



# PEMANFAATAN SENSOR (IN)ELASTIC COLLISION PADA APLIKASI PHYPHOX DALAM PENGEMBANGAN LKPD UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOGNITIF PESERTA DIDIK PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS

Riana Lady Flara<sup>1\*</sup>, Pina Pitriana<sup>2</sup>, Ade Yeti Nuryantini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Tarbiyah dan Keguruan  
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung  
Alamat Korespondensi : [ria.ladyflara@gmail.com](mailto:ria.ladyflara@gmail.com)

## ABSTRAK

Penelitian ini berlatar belakang karena rendahnya pemanfaatan sensor berbasis *android* untuk praktikum fisika dalam proses pembelajaran. Padahal mayoritas guru dan peserta didik sudah memiliki *smartphone android*. Selain itu kemampuan kognitif peserta didik masih dalam kategori rendah dengan rata-rata PAS hanya 45 dari KKM 78. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui desain LKPD, kelayakan LKPD, peningkatan kemampuan kognitif, dan hasil angket respon. Metode yang digunakan yaitu *R & D* dengan model *Brog and Gall* yang terdiri dari 9 tahapan. Subjek penelitian yang digunakan yaitu peserta didik X MIA di SMAN 1 Pelabuhanratu, dengan teknik pengambilan sampel yaitu *purposive sampling*. Hasil validasi LKPD dari ahli materi 77,08% (Valid), ahli media 97,22% (sangat valid), guru fisika I sebesar 95% (sangat valid), dan guru fisika II sebesar 93% (sangat valid). Adapun hasil uji hipotesis didapatkan nilai *N-Gain* 0,56 (sedang), dengan dengan  $t_{hitung}$  sebesar 12,719 dan  $t_{tabel}$  pada taraf signifikansi 0,05 yaitu 2,008 karena  $12,719 > 2,008$  ( $t_{hitung} > t_{tabel}$ ) maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, hal ini berarti bahwa terdapat peningkatan kemampuan kognitif pada peserta didik. Hasil angket respon peserta didik diperoleh aspek motivasi 82% (baik), aspek kemenarikan 81% (baik), dan aspek kemudahan 79% (baik).

© 2021 Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

Kata kunci: LKPD, media pembelajaran, sensor (In)Elastic Collision

## PENDAHULUAN

Perkembangan IPTEK di abad 21 sudah semakin canggih, serta memiliki peranan yang penting bagi kehidupan manusia, diantaranya yaitu dapat memudahkan atau membantu suatu pekerjaan atau kegiatan (Mulyani, 2021, p. 102). Selain itu, di era digital ini IPTEK juga sudah sangat pesat perkembangannya yang dimanfaatkan diberbagai bidang, salah satunya yaitu bidang pendidikan.

Pendidikan pada dasarnya merupakan hal yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Kemajuan suatu bangsa dapat dilihat dari kualitas pendidikannya dalam mencetak sumber daya manusia yang berkualitas, berkompeten serta memiliki nilai daya saing yang tinggi (Diani, 2016, pp. 84-93). Pendidikan pada abad 21 ini, sudah sangat menganjurkan guru dan peserta didik untuk dapat memanfaatkan IPTEK dalam proses pembelajarannya,

agar proses pembelajaran dapat dilakukan dengan mudah (Mulyani, 2021, p. 102).

Proses pembelajaran merupakan hal yang sangat penting di dalam pendidikan. Guru sebagai tenaga pendidik tidak hanya berperan dalam memberi penugasan atau ceramah kepada peserta didik, akan tetapi guru harus bisa membuat peserta didik terlibat aktif ketika proses pembelajaran sehingga peserta didik dapat menemukan sendiri pengetahuannya (Husein, 2021, p. 308). Untuk membuat peserta didik aktif, maka diperlukan suatu media pembelajaran sebagai alat untuk membantu guru dalam menyampaikan isi materi pembelajaran yang dapat merangsang peserta didik untuk terlibat aktif dalam mengikuti proses pembelajaran.

Media pembelajaran merupakan salah satu unsur yang sangat penting untuk mendukung proses pembelajaran berlangsung. Namun masih ada guru yang

menggunakan media pembelajaran tergolong kurang kreatif dan inovatif ketika proses pembelajaran, yang hanya menggunakan *textbook* dalam penyampaian materinya, sehingga membuat peserta didik merasa bosan dan menjadi pasif (Afandi, 2020, p. 150). Media pembelajaran dapat membantu guru dan peserta didik dalam memahami konsep yang sulit dipahami, salah satunya yaitu pada pelajaran fisika yang didalamnya terdapat banyak konsep yang rumit, seperti pada materi momentum dan impuls. Meskipun, konsep momentum dan impuls sangat erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, contohnya pada tumbukan, tetapi masih banyak peserta didik yang kurang memahaminya sehingga membuat kemampuan kognitif mereka rendah. Jadi, diperlukan suatu media pembelajaran yang efektif dan efisien untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep yang rumit tersebut. Salah satu jenis media pembelajaran yang efektif dan efisien sesuai perkembangan abad 21 ini yaitu dengan memanfaatkan *smartphone android* pada proses pembelajaran.

*Smartphone* merupakan salah satu alat yang di era digital yang mendasar yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Penggunaan *smartphone* dapat dilihat dari data pada tahun 2013, sebanyak 21% dari 21 negara berkembang yang sudah menggunakan *smartphone*. Kemudian, pada tahun 2015 meningkat menjadi 37%. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *Smartphone* sangat meningkat pesat (Poushter, 2016, p. 3). Pada *smartphone* sekarang sudah dilengkapi oleh berbagai sensor diantaranya, sensor suhu, sensor tekanan, sensor magnet, sensor percepatan, sensor *gyroscope*, sensor *proximity*, sensor *accelerometer*, sensor suara, dan lain sebagainya. Sensor-sensor tersebut dapat membantu ketika melakukan penelitian atau praktikum, termasuk salah satunya praktikum fisika.

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebelum menggunakan *smartphone*

digunakan juga media lain seperti pada penelitian yang menggunakan analisis video *Tracker*, dengan tujuan untuk menentukan nilai koefisien restitusi dari suatu benda yaitu bola tenis dan bola pingpong terhadap lantai (Juita, 2020, p. 46). Penelitian lainnya analisis video *Tracker* digunakan dengan tujuan untuk melakukan analisis hukum kekekalan momentum menggunakan video *Tracker* terhadap tumbukan kelereng dengan gantungan ganda. (Utari, 2019, p. 1). Namun, penggunaan analisis video *Tracker* dirasa masih kurang efektif karena masih memerlukan aplikasi pendukung dalam pengoperasiannya, seperti *video converter* yang berfungsi untuk mengkonversi video sebelum di masukkan ke dalam program *tracker*, *Java* yang berfungsi untuk menampilkan grafik yang dihasilkan dari gerak benda, *Quick Time* yang berfungsi untuk menghitung waktu tiap frame, *Video for Windows* berfungsi untuk menampilkan video (Brusco, 2010, p. 378). Sehingga diperlukan suatu aplikasi lain yang tidak membutuhkan aplikasi pendukung agar mudah untuk digunakan oleh pengguna, yaitu dengan memanfaatkan sensor pada *smartphone*.

Seperti pada penelitian terdahulu yang berjudul *Determination the Coefficient of Restitution in Object as Temperature Function in Partially Elastic Collision Using Phyphox Application on Smartphone*, dengan tujuan untuk mengetahui koefisien restitusi pada benda yang mengalami tumbukan elastis sebagian saat benda tersebut jatuh bebas menggunakan sensor (*in*)elastic Collision pada aplikasi *phyphox* berbasis *smartphone* (Hikmatiar, 2019, p. 88). Penelitian lain berjudul *Marbles and Smartphone on Physics Laboratory: an Investigation for Finding Coefficient of Restitution*, yang bertujuan untuk mengukur koefisien restitusi kelereng menggunakan sensor (*in*)elastic Collision pada aplikasi *Phyphox*, data yang sudah terekam oleh sensor digunakan untuk menganalisis koefisien restitusi dan energi mekanik ketika kelereng menumbuk lantai.

(Dahnuss, 2020, p. 1). Serta penelitian yang berjudul *Proposal of Experimental Activities in Physics Class through the use of Smartphomes*, yang bertujuan untuk memanfaatkan *smartphone* sebagai media praktikum yang dapat mengembangkan keterampilan, kreativitas, dan pemikiran ilmiah siswa dengan menggunakan sensor *(in)elastic Collision* pada aplikasi *Phyphox* untuk merekam pergerakan bola golf yang dijatuhkan dari ketinggian yang sudah ditentukan (Gibbs, 2019, p. 363). Jadi berdasarkan penelitian terdahulu yang diperoleh dari studi literatur, maka untuk mengetahui potensi dan masalah secara *real* dilapangan maka perlu dilakukan studi pendahuluan.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan ke SMA Negeri 1 Pelabuhanratu, menggunakan metode wawancara kepada guru fisika kelas X diperoleh data nilai rata-rata hasil PAS tahun 2020 hanya 45 deari KKM 78. Jadi, dapat disimpulkan bahwa kemampuan kognitif dari peserta didik masih tergolong sangat rendah. Rendahnya kemampuan kognitif peserta didik disebabkan oleh beberapa factor diantaranya yaitu kurangnya minat belajar (Koirul, 2013, p. 55), peserta didik cenderung pasif ketika proses pembelajaran (Koirul, 2013, p. 56), serta kurang efektifnya guru dalam memilih metode pembelajaran yang diterapkan. (Kurniawan, 2016, p. 6). Jika ditinjau dari kurikulum sekolah, kemampuan kognitif merupakan aspek yang penting dalam sistem penilaian untuk bisa mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Kemampuan kognitif ini berkaitan dengan kemampuan peserta didik dalam menyerap, menguasai, serta menyimpan konsep yang pernah dipejarinya (Siswanto, 2017, p. 52). Dimensi kemampuan kognitif terdiri dari beberapa kategori kemampuan kognitif yang meliputi mengingat (C1), memahami (C2), mengaplikasikan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6) (Krathwohl & Anderson, 2014).

Selain menggunakan metode wawancara kepada guru fisika, studi

pendahuluan juga dilakukan dengan cara pengisian angket oleh peserta didik melalui *Google Form*. Angket tersebut berisi beberapa pernyataan tentang penggunaan serta kepemilikan *smartphope* dalam kehidupan peserta didik. Sehingga, berdasarkan rekapan data yang diperoleh terdapat potensi bahwa mayoritas peserta didik sudah memiliki *smarthphone android*, akan tetapi masih kurang pemanfaatannya dalam pembelajaran fisika terutama pada praktikumnya.

Sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan kognitif pada peserta didik maka peserta didik harus terbiasa untuk dibimbing oleh guru dalam melakukan praktikum fisika agar konsep-konsep fisika yang rumit dapat dengan mudah dipahami oleh peserta didik. Ketika melakukan praktikum, dibutuhkan juga media pendukung berupa Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) untuk membantu peserta didik ketika melakukan kegiatan praktikum agar tujuan pembelajaran dapat tercapai sesuai yang sudah ditentukan. Desain LKPD harus dibuat semenarik mungkin dengan konten yang dapat membimbing peserta didik untuk menemukan pengetahuannya sendiri ketika melakukan kegiatan praktikum.

Oleh karena itu, berdasarkan masalah dan potensi yang sudah dijelaskan sebelumnya maka solusi yang ditawarkan yaitu dengan pengembangan LKPD dengan memanfaatkan sensor pada aplikasi *Phyphox*. Maka dnegan ini peneliti mengambil judul untuk penelitian yaitu "Pengembangan LKPD untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Peserta Didik pada Materi Momentum dan Impuls dengan Memanfaatkan Sensor *(In)Elastic Collision* pada Aplikasi *Phyphox*". Dengan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui desain LKPD, kelayakan LKPD, peningkatan kemampuan kognitif, dan hasil angket respon peserta didik.

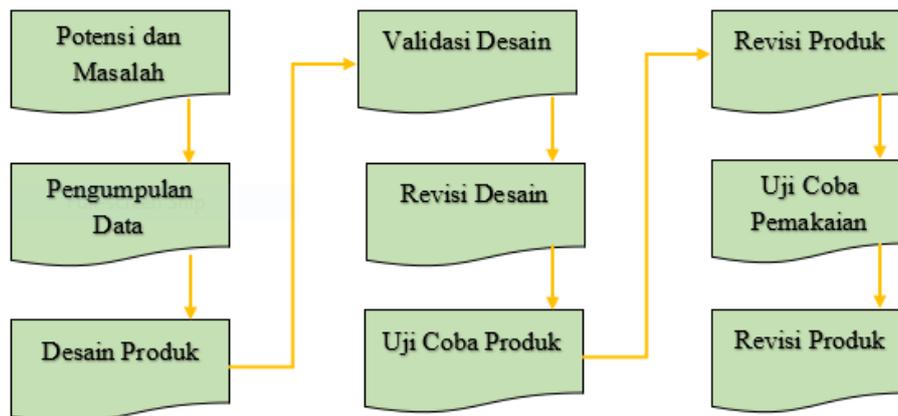
## METODE

Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan

pendekatan kuantitatif. Sedangkan untuk subjek penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu peserta didik kelas X MIA SMA Negeri 1 Pelabuhanratu. Teknik pengambilan sampel yaitu menggunakan teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu atau disebut juga *purposive sampling*.

Adapun metode yang digunakan yaitu metode *Research and Development (R&D)* atau disebut juga Penelitian dan Pengembangan. Metode *Research and Development* adalah metode penelitian untuk menguji keefektifan serta menghasilkan produk tertentu. (Sugiyono,

2016, p. 407). Serta Model penelitian yang digunakan yaitu mengacu pada model pengembangan *Borg and Gall*. Model *Borg and Gall* ini memiliki 10 tahapan untuk proses penelitian, diantaranya potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk, dan produksi massal (Sugiyono, 2016, p. 298). Namun, pada penelitian ini peneliti membatasi tahapannya hanya sampai 7 tahapan penelitian yaitu sampai pada revisi produk. Adapun skema tahapan penelitian seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Tahapan Model *Borg and Gall*

Adapun penjelasan dari setiap tahapannya yaitu sebagai berikut:

a. Potensi dan masalah merupakan suatu proses kegiatan untuk menentukan produk yang akan dikembangkan. Sebelum dilakukan proses pembuatan produk maka terlebih dahulu harus melakukan identifikasi terhadap potensi dan masalah di lapangan, agar produk yang akan dikembangkan yaitu LKPD berbasis sensor (*In*)Elastic Collision dapat dibuat dengan tepat dan sesuai dengan hasil identifikasi tersebut. Potensi dan masalah ini didapat dari hasil Studi Pendahuluan. Berdasarkan hasil Studi Pendahuluan maka diketahui bahwa potensi yang ada yaitu peserta didik mayoritas sudah memiliki dan terbiasa menggunakan *Smartphone Andorid*, sedangkan untuk masalahnya yaitu guru dan peserta didik jarang

melakukan praktikum sehingga menjadi salah satu pemicu rendahnya kemampuan kognitif peserta didik, pada data hasil PAS 2020 semester Ganjil SMAN. 1 Pelabuhanratu didapatkan data bahwa rata-rata nilainya hanya 45.

b. Pengumpulan data merupakan proses yang dilakukan setelah mengetahui potensi dan masalah di lapangan. Pengumpulan data dilakukan sebagai pondasi utama dalam mencari informasi untuk perencanaan produk yang akan dikembangkan. Pengumpulan data ini didapatkan dari hasil Studi Pendahuluan.

c. Desain produk merupakan proses perancangan produk dari awal sampai selesai, yang dilakukan berdasarkan hasil studi Pustaka untuk mengetahui kekurangan dari produk sebelumnya. Sehingga proses pengembangan produk yang baru dapat lebih efektif dan efisien

- dibandingkan produk lama yang sudah ada. Maka, peneliti sedang berusaha mencancang produk berupa pengembangan LKPD dengan memanfaatkan sensor *(In)Elastic Collision* pada Aplikasi *Phyphox* berbasis Android, yang disesuaikan dengan Kompetensi Dasar 3.10 dengan merujuk pada dimensi kognitif pada Taksonomi Bloom revisi Anderson.
- d. Validasi desain merupakan proses penilaian kelayakan dari produk yang sudah dirancang atau didesain. Validasi ini dilakukan oleh tiga validator yaitu ahli media, ahli konten dan guru pamong Fisika agar dapat diketahui kekurangan dan kelebihan dari produk yang sudah didesain.
  - e. Revisi desain merupakan proses perbaikan setelah dilakukan validasi desain. Berdasarkan hasil validasi desain oleh ahli media, konten, dan materi maka akan diketahui kekurangan dari desain produknya, sehingga dilakukanlah revisi untuk memperbaiki kekurangan dari produk yang sudah didesain.
  - f. Uji coba produk merupakan proses yang dilakukan setelah revisi desain. Produk yang sudah divalidasi dan direvisi selanjutnya akan di uji coba kepada peserta didik di SMAN. 1 Pelabuhanratu. Pada tahap uji coba dilakukan pengarahan untuk penggunaan LKPD yang memanfaatkan sensor *(In)Elastic Collision* pada Aplikasi *Phyphox*. Uji coba produk ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan dan keefisiennya dalam penggunaan LKPD dengan memanfaatkan sensor *(In)Elastic Collision* pada Aplikasi *Phyphox*.
  - g. Revisi produk merupakan proses perbaikan setelah dilakukan uji coba produk kepada peserta didik. Karena setelah uji coba produk ini akan diketahui kekurangan dari LKPD yang kemudian kekurangan tersebut harus direvisi kembali agar produk yang dihasilkan berupa LKPD ini dapat lebih layak dibandingkan LKPD sebelumnya.
  - h. Uji coba pemakaian dilakukan jika uji coba produk sudah berhasil dan revisi produk sudah dilakukan. Uji coba pemakaian diterapkan dalam lingkup yang lebih luas dari uji coba produk. Pada tahap ini, uji coba pemakaian dilakukan kepada peserta didik SMA Negeri 1 Pelabuhanratu dengan tujuan untuk mengetahui keefektifan dan keefisienan produk berupa LKPD ini dalam lingkup yang lebih luas.
  - i. Revisi produk merupakan proses perbaikan jika ada kekurangan terhadap produk (LKPD) setelah dilakukan uji coba pemakaian dalam lingkup yang lebih luas. Tahap revisi produk ini dapat dijadikan bahan evaluasi terhadap LKPD yang sudah dikembangkan, sehingga dapat digunakan sebagai penyempurna terhadap kelemahan-kelemahan yang sudah diketahui sebelumnya.
- Metode yang digunakan harus disertai dengan referensi, modifikasi yang relevan harus dijelaskan. Prosedur dan teknik analisis data harus ditekankan pada artikel tinjauan pustaka.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan hasil penelitian disusun dengan berdasarkan kepada metode *Research and Development* dengan berfokus pada model penelitian *Brog and Gall* yang terdiri dari 10 tahapan. Namun pada penelitian ini dibatasi hanya sampai pada sembilan, yang diawali dari tahap identifikasi potensi dan masalah, tahap pengumpulan data, tahap desain produk, validasi desain, revisi desain, uji coba produk, revisi produk, uji pemakaian dan terakhir revisi produk.

### a. Desain LKPD

#### 1) Potensi dan Masalah,

Tahap ini merupakan langkah awal yang dilakukan untuk menentukan produk yang akan dikembangkan. Potensi masalah diperoleh melalui analisis konten dari LKPD yang akan dikembangkan, dengan mengacu pada Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang sudah ditentukan untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik pada level kognitif menjelaskan (C2), menerapkan (C3), dan

menganalisis (C4). Analisis konten ini disusun dengan berdasarkan pada sub materi yang akan dipelajari pada LKPD yang terdiri dari momentum, impuls serta hubungan momentum dan impuls, yang akan disampaikan pada pertemuan pertama di LKPD. Selanjutnya, pertemuan ke dua di LKPD membahas tentang materi praktikum hukum kekekalan momentum, dan pertemuan ketiga di LKPD membahas tentang materi praktikum dari setiap jenis tumbukan.

## 2) Pengumpulan Data

Praktikum yang terdapat pada LKPD ini terbagi dalam beberapa sub materi, untuk pertemuan pertama sub materi yang dipelajari yaitu tentang impuls, momentum serta hubungan momentum dan impuls. Pada pertemuan pertama ini, peserta didik diarahkan dalam prosedur praktikum untuk menghasilkan sebuah grafik gaya impulsif dari hasil percobaan yang dilakukan. Alat dan bahan yang digunakan hanya terdiri dari dua buah mobil mainan dan sebuah *smartphone* yang sudah *terinstall* aplikasi *Phyphox*. *Smartphone* diletakkan serta direkatkan di atas mobil mainan.

Praktikum selanjutnya yaitu untuk materi momentum, dengan menggunakan dua buah bola pingpong dan dua buah kelereng. Praktikum ini dilakukan untuk membantu peserta didik dalam memahami hubungan massa dan kecepatan benda terhadap momentumnya. Percobaan untuk mengetahui hubungan massa dengan momentum dilakukan dengan menggerakkan bola pingpong dan kelereng searah horizontal sama secara bersamaan. Karena massa kedua benda berbeda, maka peserta didik diminta untuk menentukan benda mana yang lebih sulit untuk diberhentikan. Jika peserta didik paham terhadap konsep momentum maka peserta didik akan menjawab kelereng, karena kelereng memiliki massa yang lebih besar dibandingkan bola pingpong. Hal ini sesuai dengan konsep momentum bahwa massa berbanding lurus dengan momentum suatu benda, yang secara matematis dapat dituliskan dalam

persamaan  $p = m \cdot v$ . Sedangkan untuk menganalisis hubungan kecepatan dengan momentum, dilakukan dengan menggunakan kelereng dan bola pingpong. Awalnya bola pingpong diam kemudian didorong oleh kelereng dengan kecepatan berbeda, percobaan pertama dengan kecepatan tinggi dan percobaan kedua dengan kecepatan rendah. Maka, dapat diketahui bahwa bola pingpong akan terdorong lebih jauh ketika didorong oleh kelereng yang berkecepatan tinggi. Hal ini sesuai dengan konsep momentum bahwa kecepatan dan momentum memiliki hubungan yang linear atau berbanding lurus, dengan persamaan  $p = m \cdot v$

Praktikum pada pertemuan kedua di LKPD yaitu membahas tentang materi hukum kekekalan momentum. Alat dan bahan yang digunakan yaitu dua mobil mainan yang bermassa tidak sama dan dua buah *smartphone* yang masing-masing sudah *terinstall* aplikasi *Phyphox*. Mobil bermassa besar didorong oleh tangan agar menabrak mobil yang bermassa lebih ringan ke arah kanan horizontal. Kemudian dalam waktu yang bersamaan *smartphone* diletakkan di atas masing-masing mobil dan nyalakan sensor *Acceleration without g* untuk mengukur percepatan mobil ketika sedang bergerak sebelum dan sesudah tumbukan. Data yang terbaca di sensor yaitu percepatan dan waktu yang kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk mendapatkan nilai kecepatannya, dengan persamaan  $v = a \cdot \Delta t$ , setelah didapatkan nilai kecepatannya selanjutnya akan didapatkan nilai momentum dari setiap mobil sebelum dan sesudah tumbukan melalui persamaan  $p = m \cdot v$ .

Praktikum selanjutnya yaitu terdapat pada LKPD pertemuan tiga yaitu yang membahas materi tentang tumbukan yang terbagi menjadi tiga jenis yaitu tumbukan elastis sempurna, tumbukan elastis sebagian dan tumbukan tidak elastis. Namun, praktikumnya dilakukan pada sub bab tumbukan elastis sebagian. Alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum ini

yaitu sebuah bola pingpong dan smartphone yang tentunya sudah terinstall aplikasi Phyphox. Bola pingpong dijatuhkan dari ketinggian yang sudah ditentukan yaitu 60 cm, dalam waktu yang bersamaan nyalakan sensor *(In)Elastic Collision* untuk mengukur ketinggian, waktu, dan energi yang hilang ketika bola memantul dari lantai. Data yang terbaca oleh sensor kemudian diolah untuk mendapatkan nilai koefisien restitusi dari bola pingpong dengan menggunakan persamaan

$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

. Maka akan didapatkan nilai koefisien restitusinya yang berada pada rentang  $0 < e < 1$ . Ketika bola menumbuk lantai dan memantul kembali energi kinetic didalamnya tidak kekal, karena dirubah menjadi energi panas, energi bunyi, dan sebagainya. Sehingga, energi kinetic sebelum tumbukan lebih besar daripada energi kinetic sesudah tumbukan. Namun tetap berlaku hukum kekekalan momentum.

### 3) Desain Produk

Desain awal dari LKPD yang sudah dirancang oleh peneliti terdiri dari cover, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, kompetensi dasar (KD) dan indeks pencapaian kompetensi (IPK). Desain bagian isi pada LKPD terdiri dari judul sub bab, pertanyaan umum, alat dan bahan, prosedur praktikum. Desain bagian penutup berisi tentang kesimpulan yang merupakan jawaban dari pertanyaan umum. Bagian kesimpulan berisi tentang jawaban dari

pertanyaan umum yang disesuaikan dengan sub bab dari masing-masing pertemuan. Selain itu, kesimpulan juga dapat dijadikan bahan evaluasi untuk peserta didik.

### b. Kelayakan LKPD

#### 1) Validasi Desain

Validasi desain dilakukan oleh ahli materi, ahli media dan guru fisika. Validasi materi LKPD dilakukan oleh Ibu Dr. Wahyuni Handayani, S.Si., MT., yang merupakan dosen tetap prodi Pendidikan Fisika di UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Validasi media ini dilakukan dengan berdasarkan kepada 12 Indikator.

Validasi media LKPD dilakukan oleh Bapak Dedi Suryadi, S.Pd. M.Pd., yang merupakan dosen di Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Bina Mutiara Sukabumi. Validasi media ini dilakukan dengan berdasarkan kepada 18 Indikator.

Validasi materi LKPD dilakukan oleh dua orang Guru Fisika. Pertama oleh Ibu Putri Sukma S.Pd., yang merupakan guru Fisika kelas X MIA di SMA Negeri 1 Pelabuhanratu. Validasi media ini dilakukan dengan berdasarkan kepada 30 Indikator. Validasi LKPD oleh Guru Fisika yang ke dua yaitu dilakukan oleh Bapak Drs. Enang Rosidin, S.Pd., M.MPd., yang merupakan guru Fisika kelas XII MIA di SMA Negeri 1 Pelabuhanratu. Adapun rekapitulasi hasil validasinya yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Validasi

Validator	Skor	Persentase	Kategori
Ahli Materi	37	77,08 %	Valid
Ahli Media	70	97,22 %	Sangat Valid
Guru Fisika I	114	95%	Sangat Valid
Guru Fisika II	112	93,3 %	Sangat Valid

#### 2) Revisi Desain

Tahap ini dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan guru Fisika. Adapun hal-hal yang direvisi yaitu dari ahli materi memberikan revisi bahwa sebaiknya tidak

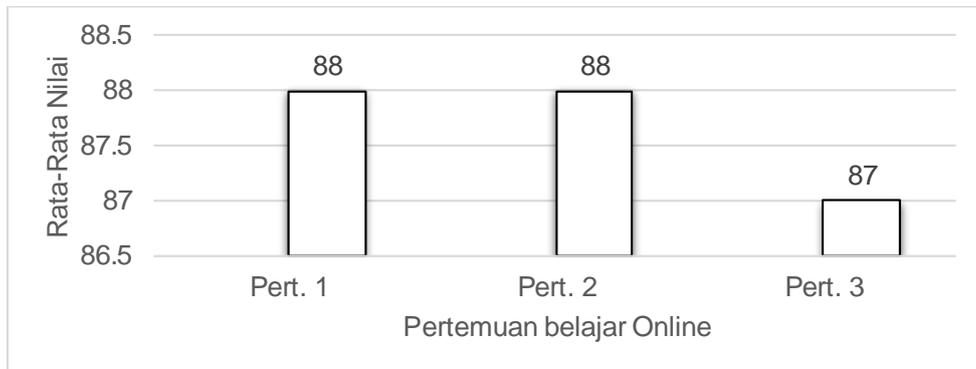
ada tahap yang terlewat ketika ingin menjelaskan suatu konsep yang baru. Setelah itu baru siswa diarahkan pada konsep yang akan dipelajarinya. Sebelum peserta didik diminta mengerjakan

percobaan, sebaiknya perintahkan untuk menyiapkan alat dan bahan. Ahli media memberikan revisi bahwa ada beberapa yang salah ketik, tolong diperbaiki. Secara keseluruhan LKPD sudah bagus dan dapat dipergunakan. Guru fisika memberikan revisi bahwa isi LKPD sudah bagus alangkah baiknya apabila tampilannya lebih menarik lagi dan isinya lebih disederhanakan lagi disesuaikan dengan

pelaksanaan pembelajarannya yang secara daring

3) Uji Coba Produk

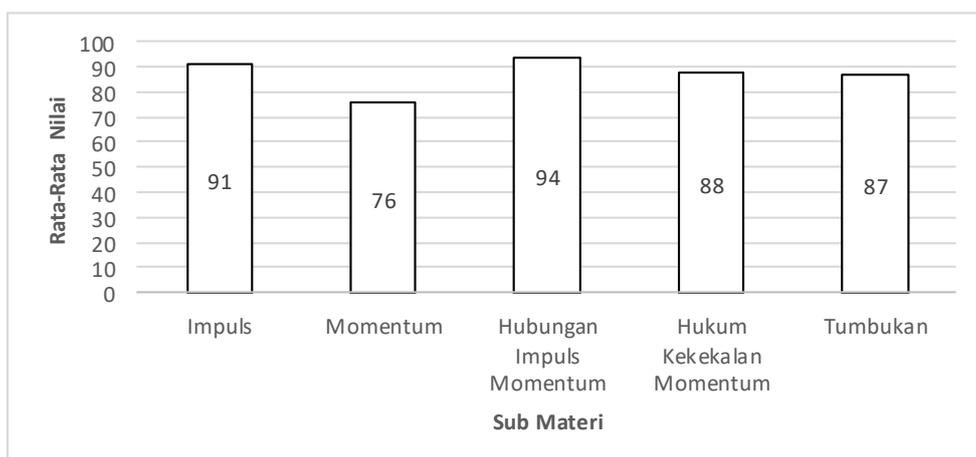
Berdasarkan grafik nilai rata-rata pada setiap pertemuan dapat diketahui bahwa nilai rata-rata tertinggi yaitu 88 terdapat pada pertemuan pertama dan pertemuan kedua pada LKPD dengan kategori baik sekali.



Gambar 1. Perbandingan Nilai Rata-Rata setiap Pertemuan pada Uji Coba Produk

Pertemuan pertama mempelajari tentang materi impuls, momentum serta hubungan momentum dengan impuls dan pertemuan kedua yang membahas tentang hukum kekekalan momentum. Hal ini mungkin disebabkan karena peserta didik lebih mudah melakukan praktikum pada

pertemuan pertama dan kedua sehingga lebih memahami materi yang dipelajarinya. dibandingkan dengan pertemuan ketiga yang membahas tentang tumbukan dengan nilai rata-rata sebesar 87 dengan kategori baik sekali.



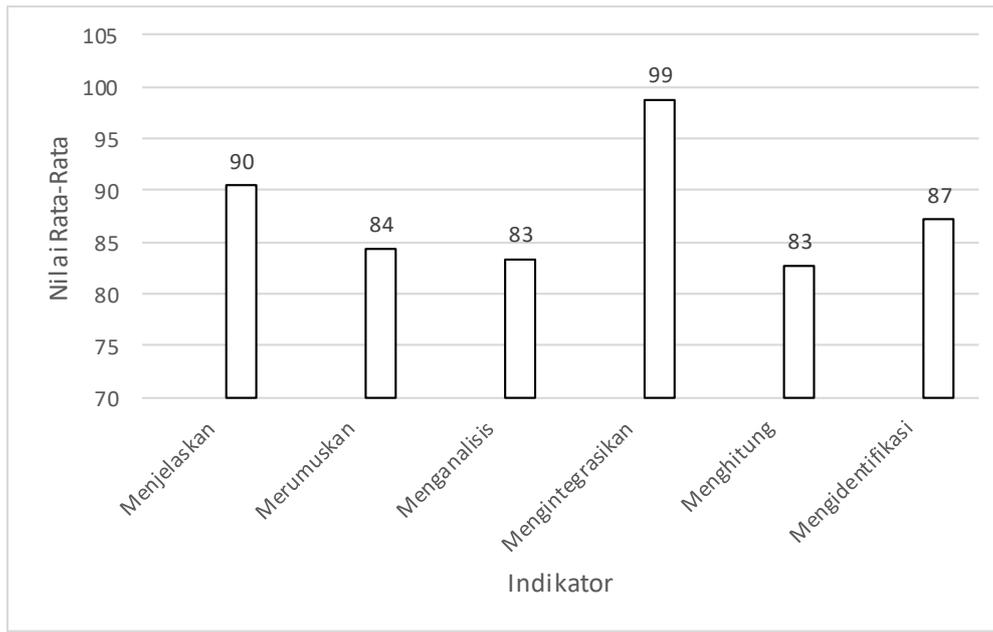
Gambar 2. Perbandingan Nilai Rata-Rata setiap Sub Materi pada Uji Coba Produk

Berdasarkan nilai rata-rata setiap sub materi diperoleh bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada sub materi

hubungan momentum dan impuls sebesar 94. Salah satu faktor yang mempengaruhinya mungkin karena

pertanyaan penuntun pada sub materi ini lebih mudah dipahami dan dikerjakan oleh peserta didik. Sedangkan nilai rata-rata terendah yaitu sub bab momentum sebesar 76, hal ini disebabkan karena kebanyakan responden keliru dalam memahami hubungan massa dengan momentumnya

serta hubungan kecepatan dengan momentumnya. Pada sub materi impuls, hubungan impuls dan momentum, hukum kekekalan energi, dan tumbukan, masing-masing berada pada kategori baik sekali. Sedangkan untuk sub materi impuls berada pada kategori baik.



Gambar 3. Perbandingan Nilai Rata-Rata Indikator semua Pertemuan pada Uji Coba Produk

Berdasarkan nilai rata-rata dari setiap indikator terlihat bahwa nilainya semua dalam kategori baik sekali. Nilai rata-rata tertinggi yaitu berada pada indikator mengintegrasikan yaitu 99, hal ini mungkin karena peserta didik lebih menguasai dan memahami pertanyaan berupa analisis hasil praktikum. Sedangkan, nilai terendah berada pada indikator menganalisis sebesar 83 dan menganalisis sebesar 83.

#### 4) Revisi Produk,

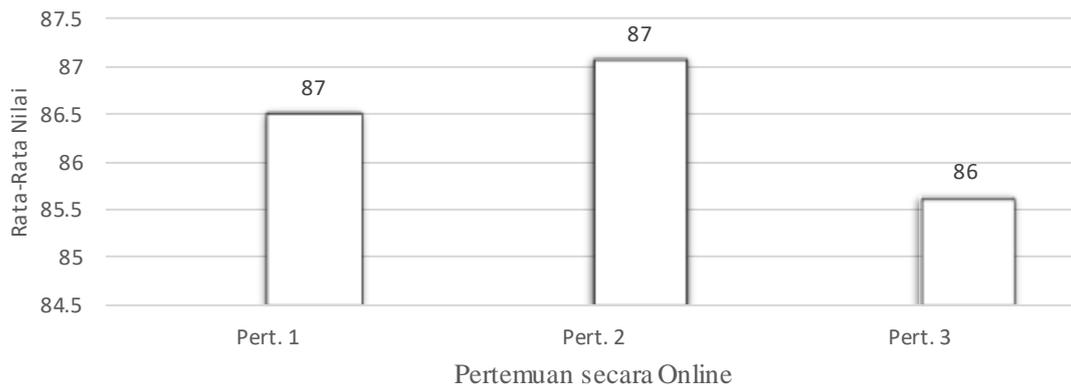
Tahap ini dilakukan setelah tahap uji coba kepada peserta didik selesai. Revisi produk bertujuan untuk mengetahui masukan atau saran dari peserta didik untuk kualitas LKPD yang sudah dibuat agar lebih baik bagi. Saran peserta didik disampaikan melalui *Google Form* bersamaan dengan proses pengisian angket peserta didik. Berdasarkan hasil rekap data diketahui bahwa mayoritas peserta didik merasa lebih mudah, lebih

tertarik serta lebih tertantang ketika menggunakan LKPD berbasis sensor pada aplikasi *Phyphox*. Namun, ada sebagian peserta didik yang memberikan saran bahwa masih terdapat pengetikan kata yang salah pada isi LKPD sehingga harus diperbaiki, selain itu peserta didik menyarankan agar disediakan video tutorial untuk praktikum. Padahal sebelum pelaksanaan praktikum diberikan arahan terlebih dahulu melalui *Google Meet*, namun masih ada sebagian peserta didik yang tidak ikut bergabung ketika pemberian arahan tersebut, karena terkendala signal yang kurang stabil ataupun kuota yang kurang memadai, yang menyebabkan mereka yang tidak ikut bergabung menjadi kurang memahami isi LKPD. Sehingga mereka memberi saran agar dibuatkan video tutorial agar dapat dilihat berulang kali diwaktu yang *fleksibel* ketika ada tahapan yang kurang mereka pahami.

5) Uji Pemakaian

Tahap uji pemakaian dilakukan setelah uji coba produk berhasil dilakukan, dan revisi sudah selesai. Uji coba pemakaian ini diterapkan dengan lingkup yang lebih luas sehingga jumlah sampel yang digunakan lebih banyak dibandingkan uji coba produk.

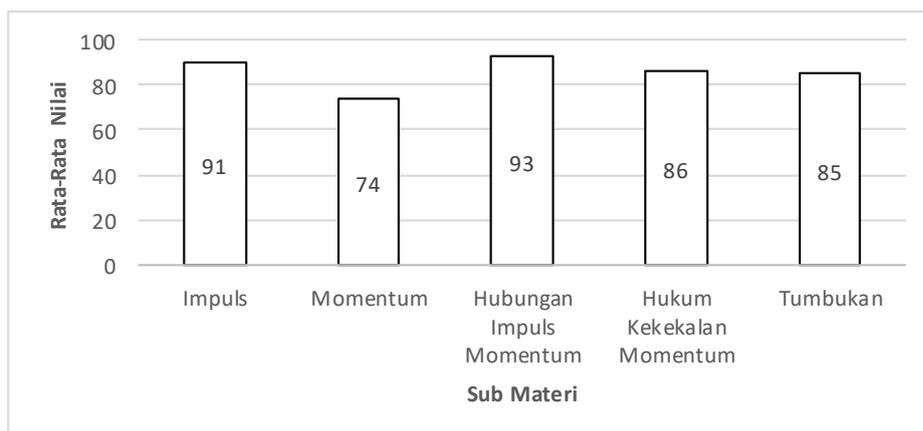
Pada penelitian ini uji coba pemakaian menggunakan 52 sampel, yang diambil menggunakan metode pengambilan sample dengan pertimbangan tertentu (*purposive sampling*). Adapun hasil rekapitulasi dan hasil pengolahan data uji coba pemakaian yaitu sebagai berikut:



Gambar 4. Perbandingan Nilai Rata-Rata LKPD setiap Pertemuan pada Uji Coba Pemakaian

Berdasarkan tabel dan grafik nilai rata-rata pada setiap pertemuan dapat diketahui bahwa nilai rata-rata tertinggi yaitu 87 terdapat pada pertemuan pertama dan pertemuan kedua pada LKPD. Pertemuan pertama mempelajari tentang materi impuls, momentum serta hubungan momentum dengan impuls dan pertemuan kedua yang membahas tentang hukum

kekekalan momentum. Hal ini mungkin disebabkan karena peserta didik lebih mudah melakukan praktikum pada pertemuan pertama dan kedua sehingga lebih memahami materi yang dipelajarinya. dibandingkan dengan pertemuan ketiga yang membahas tentang tumbukan dengan nilai rata-rata sebesar 86.



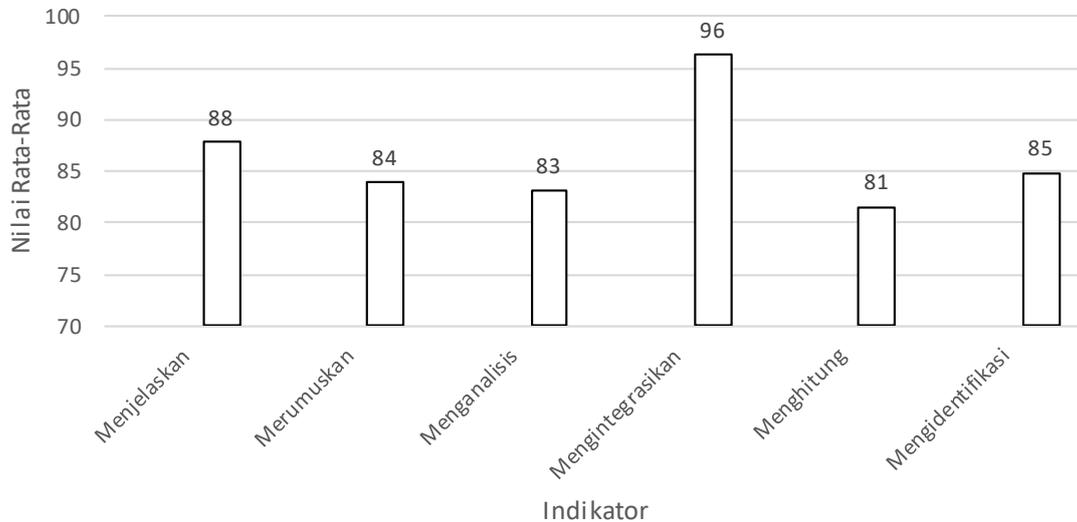
Gambar 5. Perbandingan Nilai Rata-Rata setiap Sub Materi pada Uji Coba Pemakaian

Berdasarkan nilai rata-rata setiap sub materi diperoleh bahwa nilai rata-rata tertinggi terdapat pada sub bab hubungan

momentum dan impuls sebesar 93. Salah satu faktor yang mempengaruhinya mungkin karena pertanyaan penuntun pada

sub bab ini lebih mudah dipahami dan dikerjakan oleh peserta didik. Sedangkan nilai rata-rata terendah yaitu sub bab momentum sebesar 74, hal ini disebabkan

karena kebanyakan responden keliru dalam memahami hubungan massa dengan momentumnya serta hubungan kecepatan dengan momentumnya.



Gambar 6. Perbandingan Nilai Rata-Rata Indikator semua Pertemuan pada Uji Coba Pemakaian

Berdasarkan nilai rata-rata dari setiap indikator terlihat bahwa nilainya semua dalam kategori baik sekali. Nilai rata-rata tertinggi yaitu berada pada indikator mengintegrasikan yaitu 96, hal ini mungkin karena peserta didik lebih menguasai dan memahami pertanyaan berupa analisis hasil praktikum. Sedangkan, nilai terendah berada pada indikator menghitung sebesar 81.

#### 6) Revisi Produk

Tahap revisi produk yang kedua ini dilakukan setelah uji coba pemakaian selesai. Revisi produk ini bertujuan untuk memperbaiki apabila terdapat kesalahan atau kelemahan pada produk yang dikembangkan yaitu LKPD. Adapun revisi

produk yang diberikan oleh peserta didik setelah menggunakan LKPD pada tahap uji coba pemakaian yaitu bahwa ada sebagian peserta didik yang memberi saran agar langkah-langkah praktikum pada LKPD lebih diperjelas lagi agar proses praktikum dapat lebih mudah dipahami dan dilakukan.

#### c. Peningkatan Kemampuan Kognitif

Uji *N-Gain* dilakukan untuk mengukur peningkatan dari hasil pretest dan posttest pada setiap peserta didik. Pengolahan data *N-Gain* ini dilakukan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dengan berdasarkan pada rumus baku yang sudah ditentukan. Adapun nilai rata-rata dari *N-Gain pretest* dan *posttest* yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil *N-Gain*

Penilaian	Rata-Rata Nilai	<i>N-Gain</i>	Interpretasi
<i>Pretest</i>	58	0,56	Sedang
<i>Posttest</i>	81		

Berdasarkan tabel rata-rata *N-Gain* tersebut terlihat bahwa rata-rata nilai *pretest* yaitu sebesar 58 kemudian diakhir

pembelajaran dilakukan *posttest* yang memperoleh nilai rata-rata sebesar 81,

dengan nilai *N-Gain* rata-rata yaitu 0,56 yaitu yang memiliki interpretasi sedang.

Uji Normalitas dilakukan untuk mengetahui data hasil penelitian terdistribusi normal atau tidak penelitian terdistribusi normal. Uji Normalitas ini

menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic* 25 dengan berdasarkan pada metode Kolmogorov-Smirnov karena sampel yang digunakan lebih dari 30 responden yaitu 52 responden. Adapun hasilnya yaitu sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Normalitas  
**Tests of Normality**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest	.107	52	.197	.957	52	.059
Posttest	.121	52	.055	.946	52	.019

Sampel yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak 52 peserta didik kelas X MIA dengan meninjau hasil pengolahan data hasil SPSS pada tabel Kolmogorov-Smirnov karena jumlah sampel lebih dari 30 responden. Berdasarkan hasil pengolahan datanya diperoleh untuk hasil *pretest* nilai terendah yaitu 20 sebanyak 2 orang dan nilai tertinggi 90 sebanyak 2 orang, dengan nilai rata-rata sebesar 58,44. Adapun hasil uji normalitas untuk *pretest* didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,197 karena  $0,197 > 0,05$  maka data hasil *pretest* terdistribusi normal. Sedangkan, untuk data hasil *posttest* didapatkan hasil pengolahan data bahwa nilai terendah yaitu 50 sebanyak 3 orang dan nilai tertinggi 100 sebanyak 2 orang, dengan nilai rata-rata sebesar 80,96. Adapun hasil uji normalitas untuk *posttest* didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,055 karena  $0,055 > 0,05$  maka data hasil *posttest* terdistribusi normal.

Uji hipotesis yang dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan uji t *Dependen* atau disebut juga dengan *Paired Samples T-Test*, yang artinya bahwa uji ini digunakan untuk penelitian yang hanya terdiri dari satu kelas saja yaitu kelas eksperimen dengan sampel yang sama untuk dibandingkan hasil pembelajarannya ketika sebelum diberi perlakuan yang diukur melalui *pretest* dan setelah diberi perlakuan yang diukur melalui *posttest*. Perlakuan yang dimaksud yaitu ketika menggunakan LKPD sensor (In)Elastic Collision pada aplikasi *Phyphox* dengan jumlah sampel sebanyak 52 responden dari kelas eksperimen. Pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS versi 25. Adapun hasil pengolahan datanya yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Uji t *Paired Samples T-Test*  
**Paired Samples Test**

	Paired ... 95% Confidence Interval of the ...	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 Pretest - Posttest		-18.96484	-12.719	51	.000

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan aplikasi SPSS yang versi 25,

maka jika ditinjau dari nilai signifikansi, diperoleh signifikansi 0,000 karena  $0,000 <$

0,05 maka terdapat peningkatan kemampuan kognitif pada peserta didik dari hasil pengisian *pretest* dan *posttest*.

Jika ditinjau dari nilai  $t$ , didapatkan data bahwa  $t_{hitung}$  sebesar 12,719 dan  $t_{tabel}$  dengan derajat kebebasan 51 dan kolerasi 0,05 dalam uji dua arah yaitu sebesar 2,008 karena  $12,719 > 2,008$  atau  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Hal ini berarti bahwa terdapat peningkatan kemampuan kognitif peserta didik dari hasil *pretest* dan *posttest*.

d. Angket Respon Peserta Didik  
Pengisian angket respon peserta didik dilakukan melalui *Google Form*, yang dilakukan diakhir pertemuan setelah responden mengumpulkan jawaban *posttest*. Rekapitan data hasil pengisian angket didapatkan rata-rata sebesar 80% dalam kategori baik. Adapun persentase rata-rata dari setiap aspek pada angket, tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengisian Angket Respon

Aspek	Nomor pernyataan	Jumlah Skor	%	Interpretasi
Kemudahan	1 sampai 4	309	79	Baik
Motivasi	5 sampai 8	323	82	Baik
Kememenarikan	9 sampai 10	157	81	Baik

Berdasarkan hasil pengolahan data dari angket respon peserta didik, dapat dilihat bahwa aspek motivasi mendapatkan persentase tertinggi sebesar 82%, hal ini berarti peserta didik merasa termotivasi ketika melakukan pembelajaran *online* menggunakan LKPD berbasis sensor pada aplikasi *Phphox* ini. Selanjutnya, persentase tertinggi kedua yaitu dari aspek kemenarikan sebesar 81%, hal ini berarti bahwa 81% dari peserta didik merasa tertarik oleh tampilan atau desain dan isi dari LKPD yang sudah dibuat. Kemudian, persentase terendah yaitu aspek kemudahan sebesar 79%, hal ini berarti bahwa 79% dari peserta didik merasa mudah dalam melakukan praktikum dan menjawab pertanyaan pada LKPD, namun sisanya merasa kesulitan mungkin karena waktu pengerjaan yang kurang dimanfaatkan dengan baik sehingga ketika mengerjakan merasa tergesa-gesa yang menyebabkan kurangnya pemahaman

dalam melakukan praktikum dan menjawab pertanyaan penuntun dalam LKPD.

## PENUTUP

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan didesain dengan konsep yang lebih menarik dibandingkan LKPD yang ada pada buku paket Fisika pegangan guru atau peserta didik. Isi dari LKPD yang sudah disusun terdiri dari tiga pertemuan yaitu pertemuan pertama membahas tentang materi impuls, momentum, serta hubungan momentum dan impuls. Pertemuan kedua membahas tentang hukum kekekalan momentum serta pertemuan ketiga membahas tentang karakteristik dari setiap jenis tumbukan. Pada setiap pertemuan terdiri dari pertanyaan umum, alat dan bahan, kegiatan praktikum yang didalamnya terdapat pertanyaan penuntun, serta kesimpulan. Selain itu LKPD didesain dengan menggunakan tiga warna berbeda sebagai *background* untuk setiap pertemuannya.

Kelayakan LKPD dilakukan melalui validasi LKPD oleh para ahli, yaitu ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Hasil validasi LKPD secara keseluruhan diperoleh data bahwa LKPD layak untuk digunakan. Adapun spesifikasi hasil validasi yaitu dari ahli materi diperoleh nilai 77% kategori valid. Validasi dari ahli media diperoleh nilai 97,22% kategori sangat valid. Serta validasi dari guru fisika dilakukan kepada dua responden, dari guru fisika yang pertama diperoleh 95% kategori sangat valid dan dari guru Fisika kedua diperoleh 93% kategori sangat valid.

Penelitian ini menggunakan 52 responden sebagai kelas eksperimen, Adapun peningkatan kognitif peserta didik setelah menggunakan media pengembangan LKPD sensor (*In*)Elastic Collision pada aplikasi *Phyphox* untuk materi momentum dan impuls, diperoleh nilai rata-rata hasil pretest yaitu 58 sedangkan nilai rata-rata posttest yaitu 81, dengan nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,56 dalam kategori sedang. Hal ini berarti terdapat peningkatan yang signifikan dari hasil *pretest* dan *posttest*. Selain itu, dilakukan juga uji hipotesis untuk mengetahui  $H_0$  diterima atau ditolak, berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan SPSS versi 25 didapatkan data bahwa  $t_{hitung}$  sebesar 12,719 dan  $t_{tabel}$  dengan derajat kebebasan 51 dan kolerasi 0,05 dalam uji dua arah yaitu sebesar 2,008 karena  $12,719 > 2,008$  atau  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Hal ini berarti bahwa terdapat peningkatan kemampuan kognitif peserta didik dari hasil *pretest* dan *posttest* setelah menggunakan LKPD dengan memanfaatkan sensor (*In*)Elastic Collision pada aplikasi *Phyphox*.

Pengambilan data untuk angket respon peserta didik dilakukan melalui *Google Form*, hasilnya diperoleh bahwa aspek

motivasi mendapatkan persentase tertinggi sebesar 82%, hal ini berarti peserta didik merasa termotivasi ketika melakukan pembelajaran online menggunakan LKPD berbasis sensor pada aplikasi *Phyphox* ini. Selanjutnya, persentase tertinggi kedua yaitu dari aspek kemenarikan sebesar 81%, hal ini berarti bahwa 81% dari peserta didik merasa tertarik oleh tampilan atau desain dan isi dari LKPD yang sudah dibuat. Kemudian, persentase terendah yaitu aspek kemudahan sebesar 79%, hal ini berarti bahwa 79% dari peserta didik merasa mudah dalam melakukan praktikum dan menjawab pertanyaan pada LKPD, namun sisanya merasa kesulitan mungkin karena waktu pengerjaan yang kurang dimanfaatkan dengan baik sehingga ketika mengerjakan merasa tergesa-gesa yang menyebabkan kurangnya pemahaman dalam melakukan praktikum dan menjawab pertanyaan penuntun dalam LKPD.

Saran yang diajukan oleh peneliti dengan berdasarkan hasil kesimpulan, yaitu: melakukan pembaharuan dari desain dan isi LKPD untuk agar lebih baik lagi; validasi LKPD untuk kedepannya semoga dapat dilakukan kepada lebih dari satu responden untuk masing-masing ahli. Agar dapat dibandingkan hasil validasinya, tetap konsisten atau tidak nilai yang diperolehnya; peningkatan kemampuan kognitif dari peserta didik semoga bisa lebih tinggi lagi; melakukan pembaharuan terhadap angket respon peserta agar pernyataan yang dimuatnya lebih spesifik lagi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ade Nuryantini, S.Pd.,M.M.Pd.,M.Si dan Ibu Dr. Pina Pitriana, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang sudah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan dalam proses

penelitian serta pembuatan artikel ilmiah ini. Selain itu, kami juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak terkait yang sudah membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, M. R. (2020). Analisis Efektivitas Media Pembelajaran E-Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X pada Pelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 8(No. 2), 150-157.
- Brusco, J. (2010). Using Smartphone Application in Perioperative Practice. *AORN Journal*, Vo. 92.
- Dahnuss. (2020). Marbles and Smartphone on Physics Laboratory: an Investigation for Finding Coefficient of Restitution. *Journal of Physics*, 1-6. doi:DOI: 10.1088/1742-6596/1918/2/022005
- Diani, R. (2016). PENGARUH PENDEKATAN SAINTIFIK BERBANTUKAN LKS TERHADAP HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK KELAS XI SMA PERINTIS 1 BANDAR LAMPUNG. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 84-93.
- Gibbs, H. (2019). Proposal of Experimental Activities in Physics Class through the use of Smarthphones. *Journal of Physics Teaching*, Vol. 31, 359-367. doi:10.1088/1742-6596/1719/1/012019
- Hikmatiar, H. (2019). *Science and Technology Indonesia*, Vol. 04(No. 04), 88-93.
- Husein, A. (2021). Pengaruh Peranan Guru dalam Pembelajaran Class Room dan Profesionalisme Guru terhadap Minat Belajar Peserta Didik dalam Bidang Studi PPKN pada Kelas X Akutansi SMK Negeri 1 Sipirok Tahun Pelajaran 2020-2021. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, Vol. 8(No. 2), 306-314. doi:DOI 10.31604/jips.v8i1.2021.306-314
- Juita, S. T. (2020). PENENTUAN KOEFISIEN RESTITUSI BENDA MENGGUNAKAN METODE VIDEO TRACKING. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 4(No. 1), 46-53.
- Koirul, M. (2013). Pembelajaran Fisika dengan Cooperatif Learning: Tipe Jigsaw untuk Mengoptimalkan Aktivitas dan Kemampuan Kognitif Siswa Kelas X-6 SMA MTA Surakarta. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 1(No. 1), 55-63.
- Krathwohl, & Anderson. (2014). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. New Work: Longman.
- Kurniawan, M. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Thinking Aloud Pair Problem Solving (TAPPS) terhadap Hasil Belajar Siswa SMP Negeri 14 Palu. *Jurnal Pendidikan Fisika Online (JPTF)*, Vol. 5(No. 3), 6-11.
- Mulyani, F. (2021). Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, Vol. 3(No. 1), 101-109.