

## Lampiran A.1 Wawancara Guru

**LEMBAR WAWANCARA GURU**

Nama Sekolah : SMAN 9 Jakarta  
Alamat Sekolah : Jln. SMAN 9 Halim Perdana Kusuma  
Nama Guru : Budi Darmo, M.Pd  
Kelas yang diampu : X MIPA  
Hari/tanggal wawancara : Kamis, 08 Februari 2018

1. Sudah berapa lama bapak mengajar di SMAN 9 Jakarta ?

Jawab : Saya sudah mengajar selama 20 tahun

2. Kelas berapa saja yang bapak ajarkan ?

Jawab : Untuk saat ini saya mengajar kelas X MIPA

3. Berapa jumlah siswa yang belajar dikelas bapak saat ini ?

Jawab : Setiap kelas terdapat 36 siswa

4. Bagaimana cara bapak menyampaikan materi pelajaran ?

Jawab : Kombinasi tergantung materi, jika materinya lebih kepraktek maka akan diadakan pratek, namun proses belajar saat ini banyak menggunakan pembelajaran kontekstual sehingga siswa dapat belajar melalui handphone, dan internet.

5. Bagaimana hasil belajar siswa dikelas pada mata pelajaran fisika ?

Jawab : Hasil belajar siswa kurang maksimal dikarenakan siswa yang baru masuk pada jurusan MIPA tidak sesuai dengan kemampuannya sehingga banyak kendala yang dihadapi.

6. Bagaimana respon siswa pada pembelajaran ?

Jawab : Respon siswa rata-rata aktif namun ada juga beberapa siswa yang pasif dalam kegiatan belajar mengajar dikarenakan siswa kurang mengerti

sehingga siswa lebih banyak bercerita dengan temannya daripada mendengarkan guru yang sedang menjelaskan

7. Model pembelajaran apa saja yang sudah bapak diterapkan ?

Jawab : Untuk saat ini saya hanya menggunakan model pembelajaran ceramah dan dikombinasikan dengan media pembelajaran berupa *power point*, dan menampilkan video.

8. Apa model pembelajaran yang sering bapak gunakan pada saat proses pembelajaran ?

Jawab : Metode ceramah dan memanfaatkan media *power point*, dan menampilkan video.

9. Apa kesulitan yang dihadapi selama mengajar ?

Jawab : Banyak kesulitan yang dihadapi salah satunya perbedaan daya tangkap siswa terhadap materi yang disampaikan, tidak terbiasanya siswa menghitung, tidak adanya keseriusan dalam belajar.

10. Bagaimana respon siswa terhadap model yang bapak terapkan pada pembelajaran fisika ?

Jawab : Respon siswa terhadap model yang saya gunakan sebagian aktif namun sebagian juga pasif.

11. Apa dalam proses pembelajaran bapak pernah menggunakan model pembelajaran problem based learning ? bagaimana hasil belajar siswa ?

Jawab : Pada kelas X MIPA ini saya belum pernah menerapkan model *problem based learning*, namun pada kelas-kelas sebelumnya saya pernah menerapkan, dikelas XI MIPA dan hasilnya sangat bagus.

12. Bagaimana cara bapak memberi penugasan kepada siswa ? dalam bentuk soal dikerjakan dirumah lalu dikumpulkan, atau dalam bentuk lain ?

Jawab : Penugasan saya berikan melalui buku kuis yang soal-soalnya saya ambil untuk soal ujian dan soal-soal SBMPTN, jadi siswa juga dilatih atau dibiasakan mengerjakan soal-soal tersebut.

## Lampiran A.2 Wawancara Siswa

**LEMBAR WAWANCARA SISWA**

Nama Sekolah : SMAN 9 Jakarta  
 Alamat Sekolah : Jln. SMAN 9 Jakarta Halim Perdana Kusuma  
 Narasumber : Aditya Kusuma Reza  
 Kelas observasi : X MIPA<sub>1</sub>  
 Hari/tanggal wawancara : Kamis, 08 Februari 2018

1. Menurut anda, apakah fisika adalah mata pelajaran yang paling sulit ?  
 Jawab : Sulit buat yang tidak mengerti dan tergantung gurunya mengajar.
2. Kesulitan apa yang dialami dalam belajar fisika ?  
 Jawab : pelajaran fisika memiliki banyak rumus yang harus dihafalkan.
3. Menurut pendapat anda, apa yang harus dilakukan untuk mengatasi kesulitan itu ?  
 Jawab : menghafal semua rumus
4. Apakah harus diperbaiki pada model, strategi pembelajarannya ?  
 Jawab : diperbaiki lagi, ketika mengajar pak budi terlalu cepat sehingga kami kewalahan untuk mengerti ketika masuk materi baru.
5. Menurut anda, bagaimana cara mengajar guru ? membosankan apa menyenangkan ?  
 Jawab : Terkadang menyenangkan terkadang membosankan.
6. Apakah guru selalu mengajak siswa aktif dalam pembelajaran dikelas ?  
 Jawab : Selama proses kegiatan belajar mengajar sama-sama aktif.
7. Apakah guru sering melakukan model / strategi mengajar yang sama tanpa variasi ?  
 Jawab : ya, metode yang sering digunakan merode ceramah

8. Media apa yang sering digunakan guru dalam mengajar ? Pernahkah guru menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi ?

Jawab: *Power Point*

9. Bahan / sumber belajar apa saja yang digunakan untuk belajar dikelas ?

Jawab : Buku cetak, internet.

10. Apakah anda aktif dalam pembelajaran dikelas dan senang berdiskusi ?

Jawab : ya, kami tidak pernah diksusi kelompok.

## Lampiran B.1 RPP Kelas Kontrol

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Nama Sekolah : SMAN 09 Jakarta  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas/Semester : X/2  
Materi Pokok : Momentum, Impuls, dan Tumbukan  
Alokasi Waktu : Pertemuan ke-1 (2 x 45 menit)

**A. Kompetensi Inti**

- KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI-3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

## B. Kompetensi Dasar

Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari.

## C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menganalisis perbedaan konsep momentum dan konsep impuls
2. Memformulasikan hukum kekekalan momentum
3. Merumuskan hukum kekekalan momentum
4. Menerapkan prinsip kekekalan momentum untuk menyelesaikan masalah yang menyangkut interaksi melalui gaya-gaya internal.

## D. Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan pengertian momentum
2. Menjelaskan pengertian impuls
3. Menganalisis hubungan impuls dan momentum
4. Mengaplikasikan hukum II newton dalam bentuk momentum
5. Mengaplikasikan Impuls dalam keseharian dan teknologi
6. Menganalisis hukum kekekalan momentum
7. Mengaplikasikan hukum kekekalan momentum linear

## E. Materi Pembelajaran

1. Momentum adalah besaran vektor yang mempunyai besar ( $mv$ ) dan arah (sama dengan vektor kecepatan  $\vec{v}$ ). Bola baseball yang dilempar oleh pelempar bola liga utama mempunyai momentum yang lebih besar dibandingkan bila bola dilempar oleh anak-anak karena lajunya lebih cepat. Satuan dari besar momentum adalah satuan massa dikali satuan laju.

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

Dengan :

P = momentum (kg m/s)

m = massa (kg)

v = kecepatan (m/s)

Momentum akan berubah seiring dengan perubahan massa dan kecepatan. Semakin cepat pergerakan suatu benda akan semakin besar juga momentumnya. Semakin besar momentum, maka semakin besar kekuatan yang dimiliki oleh suatu benda. Jika benda dalam keadaan diam, maka momentumnya sama dengan nol. Sebaliknya semakin cepat pergerakannya, semakin besar juga momentumnya.

## 2. Hubungan Momentum Dengan Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi dalam pergerakan atau energi yang berhubungan dengan pergerakan suatu benda. Secara matematis yaitu :

$$Ek = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.2)$$

Dengan:  $m$  = massa benda (kg)

$v$  = kecepatan benda ( $m/s^2$ )

$Ek$  = energi kinetik ( $kg \cdot m/s^2$ )

Momentum sebuah partikel  $p = m \cdot v$  dan energi kinetik  $Ek = 1/2 \cdot mv^2$ , keduanya tergantung pada massa dan kecepatan partikel. Hubungan antara momentum dengan energi kinetik dipengaruhi oleh pergerakan sebuah benda. Sehingga besar momentum dapat dinyatakan dalam energi kinetik dengan mengalikan persamaan energi kinetik dengan  $m/m$ , maka:

$$\begin{aligned} Ek &= \frac{1}{2}mv^2 \cdot \frac{m}{m} \\ Ek &= \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2v^2}{m} \\ Ek &= \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{m} \\ Ek &= \frac{P^2}{2m} \end{aligned} \quad (2.3)$$

### 3. Impuls

Impuls adalah peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu hanya sesaat. Seseorang yang sedang menendang bola diperlukan gaya untuk membuat bola tersebut bergerak dan ada selang waktu sebelum kaki orang tersebut menyentuh bola. Secara matematis impuls dirumuskan :

$$\begin{aligned}
 I &= p_2 - p_1 = \Delta p \\
 I &= m \cdot v_2 - m \cdot v_1 \\
 I &= m(v_2 - v_1) \\
 I &= m \cdot v
 \end{aligned}
 \tag{2.4}$$

Karena  $m = F/a$ , maka

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{F}{a} \cdot \Delta v \\
 I &= \left[ \frac{F}{v/t} \right] \cdot \Delta v \\
 I &= F \cdot \Delta t \\
 F &= \frac{I}{\Delta t}
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Dimana :

$I$  = impuls

$P_1$  = momentum awal

$P_2$  = momentum akhir

$F$  = gaya

$\Delta t$  = waktu sentuh

$\Delta v$  = selisih kecepatan

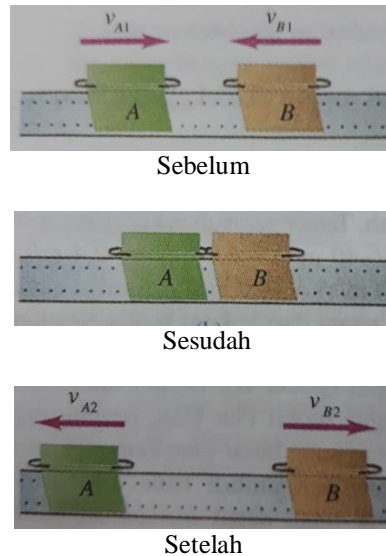
Dari rumus  $F = I/\Delta t$  inilah letak pemanfaatan aplikasi momentum dan impuls. Semakin kecil waktu sentuh, maka semakin besar gaya yang akan diterima benda. Semakin lama waktu sentuh, maka semakin kecil gaya yang diterima benda. Maka :

$$I = F \cdot \Delta t = \Delta P \tag{2.6}$$



#### 4. Hukum Kekekalan Momentum

Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa “*jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat dan sebelum sama dengan momentum total sesudah tumbukan.*”



Gambar 2.5 Fase-fase Tumbukan  
Sumber : Young dan Freedman, Fisika Universitas.

Pada gambar 2.2 menjelaskan konsep hukum kekekalan momentum, dimana ketika dua benda saling bertumbukan kemudian momentum awal dan akhirnya sama. Hal ini dapat di buktikan melalui Hukum Newton III yaitu :

$$F_{aksi} = F_{reaksi} \quad (2.7)$$

Diketahui bahwa

$$F = \frac{I}{\Delta t} \quad (2.8)$$

dimana

$$I = F \cdot \Delta t \quad (2.9)$$

maka,

$$I = \Delta P$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot v_2 - m \cdot v_1 \quad (2.10)$$

Sehingga persamaannya menjadi :

$$\Delta P_1 = -\Delta P_2$$

$$m \cdot v_1 - m \cdot v_1' = -(m \cdot v_2 - m \cdot v_2')$$

$$m \cdot v_1 + m \cdot v_2 = m \cdot v_1' + m \cdot v_2' \quad (2.11)$$

Sehingga,

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2' \quad (2.12)$$

Roket merupakan salah satu contoh aplikasi dari hukum kekekalan momentum. Agar mendapatkan gaya dorong yang cukup untuk naik keatas dan mengatasi gaya gravitasi, pesawat ruang angkasa meluncurkan media yang dapat mengkonsumsi bahan bakar lebih 10.00 kg/s dan menyemburkan bahan bakar yang terbakar dengan laju diatas 4000 m/s



Gambar 2. Peluncuran sebuah pesawat ruang angkasa.  
Sumber : Young dan Freedman, Fisika Universitas.

## F. Metode Pembelajaran

1. Model : Kontekstual (CTL)
2. Metode : ceramah, tanya jawab.

### G. Media, Alat dan Sumber Belajar

1. Media : Papan tulis
2. Alat dan bahan : buku cetak
3. Sumber belajar :
  - a. Rosyid, dkk. 2017. *Fisika SMA/MA kelas X*. Solo : PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
  - b. Lasmi, N.K. 2015. *Spm Fisika untuk SMA/MA*. Bandung : Esis.

### H. Langkah-langkah Pembelajaran

Langkah Kegiatan Pembelajaran		
Langkah Pembelajaran	Deskripsi	Alokasi waktu
Kegiatan Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru.</li> <li>2. Guru memilih salah satu siswa untuk memimpin doa pembukaan sebelum memulai pembelajaran.</li> <li>3. Guru mengecek kehadiran siswa.</li> <li>4. Guru memberitahu kompetensi yang ingin dicapai.</li> </ol>	10 menit
Kegiatan Inti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekplorasi (Pendahuluan)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan konsep dasar momentum, impuls dan hukum kekekalan momentum</li> <li>2. Menjelaskan pengertian momentum, impuls dan bunyi hukum kekekalan momentum</li> <li>3. Meminta siswa menyebutkan contoh aplikasi momentum, impuls dan hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari</li> </ol> </li> </ul>	40 menit
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborasi (inti)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bersama-sama dengan siswa menyelesaikan contoh soal tentang momentum, impuls dan hukum kekekalan momentum.</li> <li>2. Memilih beberapa siswa untuk mengerjakan contoh soal selanjutnya.</li> </ol> </li> </ul>	25 menit
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konfirmasi               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan penilaian kepada hasil yang dikerjakan siswa</li> <li>2. Memberi penegasan tentang jawaban yang benar.</li> </ol> </li> </ul>	10

Penutup	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberikan PR untuk memperdalam materi selanjutnya.</li> <li>2. Guru menutup kegiatan pembelajaran</li> </ol>	5 menit
---------	--	---------

## I. Penilaian

### 1. Jenis/teknis penilaian

Penilaian dilakukan melalui penilaian proses dan penilaian hasil. Penilaian proses berdasarkan aspek sikap dan penilaian hasil berdasarkan aspek pengetahuan yang dilaksanakan secara tes tertulis, dan non tes.

### 2. Bentuk Instrumen dan Instrumen

#### a. Tes tertulis

- Bentuk instrumen : Tes uraian
- Soal instrumen : Terlampir

#### b. Non tes

Penilaian sikap : Terlampir

Jakarta, 24 April 2018

Menyetujui,  
Guru Fisika,

Peneliti,

Budi Darmo, M.Pd.  
NIP. 19651227199801002

Mei Krisdayanti Harefa

## Lampiran 1

### Lembar Penilaian Hasil Belajar

#### PENILAIAN HASIL BELAJAR

No.	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Instrumen penelitian
1.	Aspek sikap	a. Observasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rubik penilaian sikap</li> </ul>
2.	Aspek pengetahuan	a. Penugasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soal uraian</li> </ul>

### 3. Penilaian Aspek Sikap

No.	Sikap	Skor		
		1	2	3
1.	Santun			
2.	Teliti			
3.	Tanggungjawab			

Rubik penilaian:

No.	Sikap	Pedoman Pemberian Nilai
1.	Santun	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa tidak santun terhadap guru dan siswa lainnya</li> <li>Siswa kurang santun terhadap guru dan siswa lainnya</li> <li>Siswa santun terhadap guru dan siswa lainnya</li> </ol>
2.	Teliti	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa tidak teliti mengerjakan tugas</li> <li>Siswa kurang teliti mengerjakan tugas</li> <li>Siswa teliti dengan baik dalam mengerjakan tugas</li> </ol>
3.	Tanggungjawab	<ol style="list-style-type: none"> <li>Siswa tidak dapat bertanggungjawab dalam mengerjakan tugas</li> <li>Siswa kurang bertanggungjawab dalam mengerjakan tugas</li> <li>Siswa bertanggungjawab dengan baik dalam mengerjakan tugas</li> </ol>

Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{9} \times 4$$

Kriteria Penilaian :

Sangat baik (SB), apabila  $3 < \text{Skor} \leq 4$

Baik (B), apabila  $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C), apabila  $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K), apabila  $\text{skor} \leq 1$

#### 4. Penilaian Aspek Pengetahuan

No.	Indikator	Butir Soal	Jawaban	Skor
1.	Siswa dapat menghitung besar gaya yang diberikan pada suatu benda.	Seorang petinju memukul lawannya menggunakan kepala tangannya yang seberat 1,5 kg. Jika kelajuan awal kepala tangannya adalah 10 m/s sehingga berhenti dengan selang waktu sentuh pukulan 0,1 detik, gaya yang diterima lawan akibat pukulan tersebut adalah...	Dik : $m = 1,5 \text{ kg}$ $v = 10 \text{ m/s}$ $t = 0,1 \text{ s}$ Dit : $F...?$ Penyelesaian $\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \cdot v}{t}$ $= \frac{1,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}}{0,1 \text{ s}}$ $= \frac{15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{0,1 \text{ s}}$ $= 150 \text{ N}$	20
2.	Siswa dapat menghitung perubahan momentum dan gaya rata-rata yang diberikan pada suatu benda.	Sebuah bola bermassa 200 g menumbuk dinding dalam arah tegak lurus dengan kecepatan 40 m/s. Bola dipantulkan kembali dengan kecepatan 30 m/s. Tentukan : a. Perubahan momentum	Dik : $m = 200 \text{ g}$ $v_1 = 40 \text{ m/s}$ $v_2 = 30 \text{ m/s}$ Dit : a. $\Delta p \dots?$ b. $F...?$ Penyelesaian : i. $v_2 = -30 \text{ m/s}$ (arah berlawanan)	20

		<p>b. Gaya rata-rata yang diberikan dinding pada bola dalam selang waktu 0,02 s</p>	$v_1 = 40 \text{ m/s}$ $\Delta p = p_2 - p_1$ $\Delta p = mv_2 - mv_1$ $\Delta p = (0,2)(-30) - (0,2)(40)$ $\Delta p = -6 - 8$ $\Delta p = -14 \text{ kg m/s}$ <p>B.</p> $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-14}{0,02} = -700 \text{ N}$	
3.	Siswa dapat menghitung gaya rata-rata yang diberikan pada suatu benda.	<p>Sebuah roket melepaskan bahan bakar yang telah terbakar sebanyak 2.000 kg selama 10 s. Kecepatan roket pada saat akhir pembakaran adalah 300 m/s. Besar gaya rata-rata yang bekerja pada roket adalah...</p>	<p>Dik : <math>v_1 = 0 \text{ m/s}</math>  <math>v_2 = 300 \text{ m/s}</math>  <math>m = 2000 \text{ kg}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p>Dit : F...?</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = \Delta p$ $Ft = mv_2 - mv_1$ $F(10) = (2000)(300) - 0$ $F = 60.000 \text{ N}$ $F = 60 \text{ kN}$	20
4.	Siswa dapat menghitung besarnya impuls gaya yang bekerja pada suatu benda.	<p>Dua buah benda titik bermassa <math>m_1 = 5 \text{ kg}</math> dan <math>m_2 = 6 \text{ kg}</math> terletak berdekatan dibidang datar licin. Sistem ini mendapat implus gaya hingga kedua benda bergerak dengan kelajuan masing – masing <math>v_1 = 1 \text{ m/s}</math> dan <math>v_2 = 2 \text{ m/s}</math> dan arahnya saling tegak lurus. Besarnya implus gaya yang bekerja pada sistem</p>	<p>Dik : <math>m_1 = 5 \text{ kg}</math>  <math>m_2 = 6 \text{ kg}</math>  <math>v_1 = 1 \text{ m/s}</math>  <math>v_2 = 2 \text{ m/s}</math></p> <p>Dit : I...?</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = F \cdot \Delta t$ $I = m_2 v_2 - m_1 v_1$ $I = 6 \cdot 2 - 5 \cdot 1$ $I = 12 - 5$ $I = 7 \text{ Nm}$	20

		adalah...		
5.	Siswa mampu menghitung momentum total setelah tumbukan	Benda A (5 kg) dan benda B (2 kg) bergerak saling mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Jika keduanya saling menempel setelah tumbukan, momentum total setelah tumbukan adalah...	Dik : $m_A = 5 \text{ kg}$ $m_B = 2 \text{ kg}$ $v_A = 3 \text{ m/s}$ $v_B = 4 \text{ m/s}$ Dit : $\Delta p \dots?$ Penyelesaian : $\Delta p' = p_1 - p_2$ $\Delta p' = m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2$ $\Delta p' = 5 \cdot 3 - 2 \cdot 4$ $\Delta p' = 15 - 8$ $\Delta p' = 7 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \rightarrow \text{searah A}$	20

## Lampiran 2

### Lembar Observasi Penilaian Sikap

#### LEMBAR OBSERVASI PENILAIAN SIKAP

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : X

Materi Pokok : Momentum, Impuls dan Tumbukan

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai
		Santun	Teliti	Tanggung jawab		
		(1)	(2)	(3)		
1.	Adam Febriansyna					
2.	Aditya Kusuma Reza					
3.	Ainie Salsabila					
4.	Amisah Galuh					
5.	Anelia M. Larasati					
6.	Angelina Garce					
7.	Audya Tiharso Putri					
8.	Bugaran S M					
9.	Diela Elmia Anggrain					
10.	Evandito					
11.	Farel Juhdi					



12.	Hashifah Putri S					
13.	Ilhan B.A					
14.	Kirana Sekar N					
15.	Lasmaria S					
16.	M. Aditya Rizki					
17.	M. Panji Natanagara					
18.	Mutia Maryan S.					
19.	Mutiara A. Sophia					
20.	Nadia Ardina Putri					
21.	Nadila Ramadhan					
22.	Nanda Hamida					
23.	Nur Afifah					
24.	Pradina Aguy L					
25.	Raihan Firdaus					
26.	Sean Kafka Adhyaksa					
27.	Syauqi Romi R					
28.	Syifa damayanti					
29.	Tisya Y.S					
30.	Williams Rojky					

Keterangan pengisian skor:

4. Sangat baik
3. Baik
2. Cukup
1. Kurang.

### Lampiran 3

#### Lembar Observasi Penilaian Aspek Pengetahuan

##### PENILAIAN ASPEK PENGETAHUAN

Nama :  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas : X  
Materi Pokok : Momentum, Impuls dan Tumbukan

1. Seorang petinju memukul lawannya menggunakan kepalan tangannya yang seberat 1,5 kg. Jika kelajuan awal kepalan tangannya adalah 10 m/s sehingga berhenti dengan selang waktu sentuh pukulan 0,1 detik, gaya yang diterima lawan akibat pukulan tersebut adalah...
2. Sebuah bola bermassa 200 g menumbuk dinding dalam arah tegak lurus dengan kecepatan 40 m/s. Bola dipantulkan kembali dengan kecepatan 30 m/s. Tentukan :
  - a. Perubahan momentum
  - b. Gaya rata-rata yang diberikan dinding pada bola dalam selang waktu 0,02 s
3. Sebuah roket melepaskan bahan bakar yang telah terbakar sebanyak 2.000 kg selama 10 s. Kecepatan roket pada saat akhir pembakaran adalah 300 m/s. Besar gaya rata-rata yang bekerja pada roket adalah...
4. Dua buah benda titik bermassa  $m_1 = 5$  kg dan  $m_2 = 6$  kg terletak berdekatan dibidang datar licin. Sistem ini mendapat implus gaya hingga kedua benda bergerak dengan kelajuan masing – masing  $v_1 = 1$  m/s dan  $v_2 = 2$  m/s dan arahnya saling tegak lurus. Besarnya implus gaya yang bekerja pada sistem adalah...
5. Benda A (5 kg) dan benda B (2 kg) bergerak saling mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Jika keduanya saling menempel setelah tumbukan, momentum total setelah tumbukan adalah...

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah	: SMAN 09 Jakarta
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/2
Materi Pokok	: Momentum, Impuls, dan Tumbukan
Alokasi Waktu	: Pertemuan Ke-2 (2 x 45 menit)

### A. Kompetensi Inti

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

### B. Kompetensi Dasar

Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana.

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan jenis-jenis tumbukan dan perbedaan antara masing-masing tumbukan
2. Menerapkan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan

### D. Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan jenis-jenis tumbukan
2. Menjelaskan perbedaan masing-masing tumbukan
3. Menerapkan peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menjelaskan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan

### E. Materi Pembelajaran

#### 1. Tumbukan

Pada permainan billiard, ketika bola dengan nomor tertentu di sodok dengan tongkat kemudian bertemu dengan bola yang lainnya. Maka bola tersebut akan bertabrakan atau bertumbukkan, yang kemudian akan terpental ke arah yang berlawanan. Ini merupakan salah satu aplikasi tumbukan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh lainnya, seperti tabrakan mobil, motor dan kereta juga merupakan aplikasi dari konsep tumbukan. Ketika benda memiliki kecepatan dan massa, maka benda tersebut pasti memiliki momentum dan energi kinetik.

#### 1. Tumbukan Lenting Sempurna

Tumbukan lenting sempurna memiliki nilai koefisien  $e = 1$ . Pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan energi dan hukum kekekalan momentum. Dengan persamaan sebagai berikut:

##### 1. Hukum kekekalan momentum

$$m \cdot v_1 + m \cdot v_2 = m \cdot v_1' + m \cdot v_2'$$

##### 2. Energi kinetik

$$\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2}m_1' \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2' \cdot v_2'^2 \quad (2.13)$$

## 2. Tumbukan Lenting Sebagian

Konsep tumbukan lenting sebagian dapat di temukan pada pantulan bola ke lantai. Disaat bola menumbukke lantai, pantulan pertama dari bola tersebut akan mencapai tinggi maksimal, dan setelah pantulan berikutnya tingginya semakin berkurang. Hal ini menyimpulkan bahwa kecepatan bola sebelum menumbuk lantai lebih cepat daripada setelah menumbuk lantai. Sehingga koefisien restitusinya sama dengan  $0 < e < 1$ .

Koefisien restitusi ( $e$ ) adalah negatif perbandingan antara kecepatan relative sesaat sesudah tumbukan dengan kecepatan relative sesaat sebelum tumbukan.

$$e = \frac{-\Delta v}{\Delta v} = \frac{-(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1} \quad (2.14)$$

## 3. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali konsep sederhana yang dapat kita perhatikan adalah kecelakaan mobil yang mampu menyeret kendaraan yang ditabraknya ke arah yang sama. Hal ini dapat dijelaskan dengan hukum kekekalan momentum, yakni akibat dari kecepatan yang sama. sehingga koefisien restitusinya sama dengan  $e=0$ .

### F. Metode Pembelajaran

1. Model : Kontekstual (CTL)
2. Metode : ceramah, tanya jawab.

### G. Media, Alat dan Sumber Belajar

1. Media : Papan tulis
2. Alat dan bahan : buku cetak

## 3. Sumber belajar :

- a. Rosyid, dkk. 2017. *Fisika SMA/MA kelas X*. Solo : PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri
- b. Lasmi, N.K. 2015. *Spm Fisika untuk SMA/MA*. Bandung : Esis.

**H. Langkah-langkah Pembelajaran**

<b>Langkah Kegiatan Pembelajaran</b>		
<b>Langkah Pembelajaran</b>	<b>Deskripsi</b>	<b>Alokasi waktu</b>
Kegiatan Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru memberi salam dan peserta didik menjawab salam dari guru.</li> <li>2. Guru memilih salah satu siswa untuk memimpin doa pembukaan sebelum memulai pembelajaran.</li> <li>3. Guru mengecek kehadiran siswa.</li> <li>4. Guru memberitahu kompetensi yang ingin dicapai.</li> </ol>	10 menit
Kegiatan Inti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekplorasi (Pendahuluan)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan jenis-jenis tumbukan,</li> <li>2. Menjelaskan perbedaan setiap tumbukan</li> <li>3. Meminta siswa menyebutkan contoh aplikasi tumbukan dalam kehidupan sehari-hari</li> <li>4. Menjelaskan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan</li> </ol> </li> </ul>	40 menit
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborasi (inti)               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bersama-sama dengan siswa menyelesaikan contoh soal tentang tumbukan.</li> <li>2. Memilih beberapa siswa untuk mengerjakan contoh soal selanjutnya.</li> </ol> </li> </ul>	25
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konfirmasi               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan penilaian kepada hasil yang dikerjakan siswa</li> <li>2. Memberi penegasan tentang jawaban yang benar.</li> </ol> </li> </ul>	10
Penutup	5. Guru menutup kegiatan pembelajaran	5 menit

## **I. Penilaian**

### 1. Jenis/teknis penilaian

Penilaian dilakukan melalui penilaian proses berdasarkan aspek sikap.

### 2. Bentuk Instrumen dan Instrumen

#### a. Non tes

Penilaian sikap : Terlampir

Jakarta, 24 April 2018

Menyetujui,  
Guru Fisika,

Peneliti,

Budi Darmo, M.Pd.  
NIP. 19651227199801002

Mei Krisdayanti Harefa

## Lampiran 1

### Lembar Penilaian Hasil Belajar

#### PENILAIAN HASIL BELAJAR

No.	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Instrumen penelitian
1.	Aspek sikap	b. Observasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rubik penilaian sikap</li> </ul>

#### 1. Penilaian Aspek Sikap

No.	Sikap	Skor		
		1	2	3
1.	Santun			
2.	Teliti			
3.	Tanggungjawab			

Rubik penilaian:

No.	Sikap	Pedoman Pemberian Nilai
1.	Santun	1. Siswa tidak santun terhadap guru dan siswa lainnya 2. Siswa kurang santun terhadap guru dan siswa lainnya 3. Siswa santun terhadap guru dan siswa lainnya
2.	Teliti	1. Siswa tidak teliti mengerjakan tugas 2. Siswa kurang teliti mengerjakan tugas 3. Siswa teliti dengan baik dalam mengerjakan tugas
3.	Tanggungjawab	1. Siswa tidak dapat bertanggungjawab dalam mengerjakan tugas 2. Siswa kurang bertanggungjawab dalam mengerjakan tugas 3. Siswa bertanggungjawab dengan baik dalam mengerjakan tugas

Penilaian :



$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{9} \times 4$$

Kriteria Penilaian :

Sangat baik (SB), apabila  $3 < \text{Skor} \leq 4$

Baik (B), apabila  $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C), apabila  $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K), apabila  $\text{skor} \leq 1$

**Lampiran 2****Lembar Observasi Penilaian Sikap Kerja Individu**

**LEMBAR OBSERVASI PENILAIAN SIKAP  
KERJA INDIVIDU**

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : X

Materi Pokok : Momentum, Impuls dan Tumbukan

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai
		Santun	Teliti	Tanggung jawab		
		(1)	(2)	(3)		
1.	Adam Febriansyna					
2.	Aditya Kusuma Reza					
3.	Ainie Salsabila					
4.	Amisah Galuh					
5.	Anelia M. Larasati					
6.	Angelina Garce					
7.	Audya Tiharso Putri					
8.	Bugaran S M					
9.	Diela Elmia Anggrain					
10.	Elhan B.A					
11.	Evandito					
12.	Farel Juhdi					
13.	Hashifah Putri S					
14.	Kirana Sekar N					
15.	Lasmaria S					
16.	M. Aditya Rizki					
17.	M. Panji Natanagara					
18.	Mutia Maryan S.					
19.	Mutiara A. Sophia					
20.	Nadia Ardina Putri					
21.	Nadila Ramadhan					
22.	Nanda Hamida					

23.	Nur Afifah					
24.	Pradina Aguy L					
25.	Raihan Firdaus					
26.	Sean Kafka Adhyaksa					
27.	Syauqi Romi R					
28.	Syifa damayanti					
29.	Tisya Y.S					
30.	Williams Rojky					

Keterangan pengisian skor:

4. Sangat baik
3. Baik
2. Cukup
1. Kurang.

## Lampiran B.2 RPP Kelas Eksperimen

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Nama Sekolah : SMAN 09 Jakarta  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas/Semester : X/2  
Materi Pokok : Momentum, Impuls, dan Tumbukan  
Alokasi Waktu : Pertemuan ke-1 (2 x 45 menit)

**A. Kompetensi Inti**

- KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI-3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

## **B. Kompetensi Dasar**

Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-sehari.

## **C. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Menganalisis perbedaan konsep momentum dan konsep impuls
  2. Memformulasikan hukum kekekalan momentum
  3. Merumuskan hukum kekekalan momentum
  4. Menerapkan prinsip kekekalan momentum untuk menyelesaikan masalah yang menyakut interaksi melalui gaya-gaya internal.
1. Kognitif
    - a. Menyebutkan konsep momentum dan impuls serta keterkaitan keduanya
    - b. Menyebutkan hukum kekekalan momentum
    - c. Menyebutkan contoh momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari
  2. Psikomotor
    - a. Mengumpulkan informasi tentang impuls dan momentum
    - b. Mendemostrasikan peristiwa momentum
    - c. Keterampilan mengemukakan pendapat
    - d. Keterampilan bertanya dalam berdiskusi
  3. Afektif
    - a. Karakter :  
Berpikir kreatif,kritis,dan logis,bekerja dengan teliti,jujur, dan berperilaku santun tanpa merasa terbebani.
    - b. Keterampilan Sosial :  
Menyampaikan pendapat,menjadi pendengar yang baik,menanggapi pendapat orang lain, dan menghargai pendapat orang lain

## **D. Tujuan Pembelajaran**

Melalui proses pengamatan, bertanya, mengumpulkan informasi, bernalar, diskusi, mengasosiasi serta mengkomunikasikan siswa mampu :

1. Menjelaskan pengertian momentum
2. Menjelaskan pengertian impuls
3. Menganalisis hubungan impuls dan momentum
4. Mengaplikasikan hukum II newton dalam bentuk momentum
5. Mengaplikasikan Impuls dalam keseharian dan teknologi
6. Menganalisis hukum kekekalan momentum
7. Mengaplikasikan hukum kekekalan momentum linear
8. Menunjukkan perilaku ilmiah dalam melakukan demonstrasi dan diskusi

### E. Materi Pembelajaran

#### 1. Momentum

Momentum adalah besaran vektor yang mempunyai besar ( $mv$ ) dan arah (sama dengan vektor kecepatan  $\vec{v}$ ). Bola baseball yang dilempar oleh pelempar bola liga utama mempunyai momentum yang lebih besar dibandingkan bila bola dilempar oleh anak-anak karena lajunya lebih cepat. Satuan dari besar momentum adalah satuan massa dikali satuan laju.

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

Dengan :

$P$  = momentum (kg m/s)

$m$  = massa (kg)

$v$  = kecepatan (m/s)

Momentum akan berubah seiring dengan perubahan massa dan kecepatan. Semakin cepat pergerakan suatu benda akan semakin besar juga momentumnya. Semakin besar momentum, maka semakin besar kekuatan yang dimiliki oleh suatu benda. Jika benda dalam keadaan diam, maka momentumnya sama dengan nol. Sebaliknya semakin cepat pergerakannya, semakin besar juga momentumnya.

#### 2. Hubungan Momentum Dengan Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi dalam pergerakan atau energi yang berhubungan dengan pergerakan suatu benda. Secara matematis yaitu :

$$Ek = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.2)$$

Dengan:  $m$  = massa benda (kg)

$v$  = kecepatan benda ( $m/s^2$ )

$Ek$  = energi kinetik ( $kg \cdot m/s^2$ )

Momentum sebuah partikel  $p = m \cdot v$  dan energi kinetik  $Ek = 1/2 \cdot mv^2$ , keduanya tergantung pada massa dan kecepatan partikel. Hubungan antara momentum dengan energi kinetik dipengaruhi oleh pergerakan sebuah benda. Sehingga besar momentum dapat dinyatakan dalam energi kinetik dengan mengalikan persamaan energi kinetik dengan  $m/m$ , maka:

$$\begin{aligned} Ek &= \frac{1}{2}mv^2 \cdot \frac{m}{m} \\ Ek &= \frac{1}{2} \cdot \frac{m^2v^2}{m} \\ Ek &= \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{m} \\ Ek &= \frac{P^2}{2m} \end{aligned} \quad (2.3)$$

### 3. Impuls

Implus adalah peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu hanya sesaat. Seseorang yang sedang menendang bola diperlukan gaya untuk membuat bola tersebut bergerak dan ada selang waktu sebelum kaki orang tersebut menyentuh bola. Secara matematis implus dirumuskan :

$$\begin{aligned} I &= p_2 - p_1 = \Delta p \\ I &= m \cdot v_2 - m \cdot v_1 \\ I &= m(v_2 - v_1) \\ I &= m \cdot v \end{aligned} \quad (2.4)$$

Karena  $m = F/a$ , maka

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{F}{a} \cdot \Delta v \\
 I &= \left[ \frac{F}{v/t} \right] \cdot \Delta v \\
 I &= F \cdot \Delta t \\
 F &= \frac{I}{\Delta t}
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Dimana :

I = impuls

P<sub>1</sub> = momentum awal

P<sub>2</sub> = momentum akhir

F = gaya

Δt = waktu sentuh

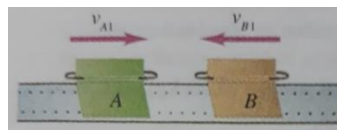
Δv = selisih kecepatan

Dari rumus  $F = I/\Delta t$  inilah letak pemanfaatan aplikasi momentum dan impuls. Semakin kecil waktu sentuh, maka semakin besar gaya yang akan diterima benda. Semakin lama waktu sentuh, maka semakin kecil gaya yang diterima benda. Maka :

$$I = F \cdot \Delta t = \Delta P \tag{2.6}$$

#### 4. Hukum Kekekalan Momentum

Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa “*jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat dan sebelum sama dengan momentum total sesudah tumbukan.*”



Sebelum



Sesudah





Setelah

Gambar 2.5 Fase-fase Tumbukan  
 Sumber : Young dan Freedman, Fisika Universitas.

Pada gambar 2.2 menjelaskan konsep hukum kekekalan momentum, dimana ketika dua benda saling bertumbukan kemudian momentum awal dan akhirnya sama. Hal ini dapat di buktikan melalui Hukum Newton III yaitu :

$$F_{aksi} = F_{reaksi} \quad (2.7)$$

Diketahui bahwa

$$F = \frac{I}{\Delta t} \quad (2.8)$$

dimana

$$I = F \cdot \Delta t \quad (2.9)$$

maka,

$$\begin{aligned} I &= \Delta P \\ F \cdot \Delta t &= m \cdot v_2 - m \cdot v_1 \end{aligned} \quad (2.10)$$

Sehingga persamaannya menjadi :

$$\begin{aligned} \Delta P_1 &= -\Delta P_2 \\ m \cdot v_1 - m \cdot v_1' &= -(m \cdot v_2 - m \cdot v_2') \\ m \cdot v_1 + m \cdot v_2 &= m \cdot v_1' + m \cdot v_2' \end{aligned} \quad (2.11)$$

Sehingga,

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2' \quad (2.12)$$

Aplikasi dari hukum kekekalan momentum pada kehidupan sehari-hari yaitu seperti aktivitas dari seorang astronot. Roket merupakan aplikasi dari hukum kekekalan momentum. Agar mendapatkan gaya dorong yang cukup untuk naiak keatas dan mengatasi gaya gravitasi, pesawat ruang angkasa

meluncurkan media yang dapat mengkonsumsi bahan bakar lebih 10.00 kg/s dan menyemburkan bahan bakar yang terbakar dengan laju diatas 4000 m/s.



Gambar 2. Peluncuran sebuah pesawat ruang angkasa.  
Sumber : Young dan Freedman, Fisika Universitas.

#### F. Metode Pembelajaran

1. Model : *Problem Based Learning* (PBL)
2. Metode : Demonstrasi dan Diskusi
3. Pendekatan : Saintifik

#### G. Media, Alat dan Sumber Belajar

1. Media : *Slide Power Point*, papan tulis
2. Alat dan bahan : mobil mainan
3. Sumber belajar :
  - a. Rosyid, dkk. 2017. *Fisika SMA/MA kelas X*. Solo : PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
  - b. Lasmi, N.K. 2015. *Spm Fisika untuk SMA/MA*. Bandung : Esis.

#### H. Langkah-langkah Pembelajaran

Langkah Kegiatan Pembelajaran			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran PBL	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan Pendahuluan	Tahap 1 Stimulasi/Pemberian Rangsangan ( <i>Stimulation</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru bertanya apa yang dimaksud dengan momentum?</li> <li>• Guru menayangkan sebuah video <i>simulasi</i> tentang mobil tabrakan.</li> </ul>	10 menit

Kegiatan Inti	<b>Tahap 2</b> Pernyataan / Identifikasi Masalah <i>(Problem Statement)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membagi LKS yang telah disiapkan</li> <li>• Guru menanyakan pemahaman siswa terhadap permasalahan yang diberikan</li> <li>• Guru menjelaskan target yang diharapkan dicapai siswa dari diskusi yang dilakukan, yaitu menemukan solusi agar roket Jerry sama dengan ketinggian roket Tom.</li> <li>• Berdasarkan target yang ditetapkan siswa menyusun analisis masalah berdasarkan pengetahuan awal mereka. Menentukan apa yang harus mereka ketahui dan apa yang harus mereka cari lalu menuliskannya seperti pada tabel yang terdapat di LKS.</li> <li>• Siswa mengajukan hipotesis berdasarkan konsep awal yang mereka miliki dan menuliskannya pada lembar kerja.</li> <li>• Siswa merancang pemecahan masalah, serta mengidentifikasi apa yang perlu dilakukan.</li> </ul>	10 menit
	<b>Tahap 3</b> Pengumpulan Data <i>(Data Collection)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa menyiapkan referensi untuk mencari pemecahan dari masalah yang diberikan.</li> </ul>	15 menit
	<b>Tahap 4</b> Pengolahan Data <i>(Data Processing)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa melakukan diskusi dalam kelompok untuk membahas hasil temuan masing-masing.</li> <li>• Guru memantau kerja kelompok dan membantu jika siswa mengalami kesulitan.</li> <li>• Guru membantu siswa terkait format atau teknis pelaporan</li> </ul>	20 menit

		hasil kerja kelompok.	
	<b>Tahap 5</b> Verifikasi ( <i>Verification</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masing-masing kelompok siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas dan mendiskusikan konsep yang mereka peroleh dengan kelompok lain.</li> </ul>	30 menit
Penutup	<b>Tahap 6</b> Menarik kesimpulan ( <i>Generalisasi</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru memimpin diskusi untuk menyimpulkan konsep yang telah dipelajari.</li> </ul>	5 menit

## I. Penilaian

### 1. Jenis/teknis penilaian

Penilaian dilakukan melalui penilaian proses dan penilaian hasil. Penilaian dilakukan berdasarkan tiga aspek yaitu sikap, pengetahuan dan keterampilan.

### 2. Bentuk Instrumen dan Instrumen

- Instrumen penilaian spiritual dan sikap sosial menggunakan lembar pengamatan presentasi dengan fokus penilaian pada : kerjasama, teliti dan tanggungjawab.
- Instrumen penilaian pengetahuan menggunakan soal uraian.
- Instrumen penilaian keterampilan menggunakan lembar pengamatan presentasi dengan fokus penilaian pada : komunikasi, sistematika penyajian, wawasan, keberanian, antusias dan penampilan.

Contoh bentuk instrumen terlampir.

Jakarta, 24 April 2018

Menyetujui,  
Guru Fisika,

Peneliti,

Budi Darmo, M.Pd.  
NIP. 19651227199801002

Mei Krisdayanti Harefa

**Lampiran 1****LEMBAR KERJA SISWA**

Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas / Semester : X / Genap  
Waktu : 90 menit

**Kelompok :**

Nama-nama Anggota Kelompok

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....

**Kompetensi Dasar :**

3.3 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan dalam kehidupan sehari-sehari.

**Indikator Pencapaian Kompetensi :**

- 3.3.1 Menjelaskan konsep momentum, impuls dan hukum kekekalan momentum
- 3.3.2 Menerapkan konsep momentum dan impuls dan hukum kekekalan momentum dalam memecahkan masalah sehari-hari

**Tujuan :**

1. Siswa dapat menjelaskan pengertian momentum
2. Siswa dapat menjelaskan pengertian impuls
3. Siswa dapat menganalisis hubungan impuls dan momentum

4. Siswa dapat mengaplikasikan momentum dan Impuls dalam kesehari-haari
5. Siswa dapat menganalisis hukum kekekalan momentum

**Masalah :**

Tom dan Jerry tergabung dalam Himpunan Astronomi Amatir Jakarta (HAAJ). Mereka sedang melakukan kegiatan percobaan sederhana mengenai roket air. Tom mengisi tabung roketnya dengan air sebanyak setengah dari volume tabung roket, sedangkan Jerry mengisi tabung roketnya setengah dari volume air dari roket Tom. Tom dan Jerry berharap ketinggian roket air ketika meluncur mencapai ketinggian yang sama namun setelah mereka meluncurkan roket air dengan kecepatan yang sama ternyata terdapat perbedaan ketinggian yang dicapai.

**Analisis Masalah :**

Yang diketahui dari masalah	Yang ingin diketahui	Yang harus dicari

**Hipotesis :**

.....

.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Pemecahan Masalah :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Hasil Melalui Studi Pustaka :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Pembahasan :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Kesimpulan :**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



## Lampiran 2

### Lembar Penilaian Hasil Belajar

#### PENILAIAN HASIL BELAJAR

No.	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Instrumen penelitian
1.	Aspek sikap	a. Observasi	• Rubik penilaian sikap
2.	Aspek pengetahuan	a. Tes tertulis b. Penugasan	• soal uraian
3.	Aspek keterampilan	a. Presentasi	• Rubik penilaian keterampilan
4.	Lembar Kerja Siswa	a. Tes tertulis	• Soal dalam LKS

#### 1. Penilaian Aspek Sikap

No.	Sikap	Skor		
		1	2	3
1.	Santun			
2.	Teliti			
3.	Tanggungjawab			

Rubik penilaian:

No	Sikap	Pedoman Pemberian Nilai
1.	Santun	1. Siswa tidak santun terhadap guru dan siswa lainnya 2. Siswa kurang santun terhadap guru dan siswa lainnya 3. Siswa santun terhadap guru dan siswa lainnya
2.	Teliti	1. Siswa tidak teliti mengerjakan lembar diskusi dalam kelompok 2. Siswa kurang teliti dalam berdiskusi 3. Siswa teliti dengan baik dalam berdiskusi
3.	Tanggung jawab	1. Siswa tidak dapat bertanggungjawab dalam kelompok 2. Siswa kurang bertanggungjawab dalam berdiskusi 3. Siswa bertanggungjawab dengan baik dalam berdiskusi

Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{9} \times 4$$

Kriteria Penilaian :

Sangat baik (SB), apabila  $3 < \text{Skor} \leq 4$

Baik (B), apabila  $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C), apabila  $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K), apabila  $\text{skor} \leq 1$

## 2. Penilaian Aspek Pengetahuan

No.	Indikator	Butir Soal	Jawaban	Skor
1.	Siswa dapat menghitung besar gaya yang diberikan pada suatu benda.	Seorang petinju memukul lawannya menggunakan kepala tangannya yang seberat 1,5 kg. Jika kelajuan awal kepala tangannya adalah 10 m/s sehingga berhenti dengan selang waktu sentuh pukulan 0,1 detik, gaya yang diterima lawan akibat pukulan tersebut adalah...	Dik : $m = 1,5 \text{ kg}$ $v = 10 \text{ m/s}$ $t = 0,1 \text{ s}$ Dit : $F...?$ Penyelesaian $\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \cdot v}{t}$ $= \frac{1,5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}}{0,1 \text{ s}}$ $= \frac{15 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{0,1 \text{ s}}$ $= 150 \text{ N}$	20
2.	Siswa dapat menghitung perubahan momentum dan gaya rata-rata yang diberikan pada suatu benda.	Sebuah bola bermassa 200 g menumbuk dinding dalam arah tegak lurus dengan kecepatan 40 m/s. Bola dipantulkan kembali dengan kecepatan 30 m/s. Tentukan : a. Perubahan momentum	Dik : $m = 200 \text{ g}$ $v_1 = 40 \text{ m/s}$ $v_2 = 30 \text{ m/s}$ Dit : a. $\Delta p \dots?$ b. $F...?$ Penyelesaian : i. $v_2 = -30 \text{ m/s}$ (arah berlawanan)	20

		<p>b. Gaya rata-rata yang diberikan dinding pada bola dalam selang waktu 0,02 s</p>	$v_1 = 40 \text{ m/s}$ $\Delta p = p_2 - p_1$ $\Delta p = mv_2 - mv_1$ $\Delta p = (0,2)(-30) - (0,2)(40)$ $\Delta p = -6 - 8$ $\Delta p = -14 \text{ kg m/s}$ <p>B.</p> $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-14}{0,02} = -700 \text{ N}$	
3.	Siswa dapat menghitung gaya rata-rata yang diberikan pada suatu benda.	<p>Sebuah roket melepaskan bahan bakar yang telah terbakar sebanyak 2.000 kg selama 10 s. Kecepatan roket pada saat akhir pembakaran adalah 300 m/s. Besar gaya rata-rata yang bekerja pada roket adalah...</p>	<p>Dik : <math>v_1 = 0 \text{ m/s}</math>  <math>v_2 = 300 \text{ m/s}</math>  <math>m = 2000 \text{ kg}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p>Dit : F...?</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = \Delta p$ $Ft = mv_2 - mv_1$ $F(10) = (2000)(300) - 0$ $F = 60.000 \text{ N}$ $F = 60 \text{ kN}$	20
4.	Siswa dapat menghitung besarnya impuls gaya yang bekerja pada suatu benda.	<p>Dua buah benda titik bermassa <math>m_1 = 5 \text{ kg}</math> dan <math>m_2 = 6 \text{ kg}</math> terletak berdekatan dibidang datar licin. Sistem ini mendapat implus gaya hingga kedua benda bergerak dengan kelajuan masing – masing <math>v_1 = 1 \text{ m/s}</math> dan <math>v_2 = 2 \text{ m/s}</math> dan arahnya saling tegak lurus. Besarnya implus gaya yang bekerja pada sistem</p>	<p>Dik : <math>m_1 = 5 \text{ kg}</math>  <math>m_2 = 6 \text{ kg}</math>  <math>v_1 = 1 \text{ m/s}</math>  <math>v_2 = 2 \text{ m/s}</math></p> <p>Dit : I...?</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = F \cdot \Delta t$ $I = m_2 v_2 - m_1 v_1$ $I = 6 \cdot 2 - 5 \cdot 1$ $I = 12 - 5$ $I = 7 \text{ Nm}$	20

		adalah...		
5.		Benda A (5 kg) dan benda B (2 kg) bergerak saling mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Jika keduanya saling menempel setelah tumbukan, momentum total setelah tumbukan adalah...	Dik : $m_A = 5 \text{ kg}$ $m_B = 2 \text{ kg}$ $v_A = 3 \text{ m/s}$ $v_B = 4 \text{ m/s}$ Dit : $\Delta p \dots?$ Penyelesaian : $\Delta p' = p_1 - p_2$ $\Delta p' = m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2$ $\Delta p' = 5 \cdot 3 - 2 \cdot 4$ $\Delta p' = 15 - 8$ $\Delta p' = 7 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \rightarrow \text{searah A}$	20

### 3. Penilaian Aspek Keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Komunikasi			
2	Sistematika penyampaian			
3	Wawasan			
4	Keberanian			
5	Antusias			
6	Penampilan			

Rubrik :

Aspek yang dinilai	Penilaian		
	1	2	3
Komunikasi	Tidak ada komunikasi	Komunikasi sedang	Komunikasi Lancar dan baik
Sistematika Penyampaian	Penyampain tidak sistematis	Sistematika penyampaian sedang	Sistematika penyampaian baik
Wawasan	Wawasan kurang	Wawasan sedang	Wawasan luas
Keberanian	Tidak ada keberanian	Keberanian sedang	Keberanian baik
Antusias	Tidak antusias	Antusias sedang	Antusias dalam kegiatan

Penampilan	Penampilan kurang	Penampilan sedang	Penampilan baik
------------	-------------------	-------------------	-----------------

Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{18} \times 4$$

Kriteria Penilaian :

Sangat baik (SB), apabila  $3 < \text{Skor} \leq 4$

Baik (B), apabila  $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C), apabila  $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K), apabila  $\text{skor} \leq 1$

#### 4. Lembar Kerja Siswa

No.	Penilaian	Skor
1.	Analisis masalah	16,7
2.	Hipotesis	16,7
3.	Pemecahan masalah	16,7
4.	Hasil melalui studi pustaka	16,7
5.	Pembahasan	16,7
6.	Kesimpulan	16,7

### Lampiran 3

#### Lembar Observasi Penilaian Aspek Sikap

#### PENILAIAN ASPEK SIKAP

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : X

Materi Pokok : Momentum, Impuls dan Tumbukan

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai
		Santun	Teliti	Tanggung jawab		
		(1)	(2)	(3)		
1.	Abdhillah Aryo					
2.	Abiyyu Taqiy M					
3.	Aisyah					
4.	Alvin Adzikra					
5.	Alvira Ayu P					
6.	Ammar					
7.	Anita Nur P					
8.	Bagus Y.M					
9.	Balqis Delifia					
10.	Daffa Van Yuda					
11.	Fathul Arifin					
12.	Firdaus Humaid H					
13.	Hafiz Dighityo					
14.	Hengky Tubayes					
15.	Indria Hilmalia D					
16.	Jatrifuloh Farhan					
17.	M. Fauzan					
18.	M. Usamah syamil					
19.	Mardiana Risdi					
20.	Maylaff					
21.	Mutiara Sabila					
22.	Novia Dewi M					
23.	Raihan Erlangga					

24.	Risa Farah S					
25.	Rissa Putri					
26.	Sarah Syakira					
27.	Shafira Arnidya					
28.	Syifa Mutiara S					
29.	Tsabita Zharfa					
30.	Yeni Usaw Maha					

Keterangan pengisian skor:

4. Sangat baik
3. Baik
2. Cukup
1. Kurang.

## Lampiran 4

### Lembar Observasi Penilaian Aspek Pengetahuan

#### PENILAIAN ASPEK PENGETAHUAN

Nama :  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas : X  
Materi Pokok : Momentum, Impuls dan Tumbukan

1. Seorang petinju memukul lawannya menggunakan kepalan tangannya yang seberat 1,5 kg. Jika kelajuan awal kepalan tangannya adalah 10 m/s sehingga berhenti dengan selang waktu sentuh pukulan 0,1 detik, gaya yang diterima lawan akibat pukulan tersebut adalah...
2. Sebuah bola bermassa 200 g menumbuk dinding dalam arah tegak lurus dengan kecepatan 40 m/s. Bola dipantulkan kembali dengan kecepatan 30 m/s. Tentukan :
  - c. Perubahan momentum
  - d. Gaya rata-rata yang diberikan dinding pada bola dalam selang waktu 0,02 s
3. Sebuah roket melepaskan bahan bakar yang telah terbakar sebanyak 2.000 kg selama 10 s. Kecepatan roket pada saat akhir pembakaran adalah 300 m/s. Besar gaya rata-rata yang bekerja pada roket adalah...
4. Dua buah benda titik bermassa  $m_1 = 5$  kg dan  $m_2 = 6$  kg terletak berdekatan dibidang datar licin. Sistem ini mendapat implus gaya hingga kedua benda bergerak dengan kelajuan masing – masing  $v_1 = 1$  m/s dan  $v_2 = 2$  m/s dan arahnya saling tegak lurus. Besarnya implus gaya yang bekerja pada sistem adalah...
5. Benda A (5 kg) dan benda B (2 kg) bergerak saling mendekati dengan kecepatan 3 m/s dan 4 m/s. Jika keduanya saling menempel setelah tumbukan, momentum total setelah tumbukan adalah...





19.	Mardiana Risdi								
20.	Maylaff								
21.	Mutiara Sabila								
22.	Novia Dewi M								
23.	Raihan Erlangga								
24.	Risa Farah S								
25.	Rissa Putri								
26.	Sarah Syakira								
27.	Shafira Arnidya								
28.	Syifa Mutiara S								
29.	Tsabita Zharfa								
30.	Yeni Usaw Maha								

Keterangan pengisian skor:

4. Sangat baik
3. Baik
2. Cukup
1. Kurang.

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah	: SMAN 09 Jakarta
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: X/2
Materi Pokok	: Momentum, Impuls, dan Tumbukan
Alokasi Waktu	: Pertemuan ke-2 (2 x 45 menit)

### A. Kompetensi Inti

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

### B. Kompetensi Dasar

Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana.

### C. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Menjelaskan jenis-jenis tumbukan dan perbedaan antara masing-masing tumbukan
  - Menerapkan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan
1. Kognitif
    - a. Menyebutkan jenis-jenis tumbukan
    - b. Menjelaskan perbedaan antara masing-masing tumbukan
    - c. Menyebutkan konsep hukum Menerapkan pada peristiwa tumbukan
    - d. Menyebutkan contoh tumbukan dalam kehidupan sehari-hari
  2. Psikomotor
    - a. Mengumpulkan informasi tentang tumbukan
    - b. Mendemostrasikan peristiwa tumbukan
    - c. Keterampilan mengemukakan pendapat
    - d. Keterampilan bertanya dalam berdiskusi
  3. Afektif
    - a. Karakter :  
Berpikir kreatif,kritis,dan logis,bekerja dengan teliti,jujur, dan berperilaku santun tanpa merasa terbebani.
    - b. Keterampilan Sosial :  
Menyampaikan pendapat,menjadi pendengar yang baik,menanggapi pendapat orang lain, dan menghargai pendapat orang lain

### D. Tujuan Pembelajaran

Melalui proses pengamatan, bertanya, mengumpulkan informasi, bernalar, diskusi, mengasosiasi serta mengkomunikasikan siswa mampu :

1. Menjelaskan jenis-jenis tumbukan
2. Menjelaskan perbedaan masing-masing tumbukan
3. Menerapkan peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari.

4. Menjelaskan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan
5. Menunjukkan perilaku ilmiah dalam melakukan demonstrasi dan diskusi

## E. Materi Pembelajaran

### 1. Tumbukan

Pada permainan billiard, ketika bola dengan nomor tertentu di sodok dengan tongkat kemudian bertemu dengan bola yang lainnya. Maka bola tersebut akan bertabrakan atau bertumbukkan, yang kemudian akan terpental ke arah yang berlawanan. Ini merupakan salah satu aplikasi tumbukan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh lainnya, seperti tabrakan mobil, motor dan kereta juga merupakan aplikasi dari konsep tumbukan. Ketika benda memiliki kecepatan dan massa, maka benda tersebut pasti memiliki momentum dan energi kinetik.

#### 1. Tumbukan Lenting Sempurna

Tumbukan lenting sempurna memiliki nilai koefisien  $e = 1$ . Pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan energi dan hukum kekekalan momentum. Dengan persamaan sebagai berikut:

- a. Hukum kekekalan momentum

$$m \cdot v_1 + m \cdot v_2 = m \cdot v_1' + m \cdot v_2'$$

- b. Energi kinetik

$$\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} m_1' \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2' \cdot v_2'^2 \quad (2.13)$$

#### 2. Tumbukan Lenting Sebagian

Konsep tumbukan lenting sebagian dapat di temukan pada pemantulan bola ke lantai. Disaat bola menumbukke lantai, pantulan pertama dari bola tersebut akan mencapai tinggi maksimal, dan setelah pantulan berikutnya tingginya semakin berkurang. Hal ini menyimpulkan bahwa kecepatan bola sebelum menumbuk lantai lebih cepat daripada

setelah menumbuk lantai. Sehingga koefisien restitusinya sama dengan  $0 < e < 1$ .

Koefisien restitusi ( $e$ ) adalah negatif perbandingan antara kecepatan relative sesaat sesudah tumbukan dengan kecepatan relative sesaat sebelum tumbukan.

$$e = \frac{-\Delta v}{\Delta v} = \frac{-(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1} \quad (2.14)$$

### 3. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali konsep sederhana yang dapat kita perhatikan adalah kecelakaan mobil yang mampu menyeret kendaraan yang ditabraknya ke arah yang sama. Hal ini dapat dijelaskan dengan hukum kekekalan momentum, yakni akibat dari kecepatan yang sama. sehingga koefisien restitusinya sama dengan  $e=0$ .

## F. Metode Pembelajaran

1. Model : *Problem Based Learning* (PBL)
2. Metode : Demonstrasi dan Diskusi
3. Pendekatan : Saintifik

## G. Media, Alat dan Sumber Belajar

1. Media : *Slide Power Point*, papan tulis
2. Alat dan bahan : bola basket dan bola kasti
3. Sumber belajar :
  - a. Rosyid, dkk. 2017. *Fisika SMA/MA kelas X*. Solo : PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
  - b. Lasmi, N.K. 2015. *Spm Fisika untuk SMA/MA*. Bandung : Esis.

## H. Langkah-langkah Pembelajaran

Langkah Kegiatan Pembelajaran			
Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran PBL	Deskripsi	Alokasi Waktu
Kegiatan	Tahap 1	• Guru bertanya apa yang	10

Pendahuluan	Stimulasi/Pemberian Rangsangan ( <i>Stimulation</i> )	dimaksud dengan tumbukan? <ul style="list-style-type: none"> <li>Guru menayangkan sebuah video <i>simulasi</i> tentang tumbukan.</li> </ul>	menit
Kegiatan Inti	<b>Tahap 2</b> Pernyataan / Identifikasi Masalah ( <i>Problem Statement</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru membagi LKS yang telah disiapkan.</li> <li>Guru menanyakan pemahaman siswa terhadap permasalahan yang diberikan</li> <li>Guru menjelaskan target yang diharapkan dicapai siswa dari diskusi yang dilakukan, yaitu menemukan solusi agar masalah dapat diselesaikan</li> <li>Berdasarkan target yang ditetapkan siswa menyusun analisis masalah berdasarkan pengetahuan awal mereka dan menentukan apa yang harus mereka ketahui dan apa yang harus mereka cari lalu menuliskannya seperti pada tabel yang terdapat di LKS.</li> <li>Siswa mengajukan hipotesis berdasarkan konsep awal yang mereka miliki dan menuliskannya pada lembar kerja.</li> <li>Siswa merancang pemecahan masalah, serta mengidentifikasi apa yang perlu dilakukan.</li> </ul>	10 menit
	<b>Tahap 3</b> Pengumpulan Data ( <i>Data Collection</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa menyiapkan referensi untuk mencari pemecahan dari masalah yang diberikan.</li> </ul>	15 menit
	<b>Tahap 4</b> Pengolahan Data ( <i>Data Processing</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa melakukan diskusi dalam kelompok untuk membahas hasil temuan masing-masing. Guru memantau kerja kelompok dan membantu jika siswa</li> </ul>	20 menit

		<p>mengalami kesulitan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru membantu siswa terkait format atau teknis pelaporan hasil kerja kelompok.</li> </ul>	
	<b>Tahap 5</b> Verifikasi ( <i>Verification</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masing-masing kelompok siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas dan mendiskusikan konsep yang mereka peroleh dengan kelompok lain.</li> </ul>	20 menit
Penutup	<b>Tahap 6</b> Menarik kesimpulan ( <i>Generalisasi</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru memimpin diskusi untuk menyimpulkan konsep yang telah dipelajari.</li> </ul>	5 menit

## I. Penilaian

### 1. Jenis/teknis penilaian

Penilaian dilakukan melalui penilaian proses dan penilaian hasil. Penilaian dilakukan berdasarkan tiga aspek yaitu sikap, dan keterampilan.

### 2. Bentuk Instrumen dan Instrumen

- Instrumen penilaian spiritual dan sikap sosial menggunakan lembar pengamatan presentasi dengan fokus penilaian pada : kerjasama, teliti dan tanggungjawab.
- Instrumen penilaian keterampilan menggunakan lembar pengamatan presentasi dengan fokus penilaian pada : komunikasi, sistematika penyajian, wawasan, keberanian, antusias dan penampilan.

Contoh bentuk instrumen terlampir.



Jakarta, 24 April 2018

Menyetujui,  
Guru Fisika,

Peneliti,

Budi Darmo, M.Pd.  
NIP. 19651227199801002

Mei Krisdayanti Harefa

**Lampiran 1****LEMBAR KERJA SISWA**

Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas / Semester : X / Genap  
Waktu : 90 menit

**Kelompok :**

Nama-nama Anggota Kelompok

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....
6. ....

**Kompetensi Dasar :**

Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana.

**Indikator Pencapaian Kompetensi :**

- Menjelaskan jenis-jenis tumbukan dan perbedaan antara masing-masing tumbukan
- Menerapkan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan

**Tujuan :**

1. Menjelaskan jenis-jenis tumbukan
2. Menjelaskan perbedaan masing-masing tumbukan
3. Menerapkan peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari.

4. Menjelaskan konsep hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan
5. Menunjukkan perilaku ilmiah dalam melakukan demonstrasi dan diskusi

**Masalah :**

Viktor dan Natal sedang bermain billiard. Supaya menang dari Natal, Viktor memikirkan beberapa skenario untuk memasukan bola di salah satu sudut meja biliard. Skenario yang pertama adalah ia ingin memasukkan bola target dengan menumbukkan bola putih tanpa ikut bergerak bersama bola target setelah tumbukan (bola putih diam setelah tumbukan). Skenario yang kedua, ia menumbukkan bola putih ke bola target dengan niat mengerakkan bola target dan merubah arah bola putih setelah tumbukan. Skenario yang ketiga bola putih ditumbukan ke bola target dan bola putih dengan bola target bergerak searah secara bersamaan. Dari tiga skenario yang ada dibenak Viktor, skenario manakah yang akan membantu Viktor untuk menang dalam permainan billiard ?

**Analisis Masalah :**

Yang diketahui dari masalah	Yang ingin diketahui	Yang harus dicari

--	--	--

**Hipotesis :**

.....

.....

.....

.....

.....

**Pemecahan Masalah :**

.....

.....

.....

.....

.....

**Hasil Melalui Studi Pustaka :**

.....

.....

.....

.....

.....

**Pembahasan :**

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan :**

.....

.....

.....

.....

.....

**Lampiran 2**

**Lembar Penilaian Hasil Belajar**

**PENILAIAN HASIL BELAJAR**

No.	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Instrumen penelitian
1.	Aspek sikap	b. Observasi	• Rubik penilaian sikap
2.	Aspek keterampilan	b. Presentasi	• Rubik penilaian keterampilan
3.	Lembar Kerja siswa	c. Tes uraian	• LKS

**1. Penilaian Aspek Sikap**

No.	Sikap	Skor		
		1	2	3
1.	Kerjasama			
2.	Teliti			
3.	Tanggungjawab			

Rubik penilaian:

No.	Sikap	Pedoman Pemberian Nilai
1.	Santun	1. Siswa tidak santun terhadap guru dan siswa lainnya 2. Siswa kurang santun terhadap guru dan siswa lainnya

		3. Siswa santun terhadap guru dan siswa lainnya
2.	Teliti	1. Siswa tidak teliti mengerjakan lembar diskusi dalam kelompok 2. Siswa kurang teliti dalam berdiskusi 3. Siswa teliti dengan baik dalam berdiskusi
3.	Tanggung jawab	1. Siswa tidak dapat bertanggungjawab dalam kelompok 2. Siswa kurang bertanggungjawab dalam berdiskusi 3. Siswa bertanggungjawab dengan baik dalam berdiskusi

Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{9} \times 4$$

Kriteria Penilaian :

Sangat baik (SB), apabila  $3 < \text{Skor} \leq 4$

Baik (B), apabila  $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C), apabila  $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K), apabila  $\text{skor} \leq 1$

## 2. Penilaian Aspek Keterampilan

No	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Komunikasi			
2	Sistematika penyampaian			
3	Wawasan			
4	Keberanian			
5	Antusias			
6	Penampilan			

Rubrik :

Aspek yang dinilai	Penilaian		
	1	2	3

Komunikasi	Tidak ada komunikasi	Komunikasi sedang	Komunikasi Lancar dan baik
Sistematika Penyampaian	Penyampain tidak sistematis	Sistematika penyampaian sedang	Sistematika penyampaian baik
Wawasan	Wawasan kurang	Wawasan sedang	Wawasan luas
Keberanian	Tidak ada keberanian	Keberanian sedang	Keberanian baik
Antusias	Tidak antusias	Antusias sedang	Antusias dalam kegiatan
Penampilan	Penampilan kurang	Penampilan sedang	Penampilan baik

Penilaian :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah Skor}}{18} \times 4$$

Kriteria Penilaian :

Sangat baik (SB), apabila  $3 < \text{Skor} \leq 4$

Baik (B), apabila  $2 < \text{skor} \leq 3$

Cukup (C), apabila  $1 < \text{skor} \leq 2$

Kurang (K), apabila  $\text{skor} \leq 1$

### 3. Lembar Kerja Siswa

No.	Penilaian	Skor
1.	Analisis masalah	16,7
2.	Hipotesis	16,7
3.	Pemecahan masalah	16,7
4.	Hasil melalui studi pustaka	16,7
5.	Pembahasan	16,7
6.	Kesimpulan	16,7

### Lampiran 3

#### Lembar Observasi Penilaian Aspek Sikap

#### PENILAIAN ASPEK SIKAP

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas : X

Materi Pokok : Momentum, Impuls dan Tumbukan

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai
		Santun	Teliti	Tanggung jawab		
		(1)	(2)	(3)		
1.	Abdhillah Aryo					
2.	Abiyyu Taqiy M					
3.	Aisyah					
4.	Alvin Adzikra					
5.	Alvira Ayu P					
6.	Ammar					
7.	Anita Nur P					
8.	Bagus Y.M					
9.	Balqis Delifia					
10.	Daffa Van Yuda					
11.	Fathul Arifin					
12.	Firdaus Humaid H					
13.	Hafiz Dighityo					
14.	Hengky Tubayes					
15.	Indria Hilmalia D					
16.	Jatrifuloh Farhan					
17.	M. Fauzan					
18.	M. Usamah syamil					
19.	Mardiana Risdi					
20.	Maylaff					
21.	Mutiara Sabila					
22.	Novia Dewi M					
23.	Raihan Erlangga					



24.	Risa Farah S					
25.	Rissa Putri					
26.	Sarah Syakira					
27.	Shafira Arnidya					
28.	Syifa Mutiara S					
29.	Tsabita Zharfa					
30.	Yeni Usaw Maha					

Keterangan pengisian skor:

4. Sangat baik
3. Baik
2. Cukup
1. Kurang.



28.	Syifa Mutiara S								
29.	Tsabita Zharfa								
30.	Yeni Usaw Maha								

Keterangan pengisian skor:

4. Sangat baik
3. Baik
2. Cukup
1. Kurang.

## Lampiran B.3 Penilaian Sikap Kelas Kontrol

**Pertemuan I**

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai	Kriteria
		Santun	Teliti	Tanggung jawab			
		(1)	(2)	(3)			
1.	Adam Febriansyna	2	1	1	4	1,7	C
2.	Aditya Kusuma Reza	2	2	2	6	2,67	B
3.	Ainie Salsabila	2	2	1	5	2,2	B
4.	Amisah Galuh	2	1	1	4	1,7	C
5.	Anelia M. Larasati	2	2	2	6	2,67	B
6.	Angelina Garce	2	2	1	5	2,2	B
7.	Audya Tiharso Putri	2	2	2	6	2,67	B
8.	Bugaran S M	3	1	2	6	2,67	B
9.	Diela Elmia Anggrain	2	2	1	5	2,2	B
10.	Evandito	3	2	1	6	2,67	B
11.	Farel Juhdi	3	2	1	6	2,67	B
12.	Hashifah Putri S	2	1	1	4	1,7	C
13.	Ilhan B.A	2	1	2	5	2,2	B
14.	Kirana Sekar N	2	1	1	4	1,7	C
15.	Lasmaria S	3	2	2	7	3,1	SB
16.	M. Aditya Rizki	2	2	1	5	2,2	B
17.	M. Panji Natanagara	3	2	1	6	2,67	B
18.	Mutia Maryan S.	2	3	1	6	2,67	B
19.	Mutiara A. Sophia	2	3	1	6	2,67	B
20.	Nadia Ardina Putri	2	2	1	5	2,2	B
21.	Nadila Ramadhan	3	2	1	6	2,67	B
22.	Nanda Hamida	3	3	1	7	3,1	SB
23.	Nur Afifah	3	2	1	6	2,67	B
24.	Pradina Aguy L	2	3	1	6	2,67	B
25.	Raihan Firdaus	2	3	1	6	2,67	B
26.	Sean Kafka Adhyaksa	2	2	1	5	2,2	B
27.	Syauqi Romi R	2	2	1	5	2,2	B
28.	Syifa damayanti	2	1	2	5	2,2	B
29.	Tisya Y.S	2	1	2	5	2,2	B
30.	Williams Rojky	2	1	1	4	1,7	C

### Pertemuan II

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai	Kriteria
		Santun	Teliti	Tanggung jawab			
		(1)	(2)	(3)			
1.	Adam Febriansyna	2	1	2	5	2,2	B
2.	Aditya Kusuma Reza	2	2	3	7	3,1	SB
3.	Ainie Salsabila	2	2	2	6	2,67	B
4.	Amisah Galuh	2	1	2	5	2,2	B
5.	Anelia M. Larasati	2	2	3	7	3,1	SB
6.	Angelina Garce	2	2	3	7	3,1	SB
7.	Audya Tiharso Putri	2	2	2	6	2,67	B
8.	Bugaran S M	3	1	3	7	3,1	SB
9.	Diela Elmia Anggrain	2	2	2	6	2,67	B
10.	Evandito	3	2	2	7	3,1	SB
11.	Farel Juhdi	3	2	2	7	3,1	SB
12.	Hashifah Putri S	2	1	2	5	2,2	B
13.	Ilhan B.A	2	1	2	5	2,2	B
14.	Kirana Sekar N	2	1	2	5	2,2	B
15.	Lasmaria S	3	2	3	7	3,1	SB
16.	M. Aditya Rizki	2	2	2	6	2,67	B
17.	M. Panji Natanagara	3	2	2	7	3,1	SB
18.	Mutia Maryan S.	2	3	2	7	3,1	SB
19.	Mutiara A. Sophia	2	3	2	7	3,1	SB
20.	Nadia Ardina Putri	2	2	2	6	2,67	B
21.	Nadila Ramadhan	3	2	2	7	3,1	SB
22.	Nanda Hamida	3	3	2	8	3,56	SB
23.	Nur Afifah	3	2	3	8	3,56	SB
24.	Pradina Aguy L	2	3	2	7	3,1	SB
25.	Raihan Firdaus	2	3	3	8	3,56	SB
26.	Sean Kafka Adhyaksa	2	2	2	6	2,67	B
27.	Syauqi Romi R	2	2	2	6	2,67	B
28.	Syifa damayanti	2	1	3	6	2,67	B
29.	Tisya Y.S	2	1	3	6	2,67	B
30.	Williams Rojky	2	1	2	5	2,2	B

## Lampiran B.4 Penilaian Sikap Kelas Eksperimen

**Pertemuan I**

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai	Kriteria
		Santun	Teliti	Tanggung jawab			
		(1)	(2)	(3)			
1.	Abdhillah Aryo	3	2	2	6	2,67	B
2.	Abiyyu Taqiy M	2	1	2	5	2,2	B
3.	Aisyah	3	2	2	7	3,1	SB
4.	Alvin Adzikra	2	1	2	5	2,2	B
5.	Alvira Ayu P	2	1	1	4	1,7	C
6.	Ammar	2	1	1	4	1,7	C
7.	Anita Nur P	2	2	2	6	2,67	B
8.	Bagus Y.M	2	1	1	4	1,7	C
9.	Balqis Delifia	3	2	2	7	3,1	SB
10.	Daffa Van Yuda	2	2	2	6	2,67	B
11.	Fathul Arifin	3	2	2	7	3,1	SB
12.	Firdaus Humaid H	2	2	1	5	2,2	B
13.	Hafiz Dighityo	2	2	2	6	2,67	B
14.	Hengky Tubayes	2	2	2	6	2,67	B
15.	Indria Hilmalia D	3	2	2	7	3,1	SB
16.	Jatrifuloh Farhan	2	2	2	6	2,67	B
17.	M. Fauzan	2	2	2	6	2,67	B
18.	M. Usamah syamil	2	2	1	5	2,2	B
19.	Mardiana Risdi	2	2	2	6	2,67	B
20.	Maylaff	2	2	2	6	2,67	B
21.	Mutiara Sabila	3	2	2	7	3,1	SB
22.	Novia Dewi M	3	2	2	7	3,1	SB
23.	Raihan Erlangga	2	2	2	6	2,67	B
24.	Risa Farah S	2	1	1	4	1,7	C
25.	Rissa Putri	2	2	2	6	2,67	B
26.	Sarah Syakira	2	2	2	6	2,67	B
27.	Shafira Arnidya	3	2	2	7	3,1	SB
28.	Syifa Mutiara S	2	1	2	5	2,2	B
29.	Tsabita Zharfa	2	1	1	4	1,7	C
30.	Yeni Usaw Maha	2	1	1	4	1,7	C

### Pertemuan II

No	Nama Siswa	Observasi			Jml Skor	Nilai	Kriteria
		Santun	Teliti	Tanggung jawab			
		(1)	(2)	(3)			
1.	Abdhillah Aryo	3	3	4	10	4,4	SB
2.	Abiyu Taqiy M	2	1	2	5	2,2	B
3.	Aisyah	3	3	4	10	4,4	SB
4.	Alvin Adzikra	2	1	2	5	2,2	B
5.	Alvira Ayu P	2	3	4	9	4	SB
6.	Ammar	2	1	2	5	2,2	B
7.	Anita Nur P	2	2	2	6	2,67	B
8.	Bagus Y.M	2	1	2	5	2,2	B
9.	Balqis Delifia	3	3	4	10	4,4	SB
10.	Daffa Van Yuda	2	3	4	9	4	SB
11.	Fathul Arifin	3	3	4	10	4,4	SB
12.	Firdaus Humaid H	2	1	2	5	2,2	B
13.	Hafiz Dighityo	2	2	4	8	3,56	SB
14.	Hengky Tubayes	2	2	4	8	3,56	SB
15.	Indria Hilmalia D	3	1	2	6	2,67	B
16.	Jatrifuloh Farhan	2	2	2	6	2,67	B
17.	M. Fauzan	2	2	2	6	2,67	B
18.	M. Usamah syamil	2	1	2	5	2,2	B
19.	Mardiana Risdi	2	1	2	5	2,2	B
20.	Maylaff	2	3	2	7	3,1	SB
21.	Mutiara Sabila	3	2	2	7	3,1	SB
22.	Novia Dewi M	3	2	2	7	3,1	SB
23.	Raihan Erlangga	2	3	4	9	4	SB
24.	Risa Farah S	2	2	2	6	2,67	B
25.	Rissa Putri	2	2	4	8	3,56	SB
26.	Sarah Syakira	2	1	2	5	2,2	B
27.	Shafira Arnidya	3	2	2	7	3,1	SB
28.	Syifa Mutiara S	2	3	4	9	4	SB
29.	Tsabita Zharfa	2	3	4	9	4	SB
30.	Yeni Usaw Maha	2	3	4	9	4	SB

## Lampiran B.5 Penilaian Tugas Kelas Kontrol

No.	Nama	Nilai Tugas
1.	Adam Febriansyna	50
2.	Aditya Kusuma Reza	50
3.	Aini Salsabila	60
4.	Anelia M. Larasati	50
5.	Angelina Grace	60
6.	Amisah Galuh Kinayan	60
7.	Audya Tiharso Putri	60
8.	Bungaran S M	50
9.	Diela Elmia Anggrain	60
10.	Evandito S P	80
11.	Farel Juhdi	50
12.	Hashifah Putri S	60
13.	Ilhan B.A	50
14.	Kirana Sekar N	70
15.	Lasmaria S	60
16.	M. Aditya Rizki	90
17.	M. Panji Natanagara	60
18.	Mutia Maryan S.	60
19.	Mutiara A. Sophia	40
20.	Nadila Ramadhan	50
21.	Nadia Ardina Putri	60
22.	Nanda Hamida	80
23.	Nur Afifah	70
24.	Pradina Aguy L	80
25.	Raihan Firdaus	80
26.	Sean Kafka Adhyaksa	50
27.	Syauqi Romi R	80
28.	Syifa damayanti	70
29.	Tisya Y.S	60
30.	Williams Rojky Zuerim	90



## Lampiran B.6 Penilaian Tugas Kelas Eksperimen

No.	Nama	Nilai Tugas
1.	Abdhillah Aryo Nugraha	65
2.	Abiyyu Taqiy M	65
3.	Aisyah Zarya R	80
4.	Alvin Adzikra B	65
5.	Alvira Ayu P	75
6.	Ammar Qois F	75
7.	Anita Nur P	75
8.	Bagus Y.M	60
9.	Balqis Delifia	80
10.	Fathul Arifin	70
11.	Daffa Van Yuda	60
12.	Firdaus Humaid H	75
13.	Hafiz Dighityo	65
14.	Hengky Tubayes M.H	70
15.	Indria Hilmalia D	80
16.	Jatrifuloh Farhan	70
17.	Mardiana Risdi	65
18.	M. Usamah syamil M	70
19.	May Taff	80
20.	M. Fauzan	65
21.	Mutiara Sabila	75
22.	Novia Dewi M	75
23.	Raihan Erlangga	75
24.	Risa Farah S	70
25.	Rissa Putri	80
26.	Sarah Syakira	65
27.	Shafira Arnidya Hanum	80
28.	Syifa Mutiara S	80
29.	Tsabita Zharfa	80
30.	Yeni Usaw Maha	80

## Lampiran B.7 Penilaian Keterampilan Kelas Eksperimen

No.	Nama	Observasi						Jml skor	Nilai	Kriteria
		Komunikasi	Sistematis	Wawasan	Keberanian	Antusias	Penampilan			
1.	Abdhillah Aryo	2	1	2	2	2	2	11	2,4	B
2.	Abiyyu Taqiy M	2	2	3	1	2	2	12	2,67	B
3.	Aisyah	3	1	2	1	2	2	11	2,4	B
4.	Alvin Adzikra	2	1	2	2	2	2	11	2,4	B
5.	Alvira Ayu P	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
6.	Ammar	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
7.	Anita Nur P	2	2	2	1	2	2	11	2,4	B
8.	Bagus Y.M	2	2	3	1	2	2	12	2,67	B
9.	Balqis Delifia	3	2	3	2	3	2	15	3,3	SB
10.	Daffa Van Yuda	2	1	2	3	2	2	12	2,67	B
11.	Fathul Arifin	2	1	2	3	2	2	12	2,67	B
12.	Firdaus Humaid H	2	2	2	2	2	2	12	2,67	B
13.	Hafiz Dighityo	2	2	2	2	3	2	13	2,8	B
14.	Hengky Tubayes	2	2	3	2	2	2	13	2,8	B
15.	Indria Hilmalia D	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
16.	Jatrifuloh Farhan	3	1	3	2	2	1	12	2,67	B
17.	M. Fauzan	2	1	2	3	2	1	11	2,4	B
18.	M. Usamah syamil	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
19.	Mardiana Risdi	2	2	2	1	2	1	10	2,2	B
20.	Maylaff	3	2	2	1	2	2	12	2,67	B
21.	Mutiara Sabila	3	2	3	2	3	2	15	3,3	SB
22.	Novia Dewi M	2	2	3	2	2	2	13	2,8	B
23.	Raihan Erlangga	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
24.	Risa Farah S	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
25.	Rissa Putri	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
26.	Sarah Syakira	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B
27.	Shafira Arnidya	2	2	2	1	2	2	11	2,4	B
28.	Syifa Mutiara S	2	2	2	1	2	2	11	2,4	B
29.	Tsabita Zharfa	2	2	2	1	2	2	11	2,4	B
30.	Yeni Usaw Maha	2	1	2	1	2	2	10	2,2	B

## Lampiran B. 8 Penilaian LKS Kelas Eksperimen

**Pertemuan I**

No.	Nama	Nilai LKS
1.	Abdhillah Aryo Nugraha	60
2.	Abiyyu Taqiy M	60
3.	Aisyah Zarya R	60
4.	Alvin Adzikra B	60
5.	Alvira Ayu P	60
6.	Ammar Qois F	83
7.	Anita Nur P	83
8.	Bagus Y.M	83
9.	Balqis Delifia	83
10.	Fathul Arifin	83
11.	Daffa Van Yuda	64
12.	Firdaus Humaid H	64
13.	Hafiz Dighityo	64
14.	Hengky Tubayes M.H	64
15.	Indria Hilmalia D	64
16.	Jatrifuloh Farhan	64
17.	Mardiana Risdi	48
18.	M. Usamah syamil M	48
19.	May Taff	48
20.	M. Fauzan	48
21.	Mutiara Sabila	48
22.	Novia Dewi M	81
23.	Raihan Erlangga	81
24.	Risa Farah S	81
25.	Rissa Putri	81
26.	Sarah Syakira	81
27.	Shafira Arnidya Hanum	42
28.	Syifa Mutiara S	42
29.	Tsabita Zharfa	42
30.	Yeni Usaw Maha	42

**Pertemuan II**

No.	Nama	Nilai LKS
1.	Abdhillah Aryo Nugraha	54
2.	Abiyyu Taqiy M	54
3.	Aisyah Zarya R	54
4.	Alvin Adzikra B	54
5.	Alvira Ayu P	43
6.	Ammar Qois F	43
7.	Anita Nur P	43
8.	Bagus Y.M	43
9.	Balqis Delifia	43
10.	Fathul Arifin	49
11.	Daffa Van Yuda	43
12.	Firdaus Humaid H	49
13.	Hafiz Dighityo	49
14.	Hengky Tubayes M.H	49
15.	Indria Hilmalia D	49
16.	Jatrifuloh Farhan	49
17.	Mardiana Risdi	54
18.	M. Usamah syamil M	54
19.	May Taff	54
20.	M. Fauzan	54
21.	Mutiara Sabila	54
22.	Novia Dewi M	70
23.	Raihan Erlangga	70
24.	Risa Farah S	70
25.	Rissa Putri	70
26.	Sarah Syakira	70
27.	Shafira Arnidya Hanum	52
28.	Syifa Mutiara S	52
29.	Tsabita Zharfa	52
30.	Yeni Usaw Maha	52

## Lampiran C.1 Kisi-kisi Penulisan Soal

**KISI – KISI INSTRUMEN SOAL**

No.	Indikator Pencapaian Kompetensi	Ranah Kognitif	Butiran soal	Kunci Jawaban
1.	Siswa mampu menyebutkan dimensi momentum dengan benar	C <sub>1</sub>	Dimensi Momentum adalah... A. $MLT^{-1}$ B. $MLT^{-2}$ C. $MLT^{-1}T^{-1}$ D. $ML^{-2}T$ E. $ML^{-2}T^{-2}$	A. $MLT^{-1}$  Karena : $P = m \cdot v$ $P = kg \cdot m/s$ $P = kg \cdot m \cdot s^{-1}$
2.	Siswa mampu mendefinisikan koefisien restitusi dengan benar.	C <sub>1</sub>	Untuk tumbukan satu dimensi perbandingan antara kecepatan relatif sesaat sesudah tumbukan dengan kecepatan relatif sebelum tumbukan disebut sebagai... A. Gaya impuls B. Impuls C. Momentum D. Tumbukan E. Koefisien restitusi	E. Koefisien restitusi  Karena : Koefisien restitusi (e) adalah negatif perbandingan antara kecepatan relatif sesaat sesudah tumbukan dengan kecepatan relatif sesaat sebelum tumbukan, untuk tumbukan satu dimensi.
3.	Siswa mampu mengkategorikan contoh impuls dengan benar	C <sub>2</sub>	Berikut ini yang termasuk aplikasi impuls dalam kehidupan sehari-hari adalah... A. Pemakaian sepeda motor pada kendaraan B. Paku di desain runcing C. Peluncuran roket D. Mobil yang dirancang supaya aerodinamis E. Pemakaian sabuk pengaman pada mobil.	C. Peluncuran roket  Karena : Sebuah roket diluncurkan vertikal ke atas menuju atmosfer Bumi. Hal ini dapat dilakukan karena adanya gaya dorong dari mesin roket yang bekerja berdasarkan impuls yang diberikan oleh roket.

4.	Siswa mampu mengkategorikan peristiwa yang termasuk contoh impuls dengan benar	C <sub>2</sub>	<p>Dari pernyataan dibawah ini, kategori benda yang mengalami implus sekaligus memiliki momentum adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bola ditendang hingga bola bergerak cepat</li> <li>2. Mobil bergerak dengan kelajuan 20 m/s</li> <li>3. Bola biliar disodok hingga bergerak cepat</li> <li>4. Roket meluncur dengan sangat cepat</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. 1 dan 2</li> <li>B. 1 dan 3</li> <li>C. 2 dan 3</li> <li>D. 2 dan 4</li> <li>E. 1, 2, 3, dan 4</li> </ol>	<p>B. 1 dan 3</p> <p>Karena : 1 dan 3 merupakan benda yang memiliki momenteum akibat gaya impuls.</p>
5.	Siswa mampu mengemukakan gaya transfer tumbukan.	C <sub>2</sub>	<p>Untuk memperbesar gaya yang ditransfer selama tumbukan, yang diperlukan adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Menambah waktu kontak</li> <li>B. Memperkecil waktu kontak dan menambah kecepatan kembali</li> <li>C. Memperkecil waktu kontak dan mengurangi kecepatan kembali.</li> <li>D. Menambah waktu kontak dan menambahkan kecepatan kembali.</li> <li>E. Tidak perlu tambahan apapun.</li> </ol>	<p>B. Memperkecil waktu kontak dan menambah kecepatan kembali</p> <p>Karena : Salah satu hukum newton mengatakan bahwa gaya yang bekerja pada suatu benda dengan perkalian massa dengan percepatannya. <math>F = m \cdot a</math> Jika dimasukkan kerumus <math>I = F \cdot \Delta t</math> <math>I = m \cdot a(t_2 - t_1)</math> <math>I = m \cdot \frac{v}{t}(t_2 - t_1)</math> <math>I = m \cdot v_1 - m \cdot v_2</math></p> <p>Jadi dapat disimpulkan besarnya impuls yang bekerja atau dikerjakan pada suatu benda sama</p>

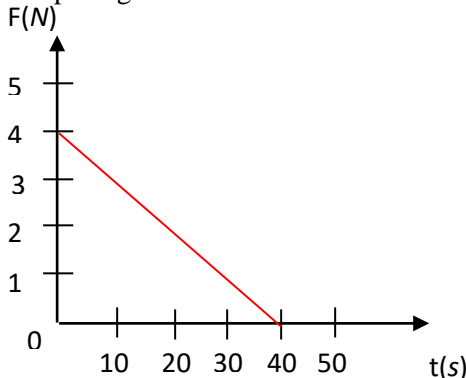
				dengan besarnya perubahan momentum pada benda tersebut.
6.	Siswa mampu membandingkan energi kinetik	C <sub>3</sub>	<p>Sebuah granat meledak dan terpecah menjadi dua bagian. Jika perbandingan massa kedua pecahan <math>m_1 : m_2 = 1 : 2</math>, perbandingan energi kinetik pecahan-pecahan <math>E_{k1} : E_{k2}</math> adalah...</p> <p>A. 1 : 2 B. 2 : 1 C. 1 : 3 D. 3 : 1 E. 2 : 3</p>	<p>B. 2 : 1</p> <p>Karena :</p> <p>Dik : <math>m_1 : m_2 = 1 : 2</math> Dit : perbandingan <math>E_{k1} : E_{k2} \dots ?</math> Penyelesaian:</p> $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$ $0 = m_1 \cdot v_1' + 2m_2 \cdot v_2'$ $v_1' = -2v_2' \rightarrow (v_1' \text{ dan } v_2') \text{ berlawanan arah}$ $E_{k1} = E_{k2}$ $\frac{1}{2} m \cdot v_1'^2 = \frac{1}{2} m \cdot v_2'^2$ $\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot (-2v_2'^2) = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot v_2'^2$ $4 = 2$ <p>sehingga:</p> $E_{k1} : E_{k2}$ $2 : 1$
7.	Siswa mampu menentukan besar impuls dengan benar	C <sub>3</sub>	<p>Sebuah bola bermassa 0,15 Kg pada permainan softball dilempar mendatar ke kanan dengan kelajuan 20 m/s. setelah dipukul, bola bergerak ke kiri dengan kelajuan 20 m/s. Impuls yang diberikan oleh kayu pemukul pada bola adalah....</p> <p>A. 6 Ns B. 3 Ns C. -6 Ns D. -3 Ns</p>	<p>C. -6 Ns</p> <p>Karena :</p>

			E. 0.3 Ns	<p>Dik : <math>m = 0,15 \text{ kg}</math>  <math>v = 20 \text{ m/s}</math>  <math>v' = 20 \text{ m/s}</math></p> <p>Dit : I....?</p> <p>jawab:</p> $I = \Delta P$ $I = m (\Delta v)$ $I = m (v' - v)$ $I = 0,15 (-20 - 20)$ $I = 0,15 (-40) =$ $I = -6 \text{ Ns}$
8.	Siswa mampu menghitung momentum suatu benda dengan benar.	C <sub>3</sub>	<p>Sebuah benda mempunyai kecepatan 25 km/jam menuju arah timur. Jika massa benda tersebut adalah 10 kg, momentum benda itu adalah...</p> <p>A. 25 kg.m/s  B. 69,4 kg.m/s  C. 71,3 kg.m/s  D. 96,4 kg.m/s  E. 99,1 kg.m/s</p>	<p><b>B. 69,4 kg.m/s</b></p> <p>Karena :</p> <p>Dik : <math>V = 25 \text{ km/jam} \rightarrow \frac{25000}{3600} = 6,94 \text{ m/s}</math></p> <p><math>m = 10 \text{ kg}</math>  Dit : p...?  Jawab :</p> $p = m \cdot v$ $p = 6,94 \text{ m/s} \cdot 10 \text{ kg}$ $p = 69,4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
9.	Siswa mampu menghitung gaya suatu benda dengan benar.	C <sub>3</sub>	<p>Untuk mengalami perubahan kelajuan dari 24 km/jam menjadi 60 km/jam selama selang waktu 1 menit, sebuah sepeda motor bersama penumpangnya dengan massa total 140 kg memerlukan gaya sebesar...</p> <p>A. 8,57 N  B. 12,9 N</p>	<p>C. 23,3 N</p> <p>Karena :</p> <p>Dik :</p> $v_1 = 24 \text{ km/jam} = \frac{24000}{3600} = 6,67 \text{ m/s}$



			<p>C. 23,3 N D. 128,7 N E. 142,8 N</p>	$v_2 = 60 \text{ km/jam} = \frac{60000}{3600} = 16,67 \text{ m/s}$ $\Delta t = 1 \text{ menit} = 60 \text{ sekon}$ $m_{\text{total}} = 140 \text{ kg}$ <p>Dit : <math>F \dots ?</math> Penyelesaian :</p> $\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m \cdot (v_2 - v_1)}{\Delta t}$ $= \frac{140 \text{ kg}(16,67 - 6,67)}{60 \text{ s}}$ $= \frac{140 \text{ kg}(10 \text{ m/s})}{60 \text{ s}}$ $= \frac{1400 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{60 \text{ s}}$ $= 23,3 \text{ N}$
10.			<p>Sebuah benda bergerak dengan momentum sebesar <math>p</math>. Tiba-tiba benda itu pecah menjadi dua bagian yang masing-masing besar momentumnya <math>p_1</math> dan <math>p_2</math> dalam arah yang saling tegak lurus sehingga...</p> <p>A. <math>p = p_1 + p_2</math> B. <math>p = p_1 - p_2</math> C. <math>p = p_2 + p_1</math> D. <math>p = (p_1^2 + p_2^2)^{\frac{1}{2}}</math> E. <math>p = p_1^2 + p_2^2</math></p>	<p>D. <math>p = (p_1^2 + p_2^2)^{\frac{1}{2}}</math></p> <p>Karena :</p> $p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \theta}$ $p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos 90^\circ}$ $p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$ $p = (p_1^2 + p_2^2)^{\frac{1}{2}}$

11.	Siswa mampu menghitung dan menganalisis besar momentum dengan benar.	C <sub>4</sub>	<p>Perhatikan data atlet dibawah ini</p> <table border="1" data-bbox="763 336 1391 512"> <thead> <tr> <th>Nama</th> <th>Massa (m)</th> <th>Kecepatan (v)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al</td> <td>55</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Azwin</td> <td>75</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Billy</td> <td>77</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Sandy</td> <td>60</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Dari data atlet pelari tersebut manakah yang memiliki momentum paling besar?</p> <p>A. Al B. Azwin dan Billy C. Al dan Sandy D. Sandy E. Semua memiliki momentu yang sama.</p>	Nama	Massa (m)	Kecepatan (v)	Al	55	8	Azwin	75	6	Billy	77	6	Sandy	60	10	<p>D. Sandy</p> <p>Karena :</p> <p>Al : <math>55 \times 8 = 440</math> Azwin : <math>75 \times 6 = 450</math> Billy : <math>77 \times 6 = 462</math> Sandy : <math>60 \times 10 = 600</math> Jadi, sandy memiliki momentum yang paling besar.</p>
Nama	Massa (m)	Kecepatan (v)																	
Al	55	8																	
Azwin	75	6																	
Billy	77	6																	
Sandy	60	10																	
12.		C <sub>4</sub>	<p>Jika peluru karet dan peluru timah ditembakkan pada sebuah papan dengan kecepatan yang sama, maka pernyataan dibawah ini yang benar adalah...</p> <p>A. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih besar dari pada peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih kecil dari peluru timah. B. Peluruh karet memiliki kekuatan dorong lebih kecil dari peluru timah dan memiliki daya rusak lebih besar dari peluru timah. C. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih besar dari peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih besar juga dari peluru timah. D. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih kecil dari peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih kecil dari peluru timah E. Pernyataan A,B, C dan D benar.</p>	<p>A. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih besar dari pada peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih kecil dari peluru timah.</p> <p>Karena :</p> <p>Yang memiliki kekuatan dorong terbesar adalah peluru karet. Sedang yang mempunyai kekuatan merusak terbesar adalah peluru timah. Peluru timah ketika ditembakkan akan masuk kedalam papan. Impuls yang diberikan peluru timah sama dengan beda momentum peluru yaitu <math>mv</math>. Untuk peluru karet setelah tumbukan peluru karet akan tepental dengan kecepatan <math>-v</math> (tanda minus adalah peluru karet bergerak berlawanan). Impuls yang diberikan peluru karet pada papan adalah <math>mv - (-mv) = m</math></p>															

				(v+v). Karena impuls yang diberikan peluru karet lebih besar, maka daya dorong peluru karet juga lebih besar. Peluru timah memiliki daya rusak lebih besar karena ia memberikan seluruh energi kinetiknya untuk papan. Energi kinetik ini diubah menjadi energi panas yang akan merusak papan. Sedangkan peluru karet energinya dibawa kembali setelah tumbukan. Sehingga energi yang diterima papan sangat kecil, kerusakan yang ditimbulkannya pun minimum.
13.	.	C <sub>4</sub>	<p>Sebuah benda bermassa 2 kg yang sedang bergerak dengan laju tetap tiba-tiba menumbuk karung pasir sehingga mengalami gaya <math>F</math> sebagai fungsi waktu seperti terlihat pada grafik berikut.</p>  <p>Perubahan laju benda selama 40 detik pertama adalah...</p> <p>A. 11,6 m/s B. 10,6 m/s C. 9,6 m/s D. 8,6 m/s</p>	<p>E. 7,6 m/s</p> <p>Karena: Dik : <math>m = 2 \text{ kg}</math> <math>t = 40 \text{ s}</math> <math>F = 4 \text{ N}</math> Dit : <math>v...?</math> Penyelesaian : Persamaan <math>F</math> pada grafik tersebut adalah <math>4 - (4/40) = 4 - 0,1t</math> <math>t = 40 \text{ s}</math>, <math>F = 4 - 0,1 (40) \text{ s}</math> <math>= 3,6 \text{ N}</math> Pada grafik <math>F - t</math> impuls</p>

			E. 7,6 m/s	$I = (4 + 3,6) \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 = 15,2Ns$ $I = m(v_2 - v_1)$ $15,2 = 2\Delta v$ $\Delta v = 7,6m/s$												
14.	Siswa mampu menjelaskan besar momentum suatu benda dengan benar.	C <sub>5</sub>	<p>Sebuah truk melaju di jalan raya memiliki momentum yang besar. Jika truk tersebut bergerak dengan kecepatan tetap tetapi massanya dua kali lipat, maka momentumnya...</p> <p>A. 0 B. 2 kali lipat C. 3 kali lipat D. 4 kali lipat E. Tidak berubah</p>	<p>B. 2 kali lipat</p> <p>Karena : Truk tersebut bergerak dengan kecepatan tetap dan massanya dua kali lipat maka besar momentumnya dua kali lipat.</p>												
15.	Siswa mampu menyimpulkan gaya paling besar ketika benda menumbuk dinding.	C <sub>5</sub>	<p>Pada percobaan momentum di laboratorium fisika, untuk mengetahui hubungan antara perubahan momentum dengan gaya maka dilakukan percobaan dengan menggunakan massa yang berbeda-beda dan kecepatan berbeda juga didapatkan data seperti tabel berikut ini. Ditabel tersebut buatlah kesimpulan, benda mana yang menghasilkan gaya paling besar ketika benda menumbuk dinding dan setelah tumbukan langsung berhenti ?</p> <table border="1" data-bbox="763 1177 1303 1350"> <thead> <tr> <th></th> <th>Massa Benda (kg)</th> <th>Laju benda (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A.</td> <td>4</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>10</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table>		Massa Benda (kg)	Laju benda (m/s)	A.	4	25	B.	5	15	C.	10	14	<p>C. 7 m/s</p> <p>Karena : Rumus untuk impuls : <math>I = \Delta p</math> <math>F\Delta t = m\Delta v</math> <math>= \frac{m(v' - v)}{\Delta t}</math> Dengan <math>v' = 0</math> karena setelah menumbuk dinding berhenti</p>
	Massa Benda (kg)	Laju benda (m/s)														
A.	4	25														
B.	5	15														
C.	10	14														

			D.	15	7		$F = \frac{mv}{\Delta t}$ <p>untuk <math>m = 4 \text{ kg}, v = 25 \text{ m/s}</math></p> $F_A = -\frac{4(25)}{\Delta t} = \frac{100}{\Delta t}$ <p>untuk <math>m = 5 \text{ kg}, v = 15 \text{ m/s}</math></p> $F_B = -\frac{5(15)}{\Delta t} = \frac{75}{\Delta t}$ <p>untuk <math>m = 10 \text{ kg}, v = 14 \text{ m/s}</math></p> $F_C = -\frac{10(14)}{\Delta t} = \frac{140}{\Delta t}$ <p>untuk <math>m = 15 \text{ kg}, v = 7 \text{ m/s}</math></p> $F_D = -\frac{15(7)}{\Delta t} = \frac{150}{\Delta t}$ <p>untuk <math>m = 20 \text{ kg}, v = 4 \text{ m/s}</math></p> $F_E = -\frac{20(4)}{\Delta t} = \frac{80}{\Delta t}$ <p>Sehingga nilai <math>F_C</math> yang memiliki nilai paling besar adalah C.</p>
			E.	20	4		

Lampiran C.2 Soal *Pre-test* dan *Post-Test***INTRUMEN PENELITIAN**

Nama :  
 Mata Pelajaran : Fisika  
 Kelas / Semseter : X / II  
 Hari / Tanggal : Senin / 24 April 2018  
 Waktu : 45 Menit

**Petunjuk Umum**

1. Periksa dan bacalah setiap soal dengan seksama sebelum menjawab
2. Laporkan kepada pengawas tes kalau terdapat tulisan yang kurang jelas, rusak, atau jumlah soal kurang.
3. Mintalah kertas buram kepada pengawas tes apabila diperlukan.
4. Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang (X)
5. Periksa seluruh pekerjaan anda sebelum diserahkan kepada pengawas.

**Selamat Bekerja**

1. Dimensi Momentum adalah...
  - A.  $MLT^{-1}$
  - B.  $MLT^{-2}$
  - C.  $MLT^{-1}T^{-1}$
  - D.  $ML^{-2}T$
  - E.  $ML^{-2}T^{-2}$
2. Untuk tumbukan satu dimensi perbandingan antara kecepatan relatif sesaat sesudah tumbukan dengan kecepatan relatif sebelum tumbukan disebut sebagai...
  - A. Gaya impuls
  - B. Impuls
  - C. Momentum
  - D. Tumbukan

- E. Koefisien restitusi
3. Berikut ini yang termasuk aplikasi impuls dalam kehidupan sehari-hari adalah...
    - A. Pemakaian sepeda motor pada kendaraan
    - B. Paku di desain runcing
    - C. Peluncuran roket
    - D. Mobil yang dirancang supaya aerodinamis
    - E. Pemakaian sabuk pengaman pada
  4. Dari pernyataan dibawah ini, kategori benda yang mengalami impuls sekaligus memiliki momentum adalah...
    1. Bola ditendang hingga bola bergerak cepat
    2. Mobil bergerak dengan kelajuan 20 m/s
    3. Bola biliar disodok hingga bergerak cepat
    4. Roket meluncur dengan sangat cepat
    - A. 1 dan 2
    - B. 1 dan 3
    - C. 2 dan 3
    - D. 2 dan 4
    - E. 1, 2, 3, dan 4
  5. Untuk memperbesar gaya yang ditransfer selama tumbukan, yang diperlukan adalah...
    - F. Menambah waktu kontak
    - G. Memperkecil waktu kontak dan menambah kecepatan kembali
    - H. Memperkecil waktu kontak dan mengurangi kecepatan kembali.
    - I. Menambah waktu kontak dan menambahkan kecepatan kembali.
    - J. Tidak perlu tambahan apapun.
  6. Sebuah granat meledak dan terpecah menjadi dua bagian. Jika perbandingan massa kedua pecahan  $m_1 : m_2 = 1 : 2$ , perbandingan energi kinetik pecahan-pecahan  $E_{k1} : E_{k2}$  adalah...
    - F. 1 : 2
    - G. 2 : 1

- H. 1 : 3  
 I. 3 : 1  
 J. 2 : 3
7. Sebuah bola bermassa 0,15 Kg pada permainan softball dilempar mendatar ke kanan dengan kelajuan 20 m/s. setelah dipukul , bola bergerak ke kiri dengan kelajuan 20 m/s. Impuls yang diberikan oleh kayu pemukul pada bola adalah....
- F. 6 Ns  
 G. 3 Ns  
 H. -6 Ns  
 I. -3 Ns  
 J. 0.3 Ns
8. Sebuah benda mempunyai kecepatan 25 km/jam menuju arah timur. Jika massa benda tersebut adalah 10 kg, momentum benda itu adalah...
- F. 25 kg.m/s  
 G. 69,4 kg.m/s  
 H. 71,3 kg.m/s  
 I. 96,4 kg.m/s  
 J. 99,1 kg.m/s
9. Untuk mengalami perubahan kelajuan dari 24 km/jam menjadi 60 km/jam selama selang waktu 1 menit, sebuah sepeda motor bersama penumpangnya dengan massa total 140 kg memerlukan gaya sebesar...
- F. 8,57 N  
 G. 12,9 N  
 H. 23,3 N  
 I. 128,7 N  
 J. 142,8 N
10. Sebuah benda bergerak dengan momentum sebesar  $p$ . Tiba-tiba benda itu pecah menjadi dua bagian yang masing-masing besar momentumnya  $p_1$  dan  $p_2$  dalam arah yang saling tegak lurus sehingga...
- F.  $p = p_1 + p_2$



G.  $p = p_1 - p_2$

H.  $p = p_2 + p_1$

I.  $p = (p_1^2 + p_2^2)^{\frac{1}{2}}$

J.  $p = p_1^2 + p_2^2$

11. Perhatikan data atlet dibawah ini

Nama	Massa (m)	Kecepatan (v)
Al	55	8
Azwin	75	6
Billy	77	6
Sandy	60	10

Dari data atlet pelari tersebut manakah yang memiliki momentum paling besar?

F. Al

G. Azwin dan Billy

H. Al dan Sandy

I. Sandy

J. Semua memiliki momentu yang sama.

12. Jika peluru karet dan peluru timah ditembakkan pada sebuah papan dengan kecepatan yang sama, maka pernyataan dibawah ini yang benar adalah...

F. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih besar dari pada peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih kecil dari peluru timah.

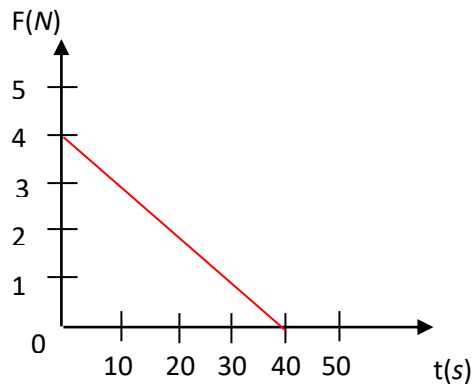
G. Peluruh karet memiliki kekuatan dorong lebih kecil dari peluru timah dan memiliki daya rusak lebih besar dari peluru timah.

H. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih besar dari peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih besar juga dari peluru timah.

I. Peluru karet memiliki kekuatan dorong lebih kecil dari peluru timah, dan memiliki daya rusak lebih kecil dari peluru timah

J. Pernyataan A,B, C dan D benar

13. Sebuah benda bermassa 2 kg yang sedang bergerak dengan laju tetap tiba-tiba menumbuk karung pasir sehingga mengalami gaya  $F$  sebagai fungsi waktu seperti terlihat pada grafik berikut.



Perubahan laju benda selama 4 sekon pertama adalah...

- F. 11,6 m/s
  - G. 10,6 m/s
  - H. 9,6 m/s
  - I. 8,6 m/s
  - J. 7,6 m/s
14. Sebuah truk melaju di jalan raya memiliki momentum yang besar. Jika truk tersebut bergerak dengan kecepatan tetap tetapi massanya dua kali lipat, maka momentumnya...
- A. 0
  - B. 2 kali lipat
  - C. 3 kali lipat
  - D. 4 kali lipat
  - E. Tidak berubah
15. Pada percobaan momentum di laboratorium fisika, untuk mengetahui hubungan antara perubahan momentum dengan gaya maka dilakukan percobaan dengan menggunakan massa yang berbeda-beda dan kecepatan berbeda juga didapatkan data seperti tabel berikut ini. Di tabel tersebut buatlah kesimpulan, benda mana yang menghasilkan gaya paling besar ketika benda menumbuk dinding dan setelah tumbukan langsung berhenti ?

	Massa Benda (kg)	Laju benda (m/s)
A.	4	25
B.	5	15
C.	10	14
D.	15	7
E.	20	4

## Lampiran C.3 Kunci Jawaban

**Kunci Jawaban Instrumen Soal**

1. A
2. E
3. C
4. B
5. B
6. B
7. C
8. B
9. C
10. D
11. D
12. A
13. E
14. B
15. C

## Lampiran D.1 Validasi Instrumen oleh Validator

**Validasi Instrumen Oleh Validator**

Nama Perangkat : Tes hasil Belajar  
 Bidang Studi : Fisika  
 Bahan Kajian : Momentum, Impuls dan Tumbukan  
 Kelas/Semester : X MIPA / II  
 Jenjang Pendidikan : SMA  
 Nama Pengembang Pengamat : Mei Krisdayanti Harefa

No.	Bidang Telaah	Kriteria Penilaian	Penilaian Oleh Validator				Rata-rata
			4	3	2	1	
1.	Materi	1. Butir soal sesuai dengan indikator					
		2. Hanya ada satu kunci jawaban yang benar					
		3. Isi materi sesuai dengan tujuan pengukuran					
		4. Isi materi sesuai dengan kelas/jenjang pendidikan					
		5. Butir pengecoh berfungsi dengan baik					
2.	Konstruksi	1. Materi soal dirumuskan dengan jelas					
		2. Pilihan jawaban dirumuskan dengan jelas					
		3. Pokok soal tidak mengarah ke jawaban yang benar					
		4. Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi					
		5. Panjang pilihan jawaban kurang lebih sama					

		6. Gambar, grafik, tabel, diagram atau semua jenisnya jelas dan berfungsi					
3.	Bahasa	1. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa indonesia					
		2. Menggunakan bahasa yang komunikatif					

**Kriteria skor validasi soal :**

<b>Skor</b>	<b>Keterangan</b>
4	Sangat Baik
3	Baik
2	Cukup
1	Jelek

Saran :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mengetahui Validator,  
Jakarta, 24 Februari 2018

Septina Severina Lumbantobing, M.Pd.

## Lampiran D.2 Uji Validitas



## Lampiran D.3 Uji Reliabilitas

**UJI RELIABILITAS**

<b>Item-Total Statistics</b>				
Butir soal	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Soal 1	32,11	65,103	,340	,696
Soal 2	32,41	61,712	,809	,678
Soal 3	32,37	64,704	,392	,694
Soal 4	32,11	63,564	,540	,688
Soal 5	32,04	63,960	,520	,690
Soal 6	32,37	62,242	,716	,681
Soal 7	32,15	62,593	,657	,683
Soal 8	31,78	66,795	,386	,702
Soal 9	31,96	64,960	,426	,695
Soal 10	32,11	62,487	,683	,682
Soal 11	32,00	63,538	,605	,687
Soal 12	32,11	65,103	,340	,696
Soal 13	31,78	66,795	,386	,702
Soal 14	32,11	62,333	,704	,681
Soal 15	32,59	65,020	,496	,694

<b>Reliability Statistics</b>	
Cronbach's Alpha	N of Items
,707	31

## Lampiran D.4 Uji Tingkat Kesukaran

## Lampiran D.5 Uji Daya Pembeda

Lampiran E.1 Hasil *Pre-test* dan *Post-Test* Kelas Kontrol**Hasil *Pre-test* dan *Post-Test* Kelas Kontrol**

No.	Nama	Nilai	
		<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
1	Adam Febriansyna	40,02	60,03
2	Aditya Kusuma Reza	60,03	73,37
3	Aini Salsabila	46,69	60,03
4	Anelia M. Larasati	40,02	66,7
5	Angelina Grace	53,36	73,37
6	Amisah Galuh	46,69	60,03
7	Audya Tiharso Putri	40,02	60,03
8	Bungaran S M	53,36	73,37
9	Diela Elmia Anggrain	26,68	66,7
10	Evandito S P	40,02	66,7
11	Farel Juhdi	26,68	40,02
12	Hashifah Putri S	40,02	66,7
13	Ilhan B.A	53,36	60,03
14	Kirana Sekar N	46,69	60,03
15	Lasmaria S	53,36	73,37
16	M. Aditya Rizki	40,02	53,36
17	M. Panji Natanagara	33,35	46,69
18	Mutia Maryan S.	46,67	60,03
19	Mutiara A. Sophia	46,69	66,7
20	Nadila Ramadhan	53,36	60,03
21	Nadia Ardina Putri	46,69	66,7
22	Nanda Hamida	33,35	46,69
23	Nur Afifah	46,69	60,03
24	Pradina Aguy L	40,02	46,69
25	Raihan Firdaus	26,68	66,7
26	Sean Kafka Adhyaksa	26,68	40,02
27	Syauqi Romi R	40,02	46,69
28	Syifa Damayanti	53,36	73,37
29	Tisya Y.S	46,67	73,37
30	Williams Rojky Zuerim	46,69	46,69

Lampiran E.2 Hasil *Pre-test* dan *Post-Test* Kelas Eksperimen**Hasil *Pre-test* dan *Post-Test* Kelas Eksperimen**

No.	Nama	Nilai	
		<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
1	Abdhillah Aryo Nugraha	53,36	86,71
2	Abiyyu Taqiy M	40,02	60,03
3	Aisyah Zarya R	53,56	80,04
4	Alvin Adzikra B	46,69	66,7
5	Alvira Ayu P	33,35	86,71
6	Ammar Qois F	26,68	53,36
7	Anita Nur P	46,69	73,37
8	Bagus Y.M	33,35	66,7
9	Balqis Delifia	40,02	86,71
10	Fathul Arifin	53,36	86,71
11	Daffa Van Yuda	40,02	86,71
12	Firdaus Humaid H	46,69	60,03
13	Hafiz Dighityo	46,69	86,71
14	Hengky Tubayes M.H	53,36	86,71
15	Indria Hilmalia D	40,02	66,7
16	Jatrifuloh Farhan	40,02	73,37
17	Mardiana Risdi	46,69	73,37
18	M. Usamah Syamil M	46,69	66,7
19	May Taff	46,69	73,37
20	M. Fauzan	40,02	73,37
21	Mutiara Sabila	53,36	66,7
22	Novia Dewi M	40,02	60,03
23	Raihan Erlangga	53,36	80,04
24	Risa Farah S	33,35	73,37
25	Rissa Putri	46,69	80,04
26	Sarah Syakira	40,02	66,7
27	Shafira Arnidya Hanum	53,36	73,37
28	Syifa Mutiara S	46,69	80,04
29	Tsabita Zharfa	33,35	80,04
30	Yeni Usaw Maha	26,68	86,71

Lampiran E.3 Hasil Uji *Gain* Kelas Kontrol**Hasil Uji *Gain* Kelas Kontrol**

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

No	Nama	Nilai			Kategori
		Pretest	Posttest	N-Gain	
1	Adam Febriansyna	40,02	60,03	0,333611204	Sedang
2	Aditya Kusuma Reza	60,03	73,37	0,333750313	Sedang
3	Aini Salsabila	46,69	60,03	0,250234478	Rendah
4	Anelia M. Larasati	40,02	66,7	0,444814938	Sedang
5	Angelina Grace	53,36	73,37	0,429030875	Sedang
6	Amisah Galuh	46,69	60,03	0,250234478	Rendah
7	Audya Tiharso Putri	40,02	60,03	0,333611204	Sedang
8	Bungaran S M	53,36	73,37	0,429030875	Sedang
9	Diela Elmia Angrain	26,68	66,7	0,545826514	Sedang
10	Evandito S P	40,02	66,7	0,444814938	Sedang
11	Farel Juhdi	26,68	40,02	0,181942171	Rendah
12	Hashifah Putri S	40,02	66,7	0,444814938	Sedang
13	Ilhan B.A	53,36	60,03	0,143010292	Rendah
14	Kirana Sekar N	46,69	60,03	0,250234478	Rendah
15	Lasmaria S	53,36	73,37	0,429030875	Sedang
16	M. Aditya Rizki	40,02	53,36	0,222407469	Rendah
17	M. Panji Natanagara	33,35	46,69	0,200150038	Rendah
18	Mutia Maryan S.	46,67	60,03	0,250515657	Rendah
19	Mutiara A. Sophia	46,69	66,7	0,375351716	Sedang
20	Nadila Ramadhan	53,36	60,03	0,143010292	Rendah
21	Nadia Ardina Putri	46,69	66,7	0,375351716	Sedang
22	Nanda Hamida	33,35	46,69	0,200150038	Rendah
23	Nur Afifah	46,69	60,03	0,250234478	Rendah
24	Pradina Aguy L	40,02	46,69	0,111203735	Rendah
25	Raihan Firdaus	26,68	66,7	0,545826514	Sedang
26	Sean Kafka Adhyaksa	26,68	40,02	0,181942171	Rendah
27	Syauqi Romi R	40,02	46,69	0,111203735	Rendah
28	Syifa Damayanti	53,36	73,37	0,429030875	Sedang
29	Tisyia Y.S	46,67	73,37	0,500656291	Sedang
30	Williams Rojky	46,69	46,69	0	Stabil
Rata-Rata N-Gain				0,30470091	Sedang

Lampiran E.4 Hasil Uji *Gain* Kelas Eksperimen**Hasil Uji *Gain* Kelas Kontrol**

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

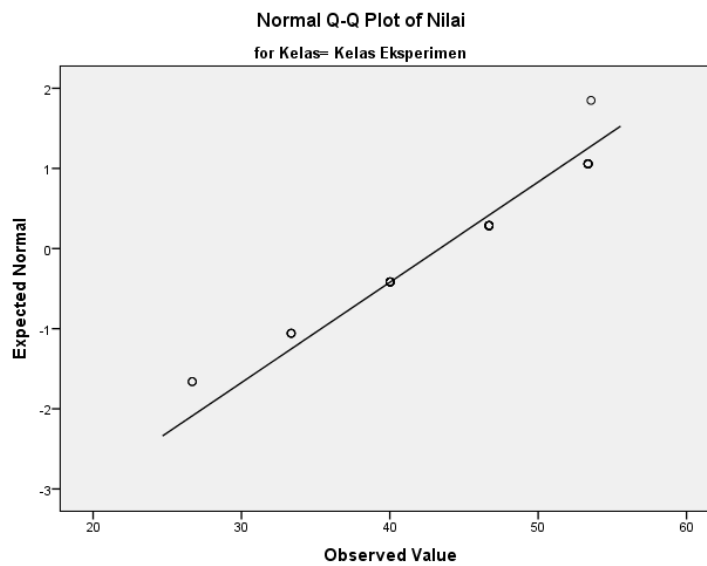
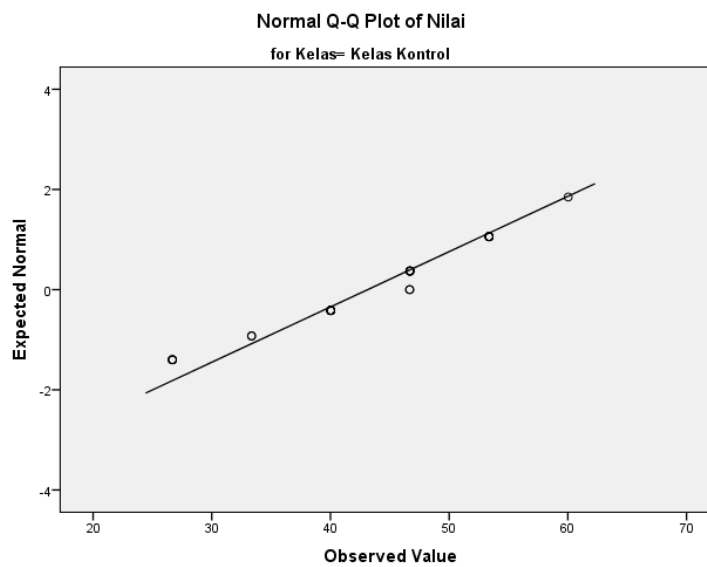
No	Nama	Nilai			Kategori
		Pretest	Posttest	N-Gain	
1	Abdhillah Aryo	53,36	86,71	0,715051458	Tinggi
2	Abiyyu Taqiy M	40,02	60,03	0,333611204	Sedang
3	Aisyah Zarya R	53,56	80,04	0,570198105	Sedang
4	Alvin Adzikra B	46,69	66,7	0,375351716	Sedang
5	Alvira Ayu P	33,35	86,71	0,80060015	Tinggi
6	Ammar Qois F	26,68	53,36	0,363884343	Sedang
7	Anita Nur P	46,69	73,37	0,500468955	Sedang
8	Bagus Y.M	33,35	66,7	0,500375094	Sedang
9	Balqis Delifia	40,02	86,71	0,778426142	Tinggi
10	Fathul Arifin	53,36	86,71	0,715051458	Tinggi
11	Daffa Van Yuda	40,02	86,71	0,778426142	Tinggi
12	Firdaus Humaid H	46,69	60,03	0,250234478	Rendah
13	Hafiz Dighityo	46,69	86,71	0,750703433	Tinggi
14	Hengky Tubayes M.H	53,36	86,71	0,715051458	Tinggi
15	Indria Hilmalia D	40,02	66,7	0,444814938	Sedang
16	Jatrifuloh Farhan	40,02	73,37	0,556018673	Sedang
17	Mardiana Risdi	46,69	73,37	0,500468955	Sedang
18	M. Usamah Syamil M	46,69	66,7	0,375351716	Sedang
19	May Taff	46,69	73,37	0,500468955	Sedang
20	M. Fauzan	40,02	73,37	0,556018673	Sedang
21	Mutiara Sabila	53,36	66,7	0,286020583	Rendah
22	Novia Dewi M	40,02	60,03	0,333611204	Sedang
23	Raihan Erlangga	53,36	80,04	0,572041166	Sedang
24	Risa Farah S	33,35	73,37	0,600450113	Sedang
25	Rissa Putri	46,69	80,04	0,625586194	Sedang
26	Sarah Syakira	40,02	66,7	0,444814938	Sedang
27	Shafira Arnidya Hanum	53,36	73,37	0,429030875	Sedang
28	Syifa Mutiara S	46,69	80,04	0,625586194	Sedang
29	Tsabita Zharfa	33,35	80,04	0,700525131	Tinggi
30	Yeni Usaw Maha	26,68	86,71	0,818739771	Tinggi
Rata-Rata N-Gain				0,550566074	Sedang

## Lampiran D.5 Hasil Uji Normalitas

**UJI NORMALITAS**

<b>Tests of Normality</b>							
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai	Kelas Kontrol	,185	30	,010	,916	30	,021
	Kelas Eksperimen	,195	30	,005	,902	30	,010

a. Lilliefors Significance Correction





## Lampiran D.6 Hasil Uji Homogenitas

**UJI HOMOGENITAS**

<b>Test of Homogeneity of Variances</b>			
NilaiPretest			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
,311	1	58	,579

<b>ANOVA</b>					
NilaiPretest					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,796	1	,796	,011	,917
Within Groups	4228,719	58	72,909		
Total	4229,515	59			

D.7 Hasil Uji Hipotesis *Wilcoxon* Kelas Kontrol

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest - Pretest	Negative Ranks	0 <sup>a</sup>	,00	,00
	Positive Ranks	29 <sup>b</sup>	15,00	435,00
	Ties	1 <sup>c</sup>		
	Total	30		
a. Posttest < Pretest				
b. Posttest > Pretest				
c. Posttest = Pretest				

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Posttest - Pretest
Z	-4,740 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

D.8 Hasil Uji Hipotesis *Wilcoxon* Kelas Eksperimen

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest - Pretest	Negative Ranks	0 <sup>a</sup>	,00	,00
	Positive Ranks	30 <sup>b</sup>	15,50	465,00
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	30		
a. Posttest < Pretest				
b. Posttest > Pretest				
c. Posttest = Pretest				

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Posttest - Pretest
Z	-4,803 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

## D.9 Hasil Uji Hipotesis Mann Whitney

**UJI MANN WHITNEY**

<b>Ranks</b>				
	Kelas	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Nilai Posttest	Kelas Kontrol	30	20,60	618,00
	Kelas Eksperimen	30	40,40	1212,00
	Total	60		

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
	NilaiPosttest
Mann-Whitney U	153,000
Wilcoxon W	618,000
Z	-4,462
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
a. Grouping Variable: Kelas	

## Lampiran F. Dokumentasi Penelitian

**DOKUMENTASI**Kondisi Kelas Kontrol Saat *Pre-test*Kondisi Kelas Eksperimen Saat *Pre-test*



Kondisi Kelas Kontrol Saat *Post-test*



Kondisi Kelas Eksperimen Saat *Post-test*

Kondisi Kelas Eskperimen Saat Kerja Kelompok





### Siswa sedang Mempresentasikan Hasil Kelompoknya

