabaruddin, M.Pd.	Perbaiki langkah dalam percobaan, <i>PhET</i> yang sesuai dengan materi, dan peta konsep harus sesuai dengan konsep materi pada KD.
Muhammad Nasir, M.Si.	Perbaiki tabel pengamatan, sesuaikan dengan tujuan percobaan, perbaiki penulisan persamaan-persamaan fisika, sesuaikan dengan materi yang sedang dibahas. Pastikan penyampaian konsep menggunakan bahasa yang mudah dipahami namun tetap kalimat baku.

Tabel 4.6 Hasil Perbaikan dari Ahli Media dan Ahli Materi

Validator	Saran Perbaikan	Hasil Perbaikan
Ahli media	Perbaiki gambar petunjuk pengerjaan prosedur percobaan	Gambar petunjuk pengerjaan prosedur percobaan lebih diperjelas
	Perbaiki cover bagian judul LKPD	Pada cover judul materi lebih di fokuskan

	 E-LKPD FISIKA Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET MOMENTUM DAN IMPULS Tingkat SMA/MA  Disusun oleh : Susi Febrianti Sri Nengsih Arusman   PRODI PENDIDIKAN FISIKA FAKULTAS TADRIK DAN KEGURURAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN 2021	 E-LKPD Berbantuan Virtual Laboratorium Simulasi PhET MOMENTUM DAN IMPULS Tingkat SMA/MA  Disusun oleh : Susi Febrianti Sri Nengsih Arusman   PRODI PENDIDIKAN FISIKA FAKULTAS TADRIK DAN KEGURURAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN 2021
Ahli Materi	Sesuaikan indikator dengan cakupan keluasan materi yang disajikan C. Indikator Pencapaian Kompetensi 3.10.1 Menjelaskan pengertian momentum. 3.10.2 Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi momentum. 3.10.3 Menjelaskan hukum kekekalan momentum. 3.10.4 Menjelaskan perbedaan tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali. 3.10.5 Menjelaskan perbedaan tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali. 3.10.6 Menjelaskan pengertian impuls. 3.10.7 Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi impuls. 3.10.8 Menganalisis hubungan antara impuls dan momentum. 4.10.1 Melakukan percobaan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.2 Menyelidiki karakteristik momentum. 4.10.3 Mempresentasikan hasil percobaan momentum dengan media simulasi <i>PhET</i>. 1 4.10.4 Melakukan percobaan tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.5 Menyelidiki karakteristik tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali. 4.10.6 Mempresentasikan hasil percobaan tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.7 Melakukan percobaan impuls dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.8 Menyelidiki karakteristik impuls. 4.10.9 Mempresentasikan hasil percobaan impuls dengan media simulasi <i>PhET</i>.	Indikator sudah disesuaikan dengan cakupan keluasan materi yang disajikan C. Indikator Pencapaian Kompetensi 3.10.1 Menjelaskan pengertian momentum. 3.10.2 Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi momentum. 3.10.3 Menyelidiki contoh momentum dalam kehidupan sehari-hari. 3.10.4 Menghitung besar momentum dari sebuah benda yang bergerak. 3.10.5 Menyatakan hukum kekekalan momentum. 3.10.6 Menyelidiki contoh hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari. 3.10.7 Memformulasikan hukum kekekalan momentum ke dalam bentuk persamaan matematis. 3.10.8 Menjelaskan perbedaan tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tumbukan tidak lenting sama sekali. 3.10.9 Menyelesaikan masalah fisika menggunakan hukum kekekalan momentum. 3.10.10 Menjelaskan pengertian impuls. 3.10.11 Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi impuls. 1 3.10.12 Menyelidiki contoh impuls dalam kehidupan sehari-hari. 3.10.13 Menganalisis hubungan antara impuls dan momentum. 3.10.14 Menentukan besarnya impuls yang bekerja pada suatu benda. 4.10.1 Merancang percobaan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.2 Melakukan percobaan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.3 Menyajikan hasil percobaan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.4 Mempresentasikan hasil percobaan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.5 Merancang percobaan hukum kekekalan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.6 Melakukan percobaan hukum kekekalan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.7 Menyajikan hasil percobaan hukum kekekalan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.8 Mempresentasikan hasil percobaan hukum kekekalan momentum dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.9 Merancang percobaan impuls dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.10 Melakukan percobaan impuls dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.11 Menyajikan hasil percobaan impuls dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>. 4.10.12 Mempresentasikan hasil percobaan impuls dengan menggunakan media simulasi <i>PhET</i>.

	Bedakan tujuan pembelajaran dengan tujuan percobaan B. TUJUAN PERCOBAAN 3.10.1 Melalui model pembelajaran <i>Discovery Learning</i> peserta didik diharapkan dapat menjelaskan pengertian momentum. 3.10.2 Melalui model pembelajaran <i>Discovery Learning</i> peserta didik diharapkan dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi momentum. 4.10.1 Melalui model pembelajaran <i>Discovery Learning</i> peserta didik diharapkan dapat melakukan percobaan momentum dengan menggunakan media simulasi PhET. 4.10.2 Melalui model pembelajaran <i>Discovery Learning</i> peserta didik diharapkan dapat menyelidiki karakteristik momentum. 4.10.2 Melalui model pembelajaran <i>Discovery Learning</i> peserta didik diharapkan dapat mempresentasikan hasil percobaan momentum yang telah dilakukan dengan media simulasi PhET.	Tujuan percobaan sudah disesuaikan dengan simulasi <i>PhET</i> B. TUJUAN PERCOBAAN Untuk menyelidiki pengaruh massa dan kecepatan terhadap momentum suatu benda melalui kegiatan praktikum secara <i>virtual</i>.
	Perbaiki video yang disajikan Untuk lebih dapat memahami contoh soal dan pembahasan mengenai momentum silahkan tonton video berikut ini!  (Sumber: https://youtu.be/G4OfdVonY4c?si=ZcjmR59vr4Dr2Uk9)	Video yang disajikan bisa menimbulkan rasa ingin tahu peserta didik Untuk lebih dapat memahami materi momentum silahkan tonton video berikut ini!  (Sumber: https://youtu.be/VMOxkt_PDrA?si=sXmHikn9f0bdT26j)
	Evaluasi di LKPD sesuaikan dengan tujuan percobaan F. EVALUASI 1. Jelaskan pengertian momentum! Jawab : 2. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi momentum! Jawab :	Evaluasi di LKPD telah sesuai dengan tujuan percobaan F. EVALUASI 1. Apakah massa benda mempengaruhi momentum benda tersebut?, berikan alasannya! Jawab : 2. Apakah kecepatan benda mempengaruhi momentum benda tersebut?, berikan alasannya! Jawab :

Tambahkan evaluasi untuk mengukur ketercapaian dari indikator

Penambahan evaluasi untuk mengukur ketercapaian dari indikator



Perbaiki langkah dalam percobaan

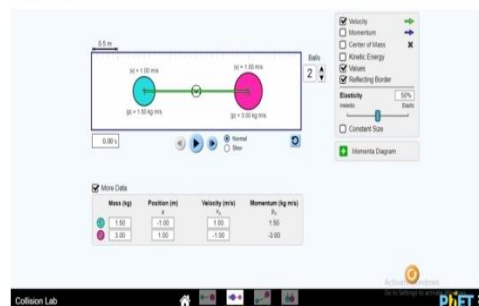
6. Beri tanda ceklis pada pilihan *velocity* (kecepatan), *Values* (nilai), dan *more data* dengan *Elasticity* (elastisitas) 50%. Atur massa bola pertama sebesar 1 kg dan massa bola kedua sebesar 2 kg. Kemudian atur position kedua bola 1,00 dengan kecepatan (*velocity*) bola pertama 1 m/s dan bola kedua 1 m/s. Tulislah nilai momentum setelah bertumbukan ke dalam Tabel 1.1.

Langkah percobaan disesuaikan dengan tujuan percobaan

6. Pada kegiatan pertama melakukan dua kali percobaan dengan satu bola, beri tanda ceklis pada pilihan *more data*, *velocity* (kecepatan), *Values* (nilai), dan *Elasticity* (elastisitas) 100%. Kemudian atur massa bola yang konstan dengan kecepatan yang berbeda. Tulislah nilai massa dan kecepatan ke dalam Tabel 1.1.

Sesuaikan simulasi *PhET* dengan materi

8. Ulangi langkah 1-7 untuk data percobaan yang kedua, lalu ubah massa bola pertama menjadi 1,5 kg dan massa bola kedua menjadi 3 kg dengan posisi dan kecepatan awal sama seperti percobaan sebelumnya. Kemudian amati momentum setelah bertumbukan dan catat hasilnya ke dalam Tabel 1.1.

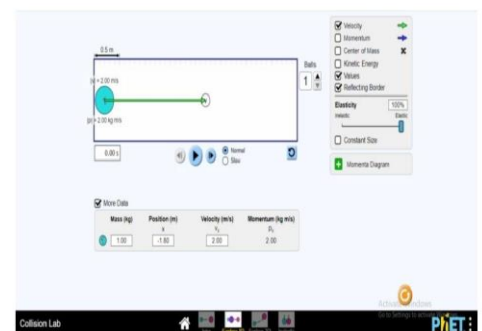


Gambar 1.9 Simulasi *Collision Lab*

(Sumber: https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_all.html)

Simulasi *PhET* disesuaikan dengan kebutuhan materi

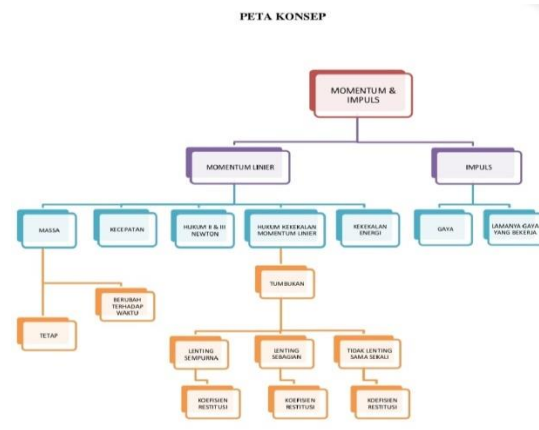
8. Ulangi langkah 6 dan 7 untuk kegiatan yang kedua, lalu ubah massa bola yang berbeda dengan kecepatan yang konstan. Kemudian tulislah nilai massa dan kecepatan ke dalam Tabel 1.1.



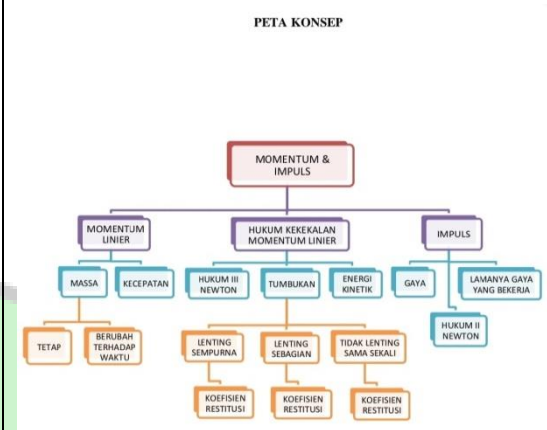
Gambar 1.9 Simulasi *Collision Lab*

(Sumber: *PhET* colorado edu)

Sesuaikan peta konsep dengan materi pada KD



Peta konsep disesuaikan dengan materi pada KD



Perbaiki tabel pengamatan

D. MENGUMPULKAN DATA
Pada Tumbukan Lenting Sebagian
Tabel 1.1 Setelah Tumbukan

Percobaan	Bola	Massa (Kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg.m/s)
1	1			
	2			
2	1			
	2			

Tabel pengamatan disesuaikan dengan percobaan

D. MENGUMPULKAN DATA
Tabel 1.1 Tumbukan Lenting Sebagian

Kegiatan	Percobaan	Massa (Kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg.m/s)
1	1			
	2			
2	1			
	2			

Perbaiki penulisan persamaan-persamaan fisika

Menurut Sunardi (2016 : 340) menyatakan bahwa, Hukum III Newton mengatakan jika benda pertama mengerjakan gaya (melakukan aksi) pada benda kedua, maka timbul gaya reaksi dari benda kedua terhadap benda pertama yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Secara sistematis Hukum III Newton dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$$

Keterangan:

F_{aksi} = gaya reaksi (N)

F_{reaksi} = gaya reaksi (N)

Tanda negatif (-) menunjukkan arah yang berlawanan

Ketika dua buah benda bertumbukan, berdasarkan Hukum III Newton maka kedua benda akan mengalami gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Pada persamaan diatas dapat kita lihat bahwa tanda negatif menunjukkan gaya yang berlawanan arah.

Apabila dua buah benda bermassa m_1 dan m_2 bertumbukan, maka kecepatan awal benda v_1 dan v_2 sebelum tumbukan menjadi v_1' dan v_2' setelah bertumbukan. Jika F_{12} adalah gaya dari m_1 yang digunakan untuk menumbuk m_2 , dan F_{21} adalah gaya dari m_2 yang digunakan untuk menumbuk m_1 , maka menurut Hukum III Newton:

$$F_{12} = -F_{21}$$

Apabila tumbukan tersebut berlangsung dalam selang waktu tertentu yang berarti bahwa lamanya gaya yang bekerja pada benda pertama sama dengan

Penulisan persamaan-persamaan fisika dibuat menggunakan shapes agar lebih menarik

Menurut Sunardi (2016 : 340) menyatakan bahwa, Hukum III Newton mengatakan jika benda pertama mengerjakan gaya (melakukan aksi) pada benda kedua, maka timbul gaya reaksi dari benda kedua terhadap benda pertama yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Secara sistematis Hukum III Newton dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$$

(2.1)

Keterangan:

F_{aksi} = gaya reaksi (N)

F_{reaksi} = gaya reaksi (N)

Tanda negatif (-) menunjukkan arah yang berlawanan

Apabila tumbukan tersebut berlangsung dalam selang waktu tertentu yang berarti bahwa lamanya gaya yang bekerja pada benda pertama sama dengan lamanya gaya yang bekerja pada benda kedua, maka selama tumbukan akan diperoleh hubungan berikut:

$$F_{12} \times \Delta t = -F_{21} \times \Delta t$$

(2.2)

Keterangan:

F = gaya (N)

Δt = selang waktu (s)

B. Pembahasan

1. Desain Pengembangan E-LKPD

Pengembangan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls dikembangkan menggunakan model pengembangan Alessi dan Trollip. Model pengembangan ini terdiri dari tiga tahapan yaitu: (1) *Planning*, (2) *Design*, dan (3) *Development*. ketiga tahapan tersebut akan menghasilkan sebuah produk akhir berupa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls.

a. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan merupakan tahap awal yang dilakukan peneliti dalam pengembangan produk E-LKPD. Tahap ini peneliti melakukan beberapa langkah diantaranya, yaitu: penentuan ruang lingkup, langkah ini perlu dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dan permasalahan yang terjadi dalam proses pembelajaran di sekolah. Tahap ini dilakukan dengan penyebaran angket analisis kebutuhan dan kesulitan materi guna untuk mengetahui kesulitan peserta didik dalam memahami materi fisika. Dari kegiatan tersebut didapatkan bahwa materi yang sulit dipahami adalah Momentum dan Impuls. Kesulitan tersebut disebabkan peserta didik kurang memahami konsep dan makna dari persamaan-persamaan fisika yang terdapat dalam materi tersebut.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sri Rahmawati, Sentot Kusairi, dan Sutopo, menurut mereka 30% peserta didik bingung dengan konsep momentum, 24% bingung dengan konsep impuls, dan 68%

peserta didik tidak menyadari sifat vektor momentum.²⁹ Hal mendasar ketidakmampuan peserta didik dalam memahami konsep fisika seringkali disebabkan oleh kecenderungan peserta didik untuk menghafal rumus, padahal secara makna fisika seharusnya dipahami melalui penalaran dan pemahaman konsep yang lebih mendalam. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti melakukan identifikasi karakteristik peserta didik melalui wawancara, dengan tujuan menemukan solusi yang efektif dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru, peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami materi fisika karena hanya belajar dari buku cetak saja tanpa adanya praktikum, sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran dan membutuhkan bahan ajar tambahan untuk membantu mereka dalam memahami materi momentum dan impuls.

Langkah selanjutnya peneliti mengumpulkan sumber-sumber belajar yang digunakan guru dan peserta didik dalam proses kegiatan belajar mengajar sebagai referensi untuk mengembangkan bahan ajar. Sumber yang digunakan yaitu buku cetak fisika kelas X. Dan langkah terakhir peneliti melakukan *brainstorming* dengan guru mata pelajaran yang bertujuan untuk mendapatkan solusi penyelesaian masalah berdasarkan hasil wawancara dan hasil angket untuk menentukan produk yang akan dikembangkan. Hasil diskusi dengan guru didapatkan solusi yaitu mengembangkan suatu bahan ajar yang dapat membantu peserta didik dalam memahami momentum dan impuls berupa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*.

²⁹ Sri Rahmawati, Sentot Kusairi, dan Sutopo, "Analisis Penguasaan Konsep Siswa yang Belajar Materi Momentum dan Impuls Berbasis *Scientific Approach* disertai Formative Assessment Berbantuan Web", *Jurnal Pembelajaran Sains*, Vol. 3, No. 1, 2019, h. 2

b. Perancangan (*Design*)

Proses perancangan dilakukan secara berurutan mengikuti langkah-langkah dalam pengembangan. Tahap awal dimulai dengan mengembangkan ide, termasuk perumusan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, serta perumusan materi dan contoh soal. Selanjutnya, dilakukan perancangan awal bentuk bahan ajar dan penyusunan instrumen penilaian kelayakan bahan ajar, materi, serta angket respon peserta didik. Desain awal bahan ajar dikembangkan secara terstruktur, melibatkan komponen yang telah disiapkan pada tahap perencanaan.

Langkah berikutnya melibatkan analisis tugas dan konsep untuk memastikan uraian materi dalam E-LKPD yang sedang dikembangkan dapat disusun secara sistematis, mempermudah pemahaman peserta didik. Penyajian materi yang teratur dan terstruktur akan membantu peserta didik memahami konsep dengan baik. Oleh karena itu, penting bagi peneliti untuk melakukan analisis tugas dan konsep agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal.

Langkah selanjutnya peneliti melakukan prototipe yang bertujuan untuk mempermudah peneliti dalam menciptakan suatu produk, dengan mengembangkan desain produk berdasarkan pengembangan ide, draf produk yang telah dirancang dan melakukan sesi *brainstorming* dengan guru mata pelajaran sehingga dapat menghasilkan produk akhir yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

c. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan lanjutan dari tahap *design*, melibatkan pembuatan E-LKPD sesuai dengan langkah-langkah yang telah dirancang pada tahap *design*. Pengembangan ini diawali dengan memasukkan teks berupa materi yang sudah di produksi sebelumnya dalam format PDF. Kemudian dilakukan penulisan kode untuk memvariasikan jenis huruf dalam membuat teks, gambar, dan warna pada produk, sehingga dapat menghasilkan produk yang lebih mudah dipahami dan lebih menarik.

Audio dan video yang dihasilkan dari simulasi *PhET*, youtube, dan flip PDF Corporate Edition akan menarik perhatian dan memudahkan peserta didik dalam memahami materi momentum dan impuls. Kemudian semua bagian-bagian produk yang telah dihasilkan harus digabungkan untuk menghasilkan E-LKPD. Ketika semua bagian telah digabungkan, maka konsep dari E-LKPD telah terbentuk. Bagian-bagian yang telah digabungkan akan diproduksi menjadi sebuah link dan barcode. Setelah semua aspek terpenuhi, maka peneliti melakukan uji alfa kepada validator.

Pengujian alfa terdiri dari tiga orang ahli media dan tiga orang ahli materi oleh dosen Pendidikan Teknik Elektro dan dosen Pendidikan Fisika UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Peneliti melakukan uji alfa bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Perbaikan dan saran dari para validator akan menjadi sumber revisi guna menghasilkan produk yang lebih berkualitas.

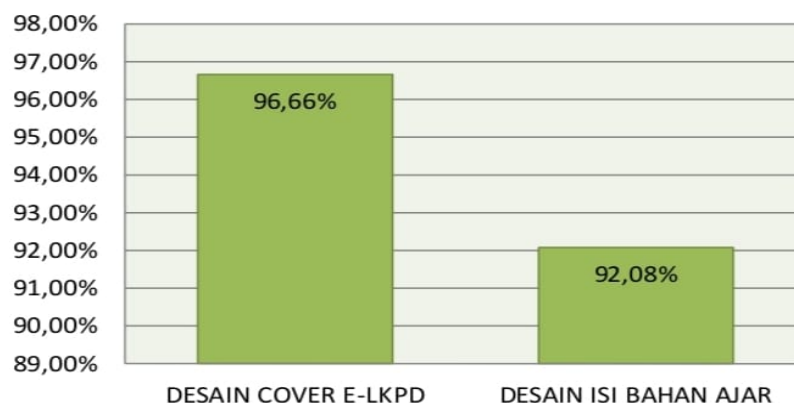
2. Kelayakan Produk E-LKPD Berbantuan *Virtual* Laboratorium Simulasi *PhET*

Penilaian kelayakan produk E-LKPD dilakukan oleh enam orang dosen UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Ahli media menilai pengembangan E-LKPD dalam dua indikator penilaian, yaitu desain cover E-LKPD dan desain isi bahan ajar. Untuk ahli materi menilai pengembangan E-LKPD dalam tiga aspek, yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kebahasaan. Data hasil penilaian E-LKPD berupa bentuk checklist maupun pilihan ganda dengan cara menuliskan tanda *check list* ($\checkmark$) pada kolom yang sudah disediakan.³⁰ Terdiri dari 5 kategori, yaitu 1) sangat tidak setuju (STS), 2) tidak setuju (TS), 3) kurang setuju (KS), 4) Setuju (S), dan 5) sangat setuju (SS). Kemudian skala tersebut dikonversikan menjadi kategori yaitu Tidak Layak (TL) dengan skor 1, Kurang Layak (KL) dengan skor 2, Cukup Layak (CL) dengan skor 3, Layak (L) dengan skor 4, dan Sangat Layak (SL) dengan skor 5. Skor yang diperoleh akan diolah menjadi persentase untuk kriteria kelayakan yang terdapat dalam tabel 3.1.

a. Penilaian Ahli Media

Hasil penilaian yang diperoleh dari ahli media terhadap E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls dapat dilihat pada gambar yang berbentuk grafik berikut ini:

³⁰ Sugiyono, *Metode Penelitian*,....., h. 134



Gambar 4.12 Grafik Penilaian oleh Ahli Media

Berdasarkan hasil analisis data penilaian ahli media terhadap produk yang dikembangkan dapat dilihat pada gambar 4.9, di tinjau dari indikator penilaian desain cover E-LKPD diperoleh skor rata-rata 58 dengan presentase 96,66% (sangat layak) dan indikator penilaian desain isi bahan ajar diperoleh skor rata-rata 221 dengan presentase 92,08% (sangat layak). Adapun jika ditinjau dari semua indikator penilaian, E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* mendapatkan skor rata-rata 279 dengan persentase 94,37% termasuk dalam kategori sangat layak. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Khoiroh, Kurniawan, dan Kaltsum dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran pada Materi Momentum dan Impuls untuk Peserta Didik Kelas X SMA” yang menunjukkan rata-rata persentase sebesar 89% termasuk kedalam kategori sangat layak dan bisa digunakan sebagai bahan ajar di sekolah.³¹ Dengan demikian, penilaian ahli media terhadap kelayakan produk yang dikembangkan menyatakan bahwa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* layak digunakan dengan revisi.

³¹ Khoiroh, Kurniawan, dan Kaltsum, “Pengembangan Media Pembelajaran pada Materi Momentum dan Impuls Untuk Peserta Didik Kelas X SMA”, *Jurnal Prosiding Seminar Nasional*, 2019, h. 130

b. Penilaian Ahli Materi

Hasil penilaian yang diperoleh dari ahli materi terhadap E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls dapat dilihat pada gambar yang berbentuk grafik berikut ini:



Gambar 4.13 Grafik Penilaian oleh Ahli Materi

Berdasarkan hasil analisis data penilaian ahli materi dari tiga aspek penilaian yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kebahasaan yang terdapat pada gambar 4.10. Pada aspek kelayakan isi diperoleh skor rata-rata 128 dengan persentase 94,81% (sangat layak), selanjutnya pada aspek kelayakan penyajian diperoleh skor rata-rata 98 dengan persentase 93,33% (sangat layak), dan terakhir aspek bahasa diperoleh skor rata-rata 135 dengan persentase 90% (sangat layak). Jika ditinjau dari semua aspek, E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* mendapatkan skor rata-rata 361 dengan persentase 93,14% berada pada kategori sangat layak. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Emy Maria Septiani Munthe dan Juru Bahasa Sinuraya dengan judul “Uji Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis Discovery Learning pada Materi Momentum dan Impuls” yang menunjukkan rata-rata persentase sebesar 93% termasuk kedalam kategori sangat layak dan bisa digunakan sebagai

bahan ajar di sekolah.³² Dengan demikian, penilaian ahli materi terhadap kelayakan produk yang dikembangkan menyatakan bahwa E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* layak digunakan dengan revisi.



³² Emy Maria Septiani Munthe dan Juru Bahasa Sinuraya, “Uji Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Discovery Learning* pada Materi Momentum dan Impuls”, *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, Vol. 5, No. 3, 2019, h. 32

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pengembangan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA, dapat disimpulkan sebagai berikut:

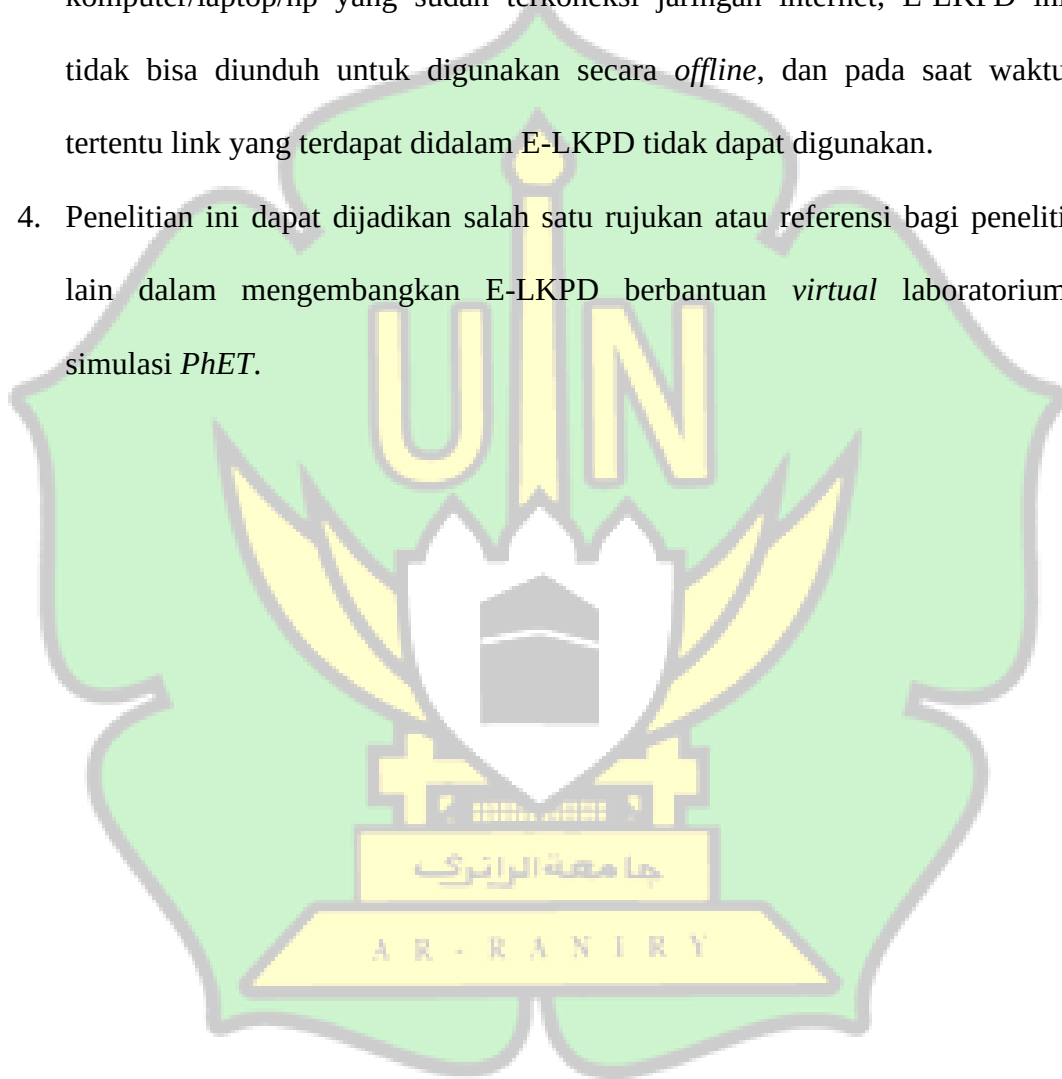
1. E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA didesain menggunakan model Alessi dan Trollip yang terdiri dari tiga tahapan pengembangan, yaitu: Perencanaan (*Planning*), Perancangan (*Design*), dan Pengembangan (*Development*). E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* ini pada bagian cover depan dan belakang didesain dengan menggunakan *canva*, sedangkan pada bagian isinya didesain menggunakan *microsoft word*.
2. Penilaian kelayakan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat SMA/MA dilakukan dengan hasil validasi dari ahli media sebesar 94,37%, yang masuk dalam kategori sangat layak. Selain itu, hasil validasi dari ahli materi mencapai persentase sebesar 93,14%, juga memenuhi kriteria sangat layak.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka saran peneliti adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya agar menguji cobakan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET* pada materi momentum dan impuls tingkat

2. SMA/MA kepada peserta didik, sehingga bahan ajar yang telah dikembangkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah.
3. Penelitian ini terdapat kekurangan atau kendala pada penggunaan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*, karena memerlukan komputer/laptop/hp yang sudah terkoneksi jaringan internet, E-LKPD ini tidak bisa diunduh untuk digunakan secara *offline*, dan pada saat waktu tertentu link yang terdapat didalam E-LKPD tidak dapat digunakan.
4. Penelitian ini dapat dijadikan salah satu rujukan atau referensi bagi peneliti lain dalam mengembangkan E-LKPD berbantuan *virtual* laboratorium simulasi *PhET*.



DAFTAR PUSTAKA

- Andi Prastowo. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: DIVA Press
- Andi Prastowo. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rhineka Cipta
- Arusman. 2022. Praktikum Online Melalui PhET Simulation Terhadap Keterampilan Proses Sains Mahasiswa FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh. *Jurnal Penelitian*.
- D. Salirawati. 2006. *Penyusunan dan Kegunaan LKS dalam Proses Pembelajaran*. Yogyakarta: UNY
- Dauglas C. Giancoli. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Dauglas C. Giancoli. 2014. *Fisika Edisi Ke 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Emy Maria Septiani Munthe dan Juru Bahasa Sinuraya. 2019. Uji Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Discovery Learning* pada Materi Momentum dan Impuls. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*. 5(3).
- Hantika dan Supahar. 2021. Pengembangan LKPD Berbasis Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring (REACT) Berbantuan PhET Simulation Untuk Meningkatkan Penguasaan Materi dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 8(4).
- Hugh D. young dan Roger A. Freedman. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Ismalik perwira Admja dan Eko Marpanaji. 2016. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Praktik Individu Instrumen Pokok Dasar Siswa SMK di Bidang Keahlian Kerawitan. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 6(2).

- Khoiroh, Kurniawan, dan Kaltsum. 2019. Pengembangan Media Pembelajaran pada Materi Momentum dan Impuls Untuk Peserta Didik Kelas X SMA. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional*. 1(2).
- Melva Oktavia, Desi Hanisa Putri, dan Riski Hardianto. 2020. Pengembangan E-LKPD Elektronik Berbantuan Simulasi PhET pada Pokok Bahasan Gerak Harmonik sederhana di SMA. *Prodi Pendidikan Fisika Fkip-unib*. 3(2).
- Netti Nafrianti dkk. 2016. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Inkuiri Terbimbing berbantu PhET pada Materi Listrik Dinamis untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan Sains*. 6(1).
- Oktavia Dwi Lestari dan Suyoso. 2018. Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 7(1).
- Poppy Kamilia Devi. 2010. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga
- Rina Dwi Muliani dan Arusman. 2022. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Belajar Peserta Didik. *Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat*. 2(2).
- Rizky Nafaida, A. Halim, dan Syamsul Rizal. 2015. Pengembangan E-LKPD Berbasis PhET untuk meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Siswa pada Materi Pembiasan cahaya. *Universitas Syiah Kuala*. 3(1).
- Siti Ita Masita, Pujianti Bejahida, Donuata, dkk. 2020. Penggunaan PhET Simulation dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *IKIP Muhammadiyah Maumere: Program studi Pendidikan Fisika*. 5(2).
- Sri Rahmawati, Sentot Kusairi, dan Sutopo. 2019. Analisis Penguasaan Konsep Siswa yang Belajar Materi Momentum dan Impuls Berbasis *Scientific Approach* disertai Formative Assessment Berbantuan Web. *Jurnal Pembelajaran Sains*. 3(1).
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian dan Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta

- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian dan Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Sunardi, Paramita Retno dan Andress B. darmawan. 2015. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas X Kurikulum 2013 Revisi*. Yogyakarta: Yrama Widya
- Sunardi. 2016. *Fisika untuk SMA/ MA Kelas X*. Bandung: Yrama Widya
- Triantoro. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Vivi Harvina, Erwin Hafid, dan Muhammad Rusydi Rasyid. 2022. Pengaruh manajemen kelas dan pengelolaan media pembelajaran terhadap kualitas pendidikan. *Nazazama journal of management*. 1(2).
- Widoyoko, E.P. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Belajar
- Yudistira dan Bayu Adjie. 2001. *3D Studio Max 9,0*. Jakarta: Gramedia
- Zunyatus Zahro. 2018. *Pengembangan LKS Eksperimen Dengan Media Simulasi Virtual Lab PhET untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Materi Fisika pada Siswa SMA*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

Lampiran 1: SK Pembimbing



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telp/Fax. (0651)7551423/7553020 situs : www.tarbiyah.ar-raniry.ac.id

**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FTK UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B-5189/Un.08/FTK/KP.07.6/04/2023**

**TENTANG :
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FTK UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang :**
- a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk Pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;
 - b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam Surat Keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.
- Mengingat :**
1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
 3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
 4. Peraturan Pemerintah No. 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor: 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
 5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan IAIN Ar-Raniry Banda Aceh menjadi UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi & Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 9. Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
 10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Intansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
 11. Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan :** Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Prodi Pendidikan Fisika Tanggal 16 Maret 2023.

MEMUTUSKAN:

- Menetapkan :**
- PERTAMA :** Menunjuk Saudara:
1. Sri Nengsih, M.Sc sebagai Pembimbing Pertama
 2. Arusman, M.Pd sebagai Pembimbing Kedua
- Untuk membimbing Skripsi :
- Nama : Susi Febrianti
- NIM : 200204016
- Prodi : Pendidikan Fisika
- Judul Skripsi : Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA
- KEDUA :** Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2023;
- KETIGA :** Surat Keputusan ini berlaku sampai Akhir Semester Genap Tahun Akademik 2022/2023;
- KEEMPAT :** Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Pada Tanggal : 03 April 2023

A.n. Rektor
Dekan



Tembusan :

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2: Surat Keterangan Izin Penelitian Universitas



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
 Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
 Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-2805/Un.08/FTK.1/TL.00/02/2023
 Lamp : -
 Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
 Kepala SMA Muhamadiyah 09 Kualuh Hulu
 Assalamu'alaikum Wr.Wb.
 Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **SUSI FEBRIANTI / 200204016**
 Semester/Jurusan : / Pendidikan Fisika
 Alamat sekarang : Darussalam Banda Aceh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Analisis Kesulitan Siswa**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 01 Februari 2023
 an. Dekan
 Wakil Dekan Bidang Akademik dan
 Kelembagaan,



Berlaku sampai : 01 Maret
 2023

Habiburrahim, M.Com., M.S., Ph.D.

A R - R A N I R Y

Lampiran 3: Surat Keterangan Selesai Penelitian di Sekolah



**MAJELIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
SMA SWASTA MUHAMMADIYAH-9 KUALUH HULU**

Jalan Gazali Sinaga No.3 Aeckanopan 0624 - 92715
Kecamatan Kualuh Hulu, Kab. Labuhanbatu Utara, Prov. Sumatera Utara
Kode Pos 2145 Email: smamuhammadiyah9@gmail.com
NPSN: 10205376 - Terakreditasi : A Tahun 2021

SURAT BALASAN

Nomor : 053/III.4.AU/F/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Biodata Kepala Sekolah

Nama : **H. ABDUL KAMAL MUNTHE, SH**
NKTAM : 864 190
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMA Swasta Muhammadiyah-09 Kualuh Hulu

Menerangkan bahwa :

Nama : **SUSI FEBRIANTI**
NIM : 200204016
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jenjang : S-1

Telah melaksanakan Penelitian di SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu Labuhanbatu Utara pada tanggal 3 Februari 2023 berdasarkan surat dari Kementerian Agama Universitas Islam Negeri Ar - Raniry Falkutas Tarbiyah dan Keguruan, Nomor : B-2805/Un.08/FTK.1/TL.00/02/2023 pada tanggal 1 Februari 2023, Hal : Permohonan Izin melakukan Penelitian dengan Judul "*Analisis Kesulitan Siswa*".

Demikian Surat Balasan ini diperbuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Aeckanopan, 4 Februari 2023

Kepala SMA Swasta Muhammadiyah 09

Kualuh Hulu,

H. ABDUL KAMAL MUNTHE, SH

MAJELIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH

MUHAMMADIYAH 9

KUALUH HULU

LABUHANBATU UTARA

SUMATERA UTARA

Lampiran 4: Lembar Angket Analisis Kebutuhan dan Kesulitan Materi

Lampiran 4a: Guru

Angket Analisis Kebutuhan Kesulitan Materi

Materi Fisika Kelas X IPA SMA/MA Semester Genap 2022/2023

Nama	Dhinda Yulianti S.Pd
Kelas	-
Mapel	Fisika
Hari/Tanggal	Kamis, 03 Februari 2023
Nama Sekolah	SMA Swasta Muhammadiyah 09 Kuala Hulu

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda silang (x) pada pilihan jawaban anda.

- Bahan ajar apakah selain buku dari sekolah yang dapat membantu anda dalam memahami materi fisika?
 - Animasi dan Buku Fiksi
 - Modul
 - Alat Peraga
 - ☒ LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)
- Apakah anda membutuhkan praktikum alternative yang dapat digunakan untuk mempelajari konsep fisika secara lebih mudah dan lebih menarik?
 - ☒ Sangat Membutuhkan
 - Cukup Membutuhkan
 - Kurang Membutuhkan
 - Tidak Membutuhkan
- Jika dikonep Fisika dengan praktikum, praktikum seperti apa yang ingin anda peroleh dalam meningkatkan pemahaman anda pada konsep Fisika?
 - Praktikum secara Demonstrasi
 - ☒ Praktikum secara Laboratorium
 - Laboratorium Virtual Simulasi PhET
 - Praktikum Sederhana Menggunakan Alat Peraga
- Saran anda untuk pembelajaran Fisika menjadi lebih dipahami apabila.....
 - ☒ Pelajaran dikaitkan dengan Praktikum
 - Guru Menyajikan Laboratorium Virtual
 - Melakukan Diskusi dalam Kelompok
 - Dikaitkan dengan Kehidupan Sehari-hari

A. Petunjuk

1. Lembar angket analisis ini dimaksudkan untuk menentukan materi yang akan digunakan untuk penelitian skripsi.
2. Mohon diberi tanda *checklist*(✓) pada kolom SS, S, M, SM, sesuai rentang penilaian dibawah ini dengan penilai secara obyektif.
 1 : Sangat Sulit (SS)
 2 : Sulit (S)
 3 : Mudah (M)
 4 : Sangat Mudah (SM)
3. Berikan lah jawaban yang tepat pada pertanyaan-pertanyaan dibawah ini.

B. Angket

No	Konsep/Materi	SS	S	M	SM
1	Gerak Parabola				✓
2	Hukum Newton			✓	
3	Usaha dan Energi		✓		
4	Hukum Kekekalan Energi				✓
5	Impuls dan Momentum	✓			

C. Pertanyaan

Pertanyaan dibawah ini merupakan alasan siswa/i memilih materi berdasarkan keempat kriteria diatas.

1. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat mudah, berikan alasannya!
 karena di gerak parabola materinya berkaitan tentang gerak GLB dan GLBb sehingga memudahkan untuk membahas materi tersebut.
2. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria mudah, berikan alasannya!
 karena hukum newton lebih mudah mengingat rumus nya dari materi lain.
3. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sulit, berikan alasannya!
 karena dalam beberapa materi mengenai usaha, energi, atau daya sangat berbeda dalam segi pengertian.
4. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat sulit, berikan alasannya!
 dalam materi tumbukan atau penerapan ~~impuls~~ impuls dan momentum memakai rumus yang berbeda dan sangat sulit dimengerti.

Lampiran 4b: Siswa

Angket Analisis Kebutuhan Kesulitan Materi

Materi Fisika Kelas X IPA SMA/MA Semester Genap 2022/2023

Nama	Harsiansyah Tambunan
Kelas	X - MIPA 2
Mapel	FISIKA
Hari/Tanggal	Kamis, 3 Februari 2023
Nama Sekolah	SMA Muhammadiyah 01 Kuning Huli

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda silang (x) pada pilihan jawaban anda.

1. Bahan ajar apakah selain buku dari sekolah yang dapat membantu anda dalam memahami materi fisika?
 - a. Animasi dan Buku Fiksi
 - b. Modul
 - ☒ c. Alat Peraga
 - d. LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)
2. Apakah anda membutuhkan praktikum alternative yang dapat digunakan untuk mempelajari konsep fisika secara lebih mudah dan lebih menarik?
 - a. Sangat Membutuhkan
 - ☒ b. Cukup Membutuhkan
 - c. Kurang Membutuhkan
 - d. Tidak Membutuhkan
3. Jika konsep Fisika dengan praktikum, praktikum seperti apa yang ingin anda peroleh dalam meningkatkan pemahaman anda pada konsep Fisika?
 - a. Praktikum secara Demonstrasi
 - ☒ b. Praktikum secara Laboratorium
 - c. Laboratorium Virtual Simulasi PhET
 - d. Praktikum Sederhana Menggunakan Alat Peraga
4. Saran anda untuk pembelajaran Fisika menjadi lebih dipahami apabila.....
 - ☒ a. Pelajaran dikaitkan dengan Praktikum
 - b. Guru Menyajikan Laboratorium Virtual
 - c. Melakukan Diskusi dalam Kelompok
 - d. Dikaitkan dengan Kehidupan Sehari-hari

A. Petunjuk

1. Lembar angket analisis ini dimaksudkan untuk menentukan materi yang akan digunakan untuk penelitian skripsi.
2. Mohon diberi tanda *checklist*(✓) pada kolom SS, S, M, SM, sesuai rentang penilaian dibawah ini dengan penilai secara obyektif.
1 : Sangat Sulit (SS)
2 : Sulit (S)
3 : Mudah (M)
4 : Sangat Mudah (SM)
3. Berikan lah jawaban yang tepat pada pertanyaan-pertanyaan dibawah ini.

B. Angket

No	Konsep/Materi	SS	S	M	SM
1	Gerak Parabola			✓	
2	Hukum Newton		✓		
3	Usaha dan Energi		✓		
4	Hukum Kekekalan Energi		✓		
5	Impuls dan Momentum	✓			

C. Pertanyaan

Pertanyaan dibawah ini merupakan alasan siswa/i memilih materi berdasarkan keempat kriteria diatas.

1. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat mudah, berikan alasannya!

.....
.....

2. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria mudah, berikan alasannya!

Gerak Parabola lumayan mudah karena sudah diajarkan
rumus yang dapat dimengerti dengan baik

3. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sulit, berikan alasannya!

Hukum Newton, usaha dan energi, hukum kekekalan
energi sulit dimengerti rumus-rumusnya lumayan
rumit dan sedikit susah dipahami

4. Jika siswa/i memilih materi dengan kriteria sangat sulit, berikan alasannya!

Impuls dan momentum sangat sulit, sudah
dipelajari yang susah dipahami, cara pengerjaannya
juga cenderung banyak sangat rumit

Lampiran 5: Lembar Hasil Angket Analisis Kebutuhan dan Kesulitan Materi

Lampiran 5a: Guru

HASIL ANGKET ANALISIS KESULITAN GURU

No	Materi	SS (4)	S (3)	M (2)	SM (1)	Total	Persentase (%)	Rank
1	Gerak Parabola	0	0	1	1	3	14,29	3
2	Hukum Newton	0	0	1	1	3	14,29	3
3	Usaha dan Energi	0	1	0	1	4	19,05	2
4	Hukum Kekekalan Energi	0	0	1	1	3	14,29	3
5	Impuls dan Momentum	2	0	0	0	8	38,10	1
Total Keseluruhannya		2	1	3	4	21	100	

HASIL ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN GURU

Pertanyaan	A	B	C	D	Hasil
No. 1	0	0	0	2	Lembar Kerja Peserta Didik
No.2	2	0	0	0	Sangat membutuhkan praktikum alternatif
No.3	0	2	0	0	Praktikum secara laboratorium
No.4	2	0	0	0	Pelajaran dikaitkan dengan praktikum

Lampiran 5b: Siswa

HASIL ANGKET ANALISIS KESULITAN SISWA

No	Materi	SS (4)	S (3)	M (2)	SM (1)	Total	Persentase (%)	Rank
1	Gerak Parabola	0	13	17	3	76	17,31	3
2	Hukum Newton	0	13	17	3	76	17,31	3
3	Usaha dan Energi	0	14	14	5	75	17,08	5
4	Hukum Kekekalan Energi	0	23	7	3	86	19,59	2
5	Impuls dan Momentum	28	4	1	0	126	28,70	1
Total Keseluruhannya		28	67	56	14	439	100	

HASIL ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN SISWA

Pertanyaan	A	B	C	D	Hasil
No. 1	12	2	1	18	Lembar Kerja Peserta Didik
No.2	22	9	2	0	Sangat membutuhkan praktikum alternatif
No.3	1	24	4	4	Praktikum secara laboratorium
No.4	24	2	6	1	Pelajaran dikaitkan dengan praktikum

Lampiran 6: Lembar Hasil Validasi oleh Ahli Media

Lampiran 6a: Validator 1

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Penyusun : Susi Febrianti

Pembimbing 1 : Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.

Pembimbing 2 : Arusman, S.Pd.I., M.Pd.

Instansi : Pendidikan Fisika/Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/ Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Momentum dan Impuls untuk tingkat SMA/MA, maka melalui instrument ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap E-LKPD yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki, membenahi dan meningkatkan kualitas E-LKPD ini sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya E-LKPD tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor	Kategori Kelayakan	Kriteria Persentase Kelayakan
1	Tidak Layak	<20%
2	Kurang Layak	21%-40%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Layak	61%-80%
5	Sangat Layak	81%-100%

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : MUHAMMAD RIZAL FACHRI, M.T.
NIP : 196807082019031018
Instansi : UIN AR-RANIRY

INSTRUMEN PENILAIAN E-LKPD

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Desain cover E-LKPD	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca					✓
		a. Ukuran huruf judul E-LKPD lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran bahan ajar dan nama pengarang					✓
		b. Warna judul E-LKPD kontras dengan warna latar					✓
		Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf					✓
2.	Desain isi bahan ajar	Menampilkan tata letak yang konsisten					✓
		a. Penempatan unsur tata letak konsisten, berdasarkan pola					✓
		b. Pemisahan antar paragraf yang jelas					✓
		Menggunakan spasi yang sesuai					✓
		Menggunakan judul kegiatan belajar					✓
		Menggunakan sub judul kegiatan					✓
		Menggunakan angka halaman					✓
		Menggunakan keterangan gambar			✓		
		Menggunakan margin yang sesuai				✓	
		Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf					✓
		Menampilkan KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan					✓
		Menunjukkan penggunaan E-LKPD dengan jelas				✓	
		Menunjukkan penggunaan simulasi PhET dengan jelas			✓		
		Menyesuaikan penggunaan variasi huruf					✓
		Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi					✓
		Menampilkan kerapian susunan tata letak					✓

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Komentar Dan Saran

Pada gambar petunjuk penggunaan prosedur percobaan
dibuat gambar dengan jelas agar peserta didik
mudah mengikuti petunjuk yang telah dibuat dan
dibuat keterangan yang jelas.

Kesimpulan

Bahan pembelajaran berupa E-LKPD ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☒ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang kotak yang dipilih

Banda Aceh,

2023

Validator Media

M. Rizal Faehry, Nst.
NIP. 19880708019031018

Lampiran 6b: Validator 2

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : *Hari Anna Lantya, M.T.*
 NIP : *198704302015032005*
 Instansi : *Prod: PTE, FTK, UIN Ar-Raniry Banda Aceh*

INSTRUMEN PENILAIAN E-LKPD

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Desain cover E-LKPD	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca					✓
		a. Ukuran huruf judul E-LKPD lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran bahan ajar dan nama pengarang			✓		
		b. Warna judul E-LKPD kontras dengan warna latar					✓
		Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf					✓
2.	Desain isi bahan ajar	Menampilkan tata letak yang konsisten					✓
		a. Penempatan unsur tata letak konsisten, berdasarkan pola					✓
		b. Pemisahan antar paragraf yang jelas					✓
		Menggunakan spasi yang sesuai					✓
		Menggunakan judul kegiatan belajar					✓
		Menggunakan sub judul kegiatan					✓
		Menggunakan angka halaman					✓
		Menggunakan keterangan gambar					✓
		Menggunakan margin yang sesuai					✓
		Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf					✓
		Menampilkan KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan				✓	✓
		Menunjukkan penggunaan E-LKPD dengan jelas					✓
		Menunjukkan penggunaan simulasi PhET dengan jelas					✓
		Menyesuaikan penggunaan variasi huruf					✓
		Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi					✓
		Menampilkan kerapian susunan tata letak					✓

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Komentar Dan Saran

- Perbaiki cover bagian judul LKPD
- perbaiki link untuk sub materi
-
-
-
-
-
-

Kesimpulan

Bahan pembelajaran berupa E-LKPD ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☒ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang kotak yang dipilih

Banda Aceh, 28-11-2023

Validator Media

(Mari Anna Lastya, MT.)

NIP. 198704302015032005

Lampiran 6c: Validator 3

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : Baihaqi, M.T.
NIP : 198802212022031001
Instansi : Prodi PTE UIN Ar-Raniry

INSTRUMEN PENILAIAN E-LKPD

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Desain cover E-LKPD	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca					✓
		a. Ukuran huruf judul E-LKPD lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran bahan ajar dan nama pengarang					✓
		b. Warna judul E-LKPD kontras dengan warna latar					✓
		Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf					✓
2.	Desain isi bahan ajar	Menampilkan tata letak yang konsisten					✓
		a. Penempatan unsur tata letak konsisten, berdasarkan pola					✓
		b. Pemisahan antar paragraf yang jelas					✓
		Menggunakan spasi yang sesuai					✓
		Menggunakan judul kegiatan belajar					✓
		Menggunakan sub judul kegiatan					✓
		Menggunakan angka halaman					✓
		Menggunakan keterangan gambar					✓
		Menggunakan margin yang sesuai					✓
		Tidak menggunakan terlalu banyak jenis huruf					✓
		Menampilkan KD dan IPK sesuai dengan materi yang disajikan					✓
		Menunjukkan penggunaan E-LKPD dengan jelas					✓
		Menunjukkan penggunaan simulasi PhET dengan jelas					✓
		Menyesuaikan penggunaan variasi huruf				✓	✓
		Menampilkan keterkaitan materi dengan sub bab materi				✓	✓
		Menampilkan kerapian susunan tata letak					✓

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MEDIA

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Komentar Dan Saran

E-LKPD nya sudah bagus dan layak untuk
digunakan.

Kesimpulan

Bahan pembelajaran berupa E-LKPD ini dinyatakan *):

- ☒ Layak digunakan tanpa revisi
☐ Layak digunakan dengan revisi
☐ Tidak layak digunakan

*) Centang kotak yang dipilih

Banda Aceh, 28-11-2023

Validator Media

(Baikaji, M.T.)

NIP. 198802212022031001

Lampiran 7: Lembar Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Lampiran 7a: Validator 1

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Penyusun : Susi Febrianti

Pembimbing 1 : Sri Nengsih, S.Si., M.Sc.

Pembimbing 2 : Arusman, S.Pd.I., M.Pd.

Instansi : Pendidikan Fisika/Fakultas Tarbiyah dan Keguruan/
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET pada Materi Momentum dan Impuls untuk tingkat SMA/MA, maka melalui instrument ini kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap E-LKPD yang telah dibuat tersebut. Penilaian Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki, membenahi dan meningkatkan kualitas E-LKPD ini sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya E-LKPD tersebut digunakan dalam pembelajaran fisika.

PETUNJUK PENGISIAN ANGKET

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor	Kategori Kelayakan	Kriteria Persentase Kelayakan
1	Tidak Layak	<20%
2	Kurang Layak	21%-40%
3	Cukup Layak	41%-60%
4	Layak	61%-80%
5	Sangat Layak	81%-100%

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : ZAHRAH, M.Pd
NIP : 199004132019032012
Instansi : FTE UIN AR-RANIRY.

INSTRUMEN PENILAIAN E-LKPD

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi dengan KD	Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)					✓
		Menyesuaikan materi dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)					✓
2.	Keakuratan materi	Menyajikan konsep dan materi yang akurat					✓
		Menggunakan data dan fakta yang disajikan secara akurat					✓
		Menggunakan definisi yang akurat pada materi				✓	
3.	Kemutakhiran materi	Menggunakan gambar yang sesuai dengan konteks pembelajaran					✓
		Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari					✓
4.	Mendorong keingintahuan	Menyajikan video yang mendorong rasa ingin tahu					✓
		Menyajikan tugas yang dapat mendorong rasa ingin tahu					✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Teknik penyajian	Menyajikan keselarasan materi				✓	
		Menggunakan keterkaitan gambar dan video yang logis					✓
		Menggunakan ilustrasi gambar yang menarik				✓	
2.	Pendukung penyajian	Menyajikan contoh soal pada materi pembelajaran					✓

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

		Menyajikan Daftar pustaka						✓
3.	Penyajian pembelajaran	Melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran						✓
		Menyajikan materi yang kreatif dan inovatif						✓

3. ASPEK KEBAHASAN

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Lugas	Menggunakan struktur kalimat yang tepat				✓	
		Menggunakan kalimat yang efektif				✓	
		Menggunakan istilah yang baku				✓	
2.	Komunikatif	Menyajiakan pesan dalam penyampaian informasi					✓
3.	Dialogis dan interaktif	Menggunakan data dan fakta yang akurat					✓
4.	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	Menyesuaikan dengan perkembangan intelektual peserta didik				✓	
		Menyesuaikan dengan perkembangan emosional peserta didik				✓	
5.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Menggunakan tata bahasa yang tepat				✓	
		Menggunakan ejaan yang tepat				✓	
		Menggunakan bahasa yang baik dan benar				✓	

Komentar Dan Saran

1. Sesuaikan indikator dengan cakupan keluasan materi yg disajikan
2. Bedakan tujuan pembelajaran dgn tujuan percobaan
3. Video sebaiknya disajikan yg menimbulkan rasa ingin tahu
4. Sesuaikan evaluasi dgn indikator
5. Evaluasi di LKPD sesuai tujuan percobaan.
6. Tambahkan evaluasi utk mengukur ketercapaian dari indikator.

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Kesimpulan

Bahan pembelajaran berupa modul ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☒ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang kotak yang dipilih

Banda Aceh, 28/11 - 2023

Validator Materi

(ZAHRIAH, M.Pd.....)

NIP. 19900413 2019032012



Lampiran 7b: Validator 2

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : *Sabarudin*
 NIP/NIDN : *2024110703*
 Instansi : *Ar-Raniry FTK UIN Ar-Raniry Bandar Aceh*

INSTRUMEN PENILAIAN E-LKPD**1. ASPEK KELAYAKAN ISI**

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi dengan KD	Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)					✓
		Menyesuaikan materi dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)					✓
2.	Keakuratan materi	Menyajikan konsep dan materi yang akurat				✓	
		Menggunakan data dan fakta yang disajikan secara akurat					✓
		Menggunakan definisi yang akurat pada materi					✓
3.	Kemutakhiran materi	Menggunakan gambar yang sesuai dengan konteks pembelajaran					✓
		Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari					✓
4.	Mendorong keingintahuan	Menyajikan video yang mendorong rasa ingin tahu					✓
		Menyajikan tugas yang dapat mendorong rasa ingin tahu					✓

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Teknik penyajian	Menyajikan keselarasan materi					✓
		Menggunakan keterkaitan gambar dan video yang logis					✓
		Menggunakan ilustrasi gambar yang menarik				✓	
2.	Pendukung penyajian	Menyajikan contoh soal pada materi pembelajaran				✓	

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

3.	Penyajian pembelajaran	Menyajikan Daftar pustaka						✓
		Melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran						✓
		Menyajikan materi yang kreatif dan inovatif						✓

3. ASPEK KEBAHASAN

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Lugas	Menggunakan struktur kalimat yang tepat				✓	✓
		Menggunakan kalimat yang efektif					✓
		Menggunakan istilah yang baku					✓
2.	Komunikatif	Menyajiakan pesan dalam penyampaian informasi				✓	
3.	Dialogis dan interaktif	Menggunakan data dan fakta yang akurat					✓
4.	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	Menyesuaikan dengan perkembangan intelektual peserta didik				✓	
		Menyesuaikan dengan perkembangan emosional peserta didik				✓	
5.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Menggunakan tata bahasa yang tepat					✓
		Menggunakan ejaan yang tepat					✓
		Menggunakan bahasa yang baik dan benar					✓

Komentar Dan Saran

- lengkap dan menarik
- Foto & screenshot & materi
- Daftar pustaka harus sesuai & konsep materi pd KD
-
-
-
-
-

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Kesimpulan

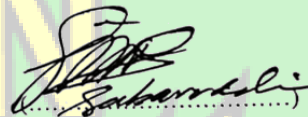
Bahan pembelajaran berupa modul ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☒ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang kotak yang dipilih

Banda Aceh,
Validator Materi

2023


Sahmudi

NIP.



Lampiran 7c: Validator 3

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

IDENTITAS VALIDATOR

Nama : *Muhammad Nasir, M.si*
NIP : *199001122018011001*
Instansi :

INSTRUMEN PENILAIAN E-LKPD

1. ASPEK KELAYAKAN ISI

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi dengan KD	Menyajikan materi yang sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD)					✓
		Menyesuaikan materi dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)					✓
2.	Keakuratan materi	Menyajikan konsep dan materi yang akurat				✓	
		Menggunakan data dan fakta yang disajikan secara akurat				✓	
3.	Kemutakhiran materi	Menggunakan definisi yang akurat pada materi				✓	
		Menggunakan gambar yang sesuai dengan konteks pembelajaran				✓	
4.	Mendorong keingintahuan	Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari				✓	
		Menyajikan video yang mendorong rasa ingin tahu				✓	
		Menyajikan tugas yang dapat mendorong rasa ingin tahu				✓	

2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Teknik penyajian	Menyajikan keselarasan materi				✓	
		Menggunakan keterkaitan gambar dan video yang logis				✓	
		Menggunakan ilustrasi gambar yang menarik					✓
2.	Pendukung penyajian	Menyajikan contoh soal pada materi pembelajaran					✓

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI

Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

		Menyajikan Daftar pustaka						✓
3.	Penyajian pembelajaran	Melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran					✓	
		Menyajikan materi yang kreatif dan inovatif						✓

3. ASPEK KEBAHASAN

NO	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Alternative Penilaian				
			1	2	3	4	5
1.	Lugas	Menggunakan struktur kalimat yang tepat					✓
		Menggunakan kalimat yang efektif					✓
		Menggunakan istilah yang baku					✓
2.	Komunikatif	Menyajikan pesan dalam penyampaian informasi					✓
3.	Dialogis dan interaktif	Menggunakan data dan fakta yang akurat					✓
4.	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	Menyesuaikan dengan perkembangan intelektual peserta didik					✓
		Menyesuaikan dengan perkembangan emosional peserta didik					✓
5.	Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Menggunakan tata bahasa yang tepat					✓
		Menggunakan ejaan yang tepat					✓
		Menggunakan bahasa yang baik dan benar					✓

Komentar Dan Saran

perbaiki tabel pengamatan, sekrakan dan tujuan percobaan,
perbaiki penulisan persamaan fisika, sekrakan dan
materi yg sedang diajarkan, perhatikan penyampaian
konsep menggunakan bahasa yang mudah dipahami
namun tetap kalimat baku.

LEMBAR VALIDASI OLEH AHLI MATERI
Pengembangan E-LKPD Berbasis Virtual Laboratorium Simulasi PhET
pada Materi Momentum dan Impuls Tingkat SMA/MA

Kesimpulan

Bahan pembelajaran berupa modul ini dinyatakan *):

- ☐ Layak digunakan tanpa revisi
- ☒ Layak digunakan dengan revisi
- ☐ Tidak layak digunakan

*) Centang kotak yang dipilih

Banda Aceh, 27 Nov 2023

Validator Materi

(Muhammad Nohor)

NIP.



Lampiran 8: Dokumentasi Penelitian



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Susi Febrianti
 Tempat/Tanggal Lahir : Wonosari/03 Februari 2002
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Agama : Islam
 Status : Belum Kawin
 Alamat Rumah : Jln. Rumbia Desa Ledong Barat, Kec. Aek Ledong
 Kab. Asahan, Provinsi Sumatera Utara
 Telepon/HP : 082368810579
 E-Mail : susifebrianti298@gmail.com
Riwayat Pendidikan
 SD : MIS Al-Falah Ledong Barat
 SMP : SMP N 1 Kualuh Hulu
 SMA : SMA Muhammadiyah 09 Kualuh Hulu
 Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
 Fakultas/Jurusan : Tarbiyah Dan Keguruan / Pendidikan Fisika
Riwayat Keluarga
 Nama Ayah : Supono
 Nama Ibu : Sri Wahyuni
 Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
 Pekerjaan Ibu : Ibu Rumah Tangga
 Alamat Lengkap : Jln. Rumbia Desa Ledong Barat, Kec. Aek Ledong
 Kab. Asahan, Provinsi Sumatera Utara