

## BAB V

### SIMPUL DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

simpulan dari hasil penelitian pengembangan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Langkah-langkah pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan pada model penelitian dan pengembangan ADDIE, yang terdiri dari lima tahap: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pada tahap pertama, analisis dilakukan melalui analisis kebutuhan. Kami melakukan studi literatur dari beberapa jurnal, mengumpulkan data menggunakan formulir wawancara guru, angket siswa, pertanyaan tentang momentum dan materi momentum dan impuls melakukan penelitian terbatas. Pada tahap kedua, desain dilakukan dalam tiga tahap. Yaitu, persiapan RPP, persiapan bahan sehubungan dengan suhu, momentum, dan impuls, dan pra-produksi. Perluasan tahap ketiga meliputi evaluasi formatif berupa uji ahli dan uji terbatas. Tahap 4, yaitu implementasi di SMA 1 Labuapi, dan tahap akhir evaluasi, yaitu validasi, praktis
2. Media pembelajaran e-modul cocok digunakan sebagai alat peraga dalam proses pembelajaran. Berdasarkan uji ahli oleh ahli media pembelajaran, secara keseluruhan persentasenya 81% dalam kategori sangat layak. Validasi ahli materi menunjukkan bahwa media pembelajaran e-modul layak dengan persentase semua butir 85% dalam kategori sangat layak. Validasi ahli bahasa menunjukkan bahwa media pembelajaran e-modul dapat digunakan dengan persentase 80% dengan skor keseluruhan 51 dari 64.

## 5.2. Saran

Terdapat saran yang ingin disampaikan peneliti untuk pengembangan lebih lanjut sebagai berikut:

- a) Media pembelajaran eModule berbasis STEM dapat dikembangkan lebih lanjut dengan materi fisika lainnya.
- b) Dapat digunakan untuk penelitian kuasi eksperimen.
- c) Media pembelajaran e-modul berbasis STEM dapat dibuat sebagai media pembelajaran interaktif untuk pengembangan lebih lanjut.
- d) Interaksi yang lebih baik antara guru dan siswa dalam e-modul berbasis STEM dapat menjadi forum diskusi.
- e) Menambahkan fitur hasil tugas siswa ke E-Modul untuk dilihat dan diperiksa oleh guru.
- f) Sebuah e-modul tentang teknologi sebagai aplikasi ilmu pengetahuan, menambahkan sekitar aplikasi saat ini dalam kehidupan sehari-hari.

## DAFTAR PUSTAKA

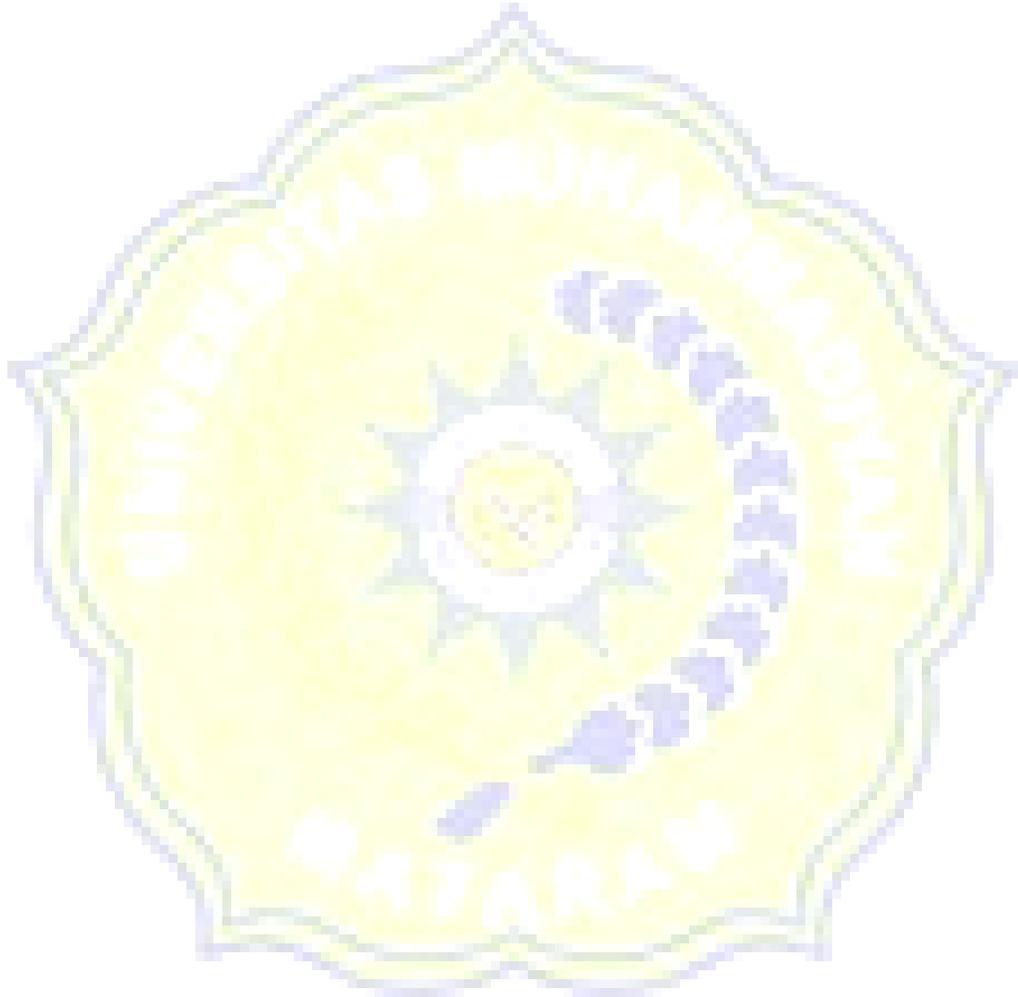
- Budhi Oktavia, ddk. 2018. *Pengenalan Dan Pengembangan E-Modul Bagi Guru- Guru Anggota MGMP Kimia Dan Biologi Kota Padang Panjang*. Artikel SNF, Diakses 27 Desember 2022 dari <https://uc.xyz/1gxZaC?pub=link>.
- Bybee, R. W. (2010). *What is STEM education? Science*, 329(5995), 996. Di Akses 12 Februari 2022 dari <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Diah Nurvita. 2021. *Pengembangan Digital Handout Berbasis Literasi Teknologi pada Mata Kuliah Pendahuluan Fisika Kuantum Di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Brawijaya*, Skripsi.
- Dwi Lestari Handayani. 2018. *Pengembangan Modul Fisika Berbasis SETS untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA*, Skripsi.
- Fajarini, A. (2018). *Membongkar Rahasia Pengembangan Bahan Ajar IPS*. Jember: Gema Press.
- Firda Maulidia. 2019. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X*, Skripsi.
- Jhoni Lagun Siang, dkk. 2017. *Pengembangan Paket Modul Cetak Mata Pelajaran Pendidikan Agama Kristen SMP Negeri Tidore Kepulauan*, Jurnal Teknologi Pendidikan, Vol. 19, No. 3, 2017.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. 2018. *Tips dan Trik Penyusunan e-Modul*.

- M. Agphin Ramadhan, dkk. 2020. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika Dasar Berbasis E-Modul di Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta*, JPTS, Vol. II, No. 2, 2020. Diakses 28 Januari 2022 dari <https://uc.xyz/1gxQdW?pub=link>.
- Nanda Sofya Amatullah. 2021. *Pengembangan E-Modul Berbasis Android Terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi suhu, kalor dan perpindahan kalor SMA*, Skripsi.
- Novita Sari. 2020. *Pengembangan Modul Elektronik Fisika Berbasis STEM Dengan Strategi Inkuiri Terbimbing Pada Materi Usaha dan Energi Kelas X SMA/MA*. Diakses 24 Maret 2022 dari <https://uc.xyz/1gxSE6?pub=link>.
- Pingki Jeita Mulyasari dan Ni'matush Sholikhah. 2021. "Pengembangan E-Modul Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dalam Pembelajaran Jarak Jauh pada Mata Pelajaran Ekonomi", *Jurnal Ilmu Pendidikan*, Vol. 3, No. 4, 2021. Di Akses 08 April 2022 dari <https://uc.xyz/1gxNzg?pub=link>.
- Rita Arnita, dkk. 2021. "Pengembangan E-Modul Berbasis STEM pada Materi Fluida Statis dan Fluida Dinamis Menggunakan Kivosft Flipbook Maker", *Jurnal Pendidikan*, Vol. 5, No. 1, 2021.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Susilana, R., & Riyana, C. (2018). *Media Pembelajaran: Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan dan Penilaian*. Bandung: CV Wacana Prima.

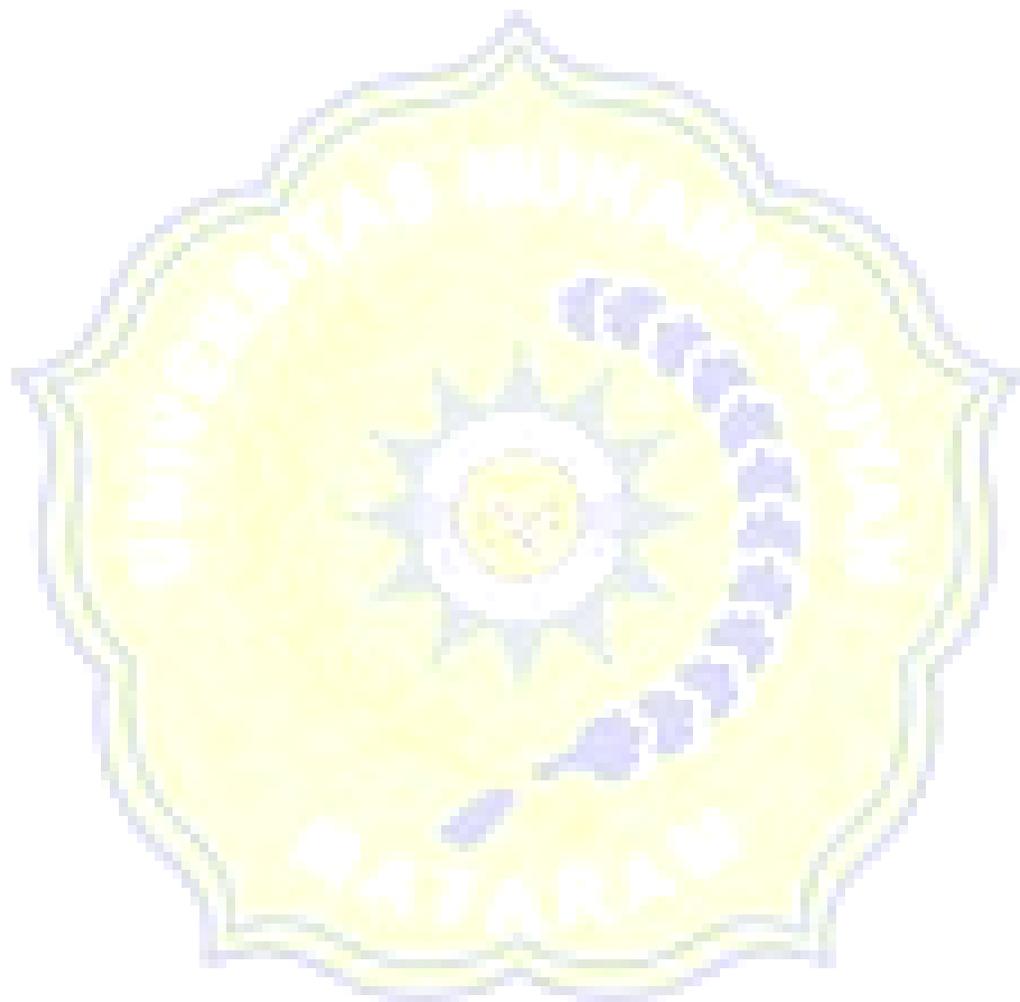
Torlakson. (2014). *A Blueprint for STEM In California Public Education.*

Diakses 27 Desember 2022 dari

<https://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/documents/innovate.pdf>







## Instrumen Penelitian untuk Ahli Materi

Judul penelitian : Pengembangan E-Modul berbasis *STEM* Pada mata pelajaran momentum dan di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapi

Penelitian : Nurdahnia

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu ahlimateri tentang bahan ajar e-modul pengolahan citra digital citra vektor yang telah dikembangkan. Kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat dalam perbaikan dan peningkatan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrument ini, saya mengucapkan terimakasih.

Identitas

Nama : Iplahudin  
Nip : 081803702915  
Instansi : Prodi Pendidikan Fisika

### Petunjuk Pengisian:

1. Evaluasi initer diri dari: aspek isi, aspek kebahasaan, dan aspek sajian
2. Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan **tanda check** (√) pada kolom jawaban sesuai menurut penilaian dari ahli materi.
3. Kriteria penilai:

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

4. Contoh pengisian yang benar:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√		

5. Jika terjadi kesalahan, beri tanda sama dengan (=) pada jawaban yang salah untuk mengganti jawaban yang sesuai.

Contoh pengisian yang benar ketika terjadi kesalahan memilih jawaban:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√	✗	

	Kegiatan belajar dalam e-modul				
15.	Kesesuaian contoh soal dengan materi pada setiap Kegiatan belajar dalam e-modul		✓		
<b>F. Kebahasaan</b>					
16.	Keter bacaan tulisan	✓			
17.	Istilah yang digunakan pada e-modul Pembelajaran lazim untuk siswa	✓			
18.	Kejelasan penyampaian informasi (panduan pemakaian,tujuan pembelajaran,dan langkah Kegiatan praktik)pada e-modul	✓			
19.	Kesesuaian kalimat dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar		✓		
20.	Penggunaan bahasa yang tidak menimbulkan Penafsiran ganda		✓		
21.	Penggunaan bahasa yang komunikatif	✓			
<b>G.Penyajian</b>					
22.	Keruntutan materi dan konsep pembelajaran		✓		
23.	Langkah-langkah dalam persiapan pembelajaran dapat dipahami siswa dengan mudah		✓		
24.	Langkah kegiatan belajar pada e-modul dapat Diikuti siswa dengan mudah		✓		
25.	Masing-masing kegiatan belajar yang disajikan sudah dilengkapi dengan ringkasan materi, video dan narasi tutorial praktik, penugasan, Dan contoh soal		✓		
26.	Kegiatan belajar pada e-modul dapat Meningkatkan kemandirian siswa dalam belajar	✓			
27.	Pengadaan video tutorial dapat memberi kesempatan pada siswa dalam melaksan akan Kegiatan praktik secara mandiri		✓		
28.	Kemenarikan isi materi dalam memotivasi		✓		

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
<b>E. Kelayakan isi</b>					
1.	Kesesuaian materi dalam e-modul pembelajaran Dengan kompetensi dasar		✓		
2.	Kesesuaian materi dalam e-modul pembelajaran Dengan materi pokok		✓		
3.	Kejelasan tujuan pembelajaran pada masing-masing kegiatan belajar e-modul dengan materi		✓		
4.	Materi dalam e-modul pembelajaran mudah Di pahami	✓			
5.	Kesesuaian kegiatan belajar dalam e-modul Pembelajaran dengan kebutuhan belajar siswa	✓			
6.	Kecukupan contoh yang disertakan dengan Kebutuhan belajar siswa	✓			
7.	Kebenaran konsep materi dalam e-modul Pembelajaran		✓		
8.	Materi dalam e-modul pembelajaran bermanfaat Untuk menambah wawasan pengetahuan		✓		
9.	Materi dalam e-modul pembelajaran sesuai Dengan nilai moralitas dan sosial		✓		
10.	Kesesuaian ilustrasi gambar (contoh-contoh gambar) dalam e-modul dengan materi pada setiap kegiatan belajar	✓			
11.	Kesesuaian video tutorial dalam e-modul dengan materi pembelajaran pada setiap kegiatan Belajar	✓			
12.	Kesesuaian narasi dengan video tutorial	✓			
13.	Kesesuaian narasi video tutorial dengan materi Pada setiap kegiatan belajar	✓			
14.	Kesesuaian tugas dengan materi pada setiap	✓			

	Pengguna				
29.	Pengadaan quiz memotifasi siswa untuk Meningkatkan belajarnya		✓		
30.	Ketepatan pemberian feedback diakhir quiz Atas jawaban siswa		✓		

**Catatan/Kritik/saran:**

- Rumus-rumus Luas ulas secara jelas
- Contoh soal minimal 2 buah
- Gambar yang digunakan diperjelas.

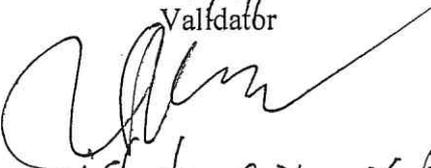
**Kesimpulan:**

Penggunaan E-Modul berbasis *STEM* di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapu dinyatakan

\*):

- Layak digunakan tanpa revisi
- Layak digunakan dengan revisi
- Tidak Layak

Mataram, 21/7/2022  
 Validator

  
 Istahagis, M.Pd.

NIP.

## Instrumen Evaluasi Penelitian untuk Ahli Media

Judul penelitian : Pengembangan E-Modul berbasis *STEM* Pada mata pelajaran momentum dan di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapi

Penelitian : Nurdahnia

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu ahlimedia tentang bahan ajar e-modul pengolahan citra digital citra vektor yang telah dikembangkan. Kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat dalam perbaikan dan peningkatan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrument ini, saya mengucapkan terimakasih.

### Petunjuk Pengisian:

1. Evaluasi ini terdiri dari: aspek tampilan desain layar, aspek kemudahan penggunaan, aspek konsistensi, aspek kemanfaatan dan aspek kegrafikan
2. Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan **tanda check** (√) pada kolom jawaban sesuai menurut penilaian dari ahli media.
3. Kriteria penilai:

SS=Sangat Setuju

S=Setuju

TS=Tidak Setuju

STS=Sangat Tidak Setuju

4. Contoh pengisian yang benar:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√		

5. Jika terjadi kesalahan, beritanda samadengan(=) pada jawabanyang salah untuk mengganntijawabanyangsesuai.

Contoh pengisian yang benar ketika terjadi kesalahan memilih jawaban:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√	√	

No.	Aspek Penilaian	jawaban			
		SS	S	TS	STS
<b>A. Tampilan Desain Layar</b>					
1.	Komposisi warna warna tulisan terhadap warna latar belakang (background) sudah tepat dan Tulisan dapat dibaca dengan jelas		✓		
2.	Proporsional LayOuts ampul (cover) depan (tata letak teks dan gambar) sudah tepat		✓		
3.	Ketepatan tata letak(LayOut)setiap bagian Dalam e-modul		✓		
4.	Sinkronisasi atau keterkaitan antar ilustrasi grafis, visual, dan verbal sesuai		✓		
5.	Kejelasan judul e-modul	✓			
6.	Kemenarikan desain cover	✓			
7.	Memiliki daya tarik pada desain e-modul yang Ditampilkan (warna, gambar/ilustrasi, huruf)	✓			
<b>B. Kemudahan Penggunaan</b>					
8.	E-modul pembelajaran disajikan secara runtut Sesuai dengan urutan bagian-bagian e-modul		✓		
9.	E-modul mudah dioperasikan menggunakan HP/Laptop		✓		
10.	Kemudahan pengoperasian konten multimedia Yang terdapat dalam e-modul		✓		
11.	Kemudahan pencarian halaman e-modul		✓		
12.	Petunjuk penggunaan e-modul jelas dan tidak Membingungkan		✓		

<b>C. Konsistensi</b>					
13.	Penggunaan kata, istilah, dan kalmiat pada Materi pembelajaran sudah konsisten		✓		
14.	Penggunaan bentuk dan huruf sudah konsisten		✓		
15.	Susunan tata letak tampilan(LayOut)sudah Konsisten		✓		
<b>D. Kemanfaatan</b>					
16.	Penggunaan e-modul mampumeningkatkan Perhatian siswa terhadap materi pembelajaran		✓		
17.	Kemudahan siswa dalam berinteraksi dengan e-Modul		✓		
18.	Kemudahan guru dalam berinteraksi dengan e-Modul		✓		
19.	E-Modul mempermudah siswa dalam menerima Materi yang diajarkan		✓		
20.	Langkah-langkah pembelajaran dalam e-modul Mempermudah siswa belajar secara mandiri		✓		
21.	Penggunaan e-modul mempermudah pendidik Dalam proses belajar mengajar		✓		
<b>E. kegrafikan</b>					
22.	Ukuran huruf yang digunakan mudah dibaca Dengan jelas		✓		
23.	Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca Dengan jelas		✓		
24.	Ilustrasi gambar yang digunakan jelas (tidak buram)		✓		
25.	Ilustrasi gambar sudah proporsional dan realistis		✓		
26.	Video berjalan dengan lancar (tidak tersendat) Dan dapat dilihat dengan jelas (tidak buram)		✓		
27.	Narasi video jelas dapat didengar serta Dipahami		✓		

28.	Penggunaan warna pada e-modul sudah tepat Dan tidak berlebihan	✓			
-----	---	---	--	--	--

**Catatan/Kritik/saran:**

Perjelas konsep STEM //

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan:**

Penggunaan E-Modul berbasis *STEM* di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapu dinyatakan\*):

- Layak digunakan tanpa revisi
- Layak digunakan dengan revisi ✓
- Tidak Layak

Mataram, 2022  
Validator

  
Dr. Khaeril Anwar, M. Pd. Si

NIP.

## Lembar validasi Penelitian untuk Ahli Bahasa

Judul penelitian : Pengembangan E-Modul berbasis *STEM* Pada mata pelajaran momentum dan di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapi

Penelitian : Nurdahnia

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu ahlimedia tentang bahan ajar e-modul pengolahan citra digital citra vektor yang telah dikembangkan. Kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat dalam perbaikan dan peningkatan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrument ini, saya mengucapkan terimakasih.

Identitas

Nama : Baiq Desi Melandari, M.Pd  
NIP : 0808128901  
Instansi : PESP Universitas Muhammadiyah Mataram

### Petunjuk Pengisian:

1. Evaluasi ini terdiri dari: aspek tampilan desain layar, aspek kemudahan penggunaan, aspek konsistensi, aspek kemanfaatan dan aspek kegrafikan
2. Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan **tanda check** (√) pada kolom jawaban sesuai menurut penilaian dari ahli bahasa.
3. Kriteria penilai:

SS = Sangat Setuju

S = Setuju

TS = Tidak Setuju

STS = Sangat Tidak Setuju

4. Contoh pengisian yang benar:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√		

5. Jika terjadi kesalahan, beri tanda sama dengan (=) pada jawaban yang salah

untuk mengganti jawaban yang sesuai.

6. Contoh pengisian yang benar ketika terjadi kesalahan memilih jawaban:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√	✗	

No	Butir	Skor			
		SS	S	TS	STS
<b>A. Aspek Keterbacaan</b>					
1	Menggunakan kaidah bahasa yang baik dan benar		√		
2	Menggunakan peristilahan yang sesuai dengan konsep pada pokok bahasan	√			
3	Bahasa yang digunakan lugas dan mudah dipahami oleh siswa	√			
4	Bahasa yang digunakan sudah komunikatif	√			
5	Ketetapan pemilihan bahasa dalam menguraikan materi		√		
6	Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan		√		
7	Kalimat yang dipakai sederhana dan langsung ke sasaran		√		
8	Istilah yang digunakan pada e-modul pembelajaran lazim untuk siswa		√		
9	Memudahkan pemahaman terhadap pesan atau informasi		√		
10	Keterbacaan tulisan		√		
<b>B. Aspek kebahasaan</b>					
1.	Kesesuaian bahasa dan tingkat berpikir siswa		√		
2.	Kesesuaian dengan tingkat berkembang sosial emosional		√		
3.	Keterpahaman pesan, bahasa dan ejaan		√		
4.	Kejelasan kalimat petunjuk E-Modul		√		
5.	Keutuhan makna dalam bab, sub bab, dan paragraf		√		
6.	Keteraturan antara bab, sub bab dan kalimat		√		

Rekomendasi/saran

Bahasa yang digunakan pada e-modul sudah baik dan sesuai hanya saja perlu diperhatikan tata letak, penggunaan tanda baca, dan kerapian tulisan.

Kesimpulan

Penggunaan E-Modul berbasis STEM di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapu dinyatakan

\*):

- Layak digunakan tanpa revisi
- Layak digunakan dengan revisi
- Tidak Layak

Mataram, 2022

Validator



Paug Desi Mulandari, M.pd

NIP. 0808128901

**ANGKET TANGGAPAN GURU FISIKA PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS  
STEM PADA MATA PELAJARAN MOMENTUM DAN IMPULS DI KELAS  
XI SMA NEGERI 1 LABUAPI**

Satuan pendidika : SMA  
Materi pelajaran : Fisika  
Peneliti : Nurdahnia

Dalam rangka penulisan skripsi untuk penyelesaian studi Program Sarjana Universitas Muhammadiyah Mataram, Saya bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Pengembangan E-modul berbasis *STEM* pada mata pelajaran momentum dan impuls di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapi” Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Bapak/Ibu dosen berkenan untuk memberikan penilaian terhadap modul ini. Atas bantuan Bapak/Ibu, Saya ucapkan terima kasih.

Tujuan : Untuk mengetahui validitas e-modul berbasis *STEM* pada mata pelajaran momentum dan impuls di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapi

Identitas

Nama : Rini Yulicka, S.Pd  
NIP : 198503262009012004  
Instansi : SMA Negeri 1 Labuapi

Petunjuk Pengisian :

1. Isilah nama, NIP, dan instansi Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan.
2. Berilah tanda cek (√) pada kolom 1, 2, 3, atau 4 yang ada dalam kolom skor sesuai dengan pendapat dan penilaian Anda.  
  
4 = Sangat Baik  
  
3 = Baik  
  
2 = Cukup Baik  
  
1 = Tidak Baik
3. Rekomendasi/saran mohon diberikan secara singkat dan jelas pada tempat yang disediakan.
4. Setelah selesai mengisi seluruh item pernyataan, tuliskan nama dan tanda tangan Bapak/Ibu pada bagian yang tersedia.

No	Pernyataan	Aspek penilaian			
		1	2	3	4
<b>Aspek Keagrafikan</b>					
1	Desain e-modul menarik				✓
2	Kejelasan warna menarik				✓
3	Tampilan e-modul menarik			✓	
<b>Aspek Materi</b>					
4	Pokok materi yang terdapat dalam e-modul tersusun secara sistematis			✓	
5	Teori, contoh, dan gambar yang disajikan sudah sesuai dan akurat				✓
6	Penggunaan modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk belajar			✓	
<b>Aspek Bahasa</b>					
7	Bahasa dalam e-modul mudah dipahami				✓
8	Bahasa menumbuhkan rasa senang ketika siswa Membacanya			✓	
9	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia			✓	

Rekomendasi/saran

bahan ajarnya sudah lumayan bagus dan mudah digunakan.  
 gambarnya agar harus sesuai dgn materi

Labuapi,  
 2022 Guru  
 Fisika

Dini Tularka, S.Pd

NIP. 198503262009012004

**ANGKET TANGGAPAN SISWA PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM PADA  
MATA PELAJARAN MOMENTUM DAN IMPULS DI KELAS  
XI SMA NEGERI 1 LABUAPI**

Satuan pendidika : SMA  
Materi pelajaran : Fisika  
Peneliti : Nurdahnia

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Siswa SMA Negeri 1 Labuapi tentang bahan ajar e-modul pengolahan citra digital citra vektor yang telah dikembangkan. Kritik dan saran dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat dalam perbaikan dan peningkatan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Adek-adek untuk mengisi instrument ini, saya mengucapkan terimakasih

Tujuan: Untuk mengetahui validitas e-modul berbasis *STEM* pada mata pelajaran momentum dan impuls di kelas XI SMA Negeri 1 Labuapi

Identitas

Nama : L. Wiradzaki .r  
Absen : 07  
Kelas : XI MIPA I

**Petunjuk Pengisian:**

1. Evaluasi initer diri dari: aspek isi, aspek kebahasaan, dan aspek sajian
2. Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan **tanda check** (✓) pada kolom jawaban sesuai menurut penilaian dari ahli materi.
3. Kriteria penilai:  
SS = Sangat Setuju  
S = Setuju  
TS = Tidak Setuju  
STS = Sangat Tidak Setuju
4. Contoh pengisian yang benar:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√		

5. Jika terjadi kesalahan, beri tanda sama dengan (=) pada jawaban yang salah untuk mengganti jawaban yang sesuai.

Contoh pengisian yang benar ketika terjadi kesalahan memilih jawaban:

No.	Aspek Penilaian	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
9.	Kejelasan Informasi		√	≠	

No	Pernyataan	Aspek penilaian			
		SS	S	TS	STS
<b>Aspek Ketertarikan Siswa terhadap e-modul</b>					
1	Tampilan e-modul menarik		√		
2	E-Modul ini membuat Saya lebih bersemangat dalam belajar fisika		√		
3	Gambar/foto menarik Saya untuk mempelajari Materi	√			
<b>Aspek Materi</b>					
4	Penyajian materi dalam e-modul ini disajikan secara sistematis		√		
5	Penyampaian materi dalam e-modul ini berkaitan dengan kehidupan sehari-hari		√	≠	
6	E-Modul ini dilengkapi dengan foto/gambar pendukung materi	√			
7	Penggunaan e-modul membawa kebermanfaatan, serta meminimalkan pengeluaran biaya dan waktu untuk pembelajaran	√			
<b>Aspek Bahasa</b>					
8	Bahasa yang digunakan dalam e-modul ini Memper mudah Saya dalam memahami isinya	√		≠	
9	Bahasa menumbuhkan rasa senang ketika Saya Membacanya		√	≠	
10	Huruf yang digunakan jelas dan mudah dibaca	√			

Rekomendasi/saran

Menurut saya ketika di e-modul tersebut  
umayyan jelas oleh karena itu tambah di  
Jelaskan lagi. 😊

Labuapi, 03 - Agustus 2022

L. Wiradzaki Siswa,

()

Nama : Aezi Pratama

SOAL EASY Momentum dan Impuls

95

1. Sebuah truk dengan kecepatan konstan 40 m/s memiliki masa sebesar 2ton. Berapakah momentum yang dimiliki oleh truk tersebut?

Diket:  $v = 40 \text{ m/s}$   
 $m = 2 \text{ ton} \rightarrow \text{kg} = 2000 \text{ kg}$   
dit:  $p$ ?

$$p = m \cdot v$$
$$= 2000 \cdot 40$$
$$= 80.000 \text{ kg m/s}$$

90

2. Sebuah benda dijatuhkan dari ketinggian 200 cm dari atas tanah. Jika massa benda tersebut sebesar 500 gr dan percepatan gravitasi bumi  $10 \text{ m/s}^2$  berapakah momentum yang dimiliki benda saat mencapai tanah?

Diket:  $h = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$   
 $m = 500 \text{ gr} = 0,5 \text{ kg}$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$   
dit:  $p = ?$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$
$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2}$$
$$v = \sqrt{40} \text{ m/s}$$

Jawab:  $p = m \cdot v$   
 $p = 0,5 \cdot \sqrt{40}$   
 $p = \sqrt{10} \text{ kg m/s}$

90

3. Sebuah peluru ditembakkan dari senapan dengan kecepatan 400 m/s, jika massa peluru sebesar 10 gram dan massa senapan sebesar 4000 gram. Berapakah laju senapan tersebut?

Diket:  $m_p = 10 \text{ gr} = 0,01 \text{ kg}$   
 $v_p = 400 \text{ m/s}$   
 $m_s = 4000 \text{ gr} = 4 \text{ kg}$   
dit:  $v_s'$

Jawab:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$$
$$(0,01)(0) + (4)(0) = (0,01)(400) + (4) v_s'$$
$$4 v_s' = -(0,01) \cdot (400)$$
$$4 v_s' = -4$$
$$v_s' = -1 \text{ m/s}$$

90

4. Dua pemuda sedang melakukan perjalanan menggunakan sepeda motor. Saat sedang melaju dengan kecepatan 7,75 m/s, seorang pemuda yang dibonceng terjatuh. Jika massa yang dimiliki oleh kedua pemuda adalah sama yaitu 50 kg dan massa sepeda motor 1500 kg, berapakah kecepatan sepeda motor sekarang?

Jawab:  $p_1 = p_2$

$$(m_1 + m_2 + m) v = (m_2 + m) v'$$
$$v' = (m_1 + m_2 + m) v / (m_2 + m)$$
$$= 1600 \cdot 7,75 / 1550$$
$$= 8 \text{ m/s}$$

90

5. Sebuah bola bergerak dengan kecepatan 12 m/s. Jika massa bola tersebut sebesar 2kg. Hitunglah gaya F yang dapat menghentikan batu itu dalam waktu 0,08 menit

Diket:  $v = 12 \text{ m/s}$   
 $m = 2 \text{ kg}$

Jawab:  $F = m \cdot a$

$$F = 2 \cdot 2,5$$
$$F = 5 \text{ N}$$

$\frac{12}{4} = 3$   
 $\frac{3}{1,2} = 2,5$

15



PEMERINTAH PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT  
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**SMA NEGERI 1 LABUAPI**

Jln. Gunung PengsongKec. Labuapi emile.smanelaone.@yahoo.co.id Kab. Lombok  
Barat 83361

SURAT KETERANGAN PENELITIAN  
Nomor : 422.1/ 129 /SMA.01.LA/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 1 Labuapi Kabupaten Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat menerangkan dengan sebenarnya Kepada :

Nama	: NURDAHNI
NIM	: 118170001
Fakultas	: FKIP Uiversitas Muhammadiyah Mataram
Program/Jurusan	: Pendidikan Fisika

Bahwa yang namanya tersebut di atas memang benar telah melaksanakan penelitian pada SMAN 1 Labuapi dalam rangka menyusun Skripsi dengan judul "**Pengembangan E-Modul Berbasis Sistem pada mata pelajaran Momentum dan Impuls di Kelas XI SMAN 1 Labuapi**". Dari tanggal 20 Juli sampai dengan tanggal 30 Juli 2022

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Labuapi, 16 Agustus 2022  
Kepala Sekolah

Drs. ZULHARNAIN  
NIP. 19670226 199903 1 003



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

E-mail: [fkp@ummat.ac.id](mailto:fkp@ummat.ac.id) Website: <http://fkp.ummat.ac.id>  
Jalan KH. Ahmad Dahlan No.1 Telp (0370) 630775 Mataram

Nomor : 359/II.3.AU/FKIP-UMMAT/F/VII/2022  
Lamp. : 1 (Satu) Eksemplar  
Perihal : **Permohonan Izin Penelitian**

**Kepada**  
**Yth. Kepala Sekolah SMAN 1 Labuapi**  
**di**  
**Tempat**

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Dengan hormat, mohon kiranya mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini dapat diberikan izin penelitian dalam rangka penulisan skripsinya dengan penjelasan sebagai berikut:

Nama : Nurdahnia  
NIM : 118170001  
Jurusan/ Program Studi : Pendidikan Fisika  
**Judul : Pengembangan E-Modul Berbasis Sistem Pada Mata Pelajaran Momentum dan Impuls di Kelas XI SMA 1 Labuapi**  
**Tempat Penelitian : SMAN 1 Labuapi**

Demikian untuk maklum dan atas kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

*Wabillahitaufiq Walhidayah*  
*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Mataram 25 Juli 2022  
  
**Dr. Muhammad Nizar, M.Pd.Si.**  
**NIDN: 0831078501**

Tembusan:

1. Rektor UMMAT (sebagai laporan)
2. Ketua Jurusan/ Program Studi
3. Yang bersangkutan
4. Arsip

**SOAL POST TEST Momentum dan Impuls**

**MATA PELAJARAN : FISIKA**

**WAKTU : 60 menit**

**KELAS : XI**

**JUMLAH SOAL : 25 butir**

**PETUNJUK UMUM**

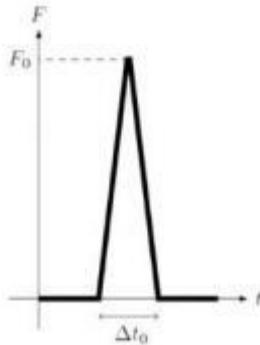
Tuliskan identitas pada kolom yang sudah disediakan!

Bacalah soal dengan teliti sebelum mengerjakan!

Berilah penyelesaian dan tanda (X) pada jawaban yang menurut Anda paling benar!

Berdoalah sebelum mengerjakan!

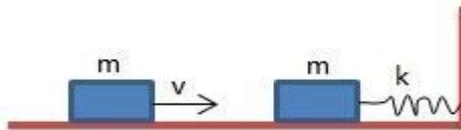
**A. Perhatikan pernyataan dibawah Ini**



1. Sebuah benda A bermassa  $m_A$  bergerak sepanjang sumbu x positif dengan laju konstan. Benda tersebut menumbuk benda B bermassa  $m_B$  yang diam. Selama tumbukan, gaya interaksi yang dialami benda B ditunjukkan dalam gambar. Jika laju benda A setelah bertumbukan adalah  $v_A$ , lajunya mula-mula adalah...

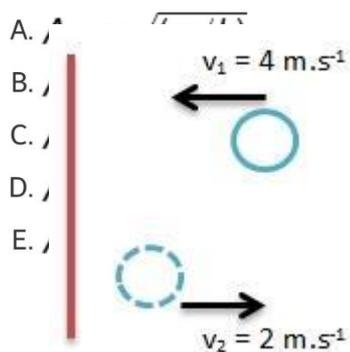
- A.  $v_A + \frac{2F_o(\Delta t_o)}{m_A}$
- B.  $v_A + \frac{F_o(\Delta t_o)}{2m_A}$
- C.  $v_A + \frac{F_o(\Delta t_o)}{m_B}$
- D.  $v_A + \frac{2F_o(\Delta t_o)}{(m_A + m_B)}$
- E.  $v_A + \frac{F_o(\Delta t_o)}{2(m_A + m_B)}$

2. Benda bermassa  $m$  berada pada bidang licin terikat pada pegas dengan tetapan  $k$ . Benda lain juga bermassa  $m$  mendekati dan menumbuk benda pertama dengan kecepatan  $v$  seperti ditunjukkan pada gambar. Setelah tumbukan, kedua benda saling menempel dan bersama – sama bergetar dengan pegas. Amplitudo getaran tersebut

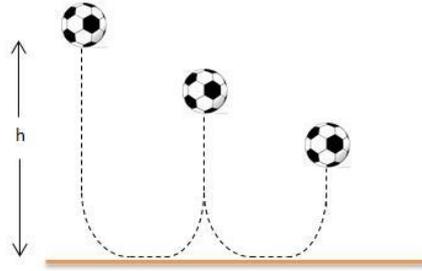


adalah ...

3. Bola bermassa 20 gram dengan kecepatan  $v_1 = 4 \text{ m/s}$  ke kiri. Setelah membentur tembok bola memantul dengan kecepatan  $v_2 = 2 \text{ m/s}$  ke kanan. Besar impuls yang dihasilkan adalah ... Ns

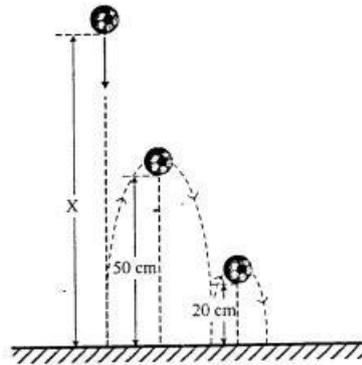


- a. 0,24
  - b. 0,12
  - c. 0,08
  - d. 0,06
  - e. 0,04
4. Sebuah bola dari ketinggian  $h = 200 \text{ cm}$ , setelah menyentuh lantai bola memantul seperti pada gambar.



Bila ketinggian pantulan pertama  $\frac{1}{4} h$ , massa bola 150 gram. Koefisien restitusi bola adalah ...

- a.  $\frac{1}{2}$
  - b.  $\frac{2}{3}$
  - c.  $\frac{3}{4}$
  - d.  $\frac{4}{3}$
  - e.  $\frac{5}{4}$
5. Sebuah bola bermassa 0.3 kg bergerak dengan kecepatan 2 m/s menumbuk sebuah bola lain bermassa 0,2 kg yang mula-mula diam. Jika setelah tumbukan bola pertama diam maka kecepatan bola kedua adalah ....
- a. 6 m/s
  - b. 5 m/s
  - c. 4 m/s
  - d. 3 m/s
  - e. 2 m/s
6. Sebuah bola dijatuhkan dari ketinggian X seperti pada gambar berikut.

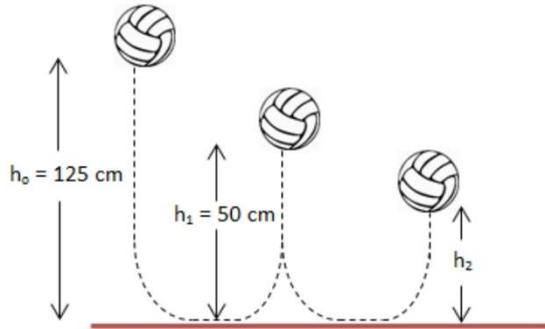


Jika ketinggian bola pada saat pantulan pertama 50 cm dan pantulan kedua 20 cm, maka besar X adalah ... cm.

- a. 60
  - b. 70
  - c. 100
  - d. 125
  - e. 150
7. Dua buah benda titik bermassa  $m_1 = 5$  kg dan  $m_2 = 6$  kg terletak berdekatan pada bidang datar licin. Sistem ini mendapat impuls gaya hingga kedua benda bergerak masing – masing dengan kelajuan  $v_1 = 1$  m/s dan  $v_2 = 2$  m/s dengan arah tegak lurus . Besarnya impuls gaya yang bekerja pada sistem adalah ..... Ns
- a. 5

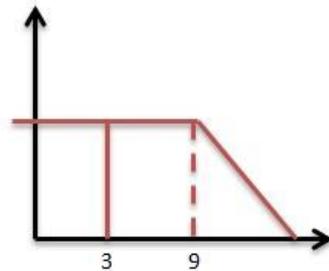
- b. 7
- c. 12
- d. 13
- e. 17

8. Sebuah bola dijatuhkan dari ketinggian tertentu seperti gambar berikut. Pada saat pemantulan pertama bola mencapai ketinggian 50 cm. Bola tersebut terpantul untuk kedua kalinya pada ketinggian  $h_2$ , yaitu sebesar ... cm



- a. 2,5
- b. 20
- c. 25
- d. 30
- e. 40

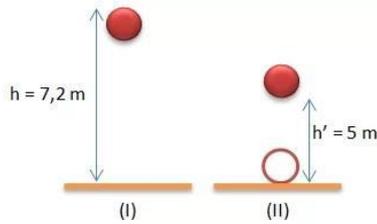
9.



Grafik tersebut menyatakan hubungan gaya  $F$  yang bekerja pada benda yang bermassa 3 kg terhadap waktu  $t$  selama gaya itu bekerja pada benda. Bila benda mula – mula diam, maka kecepatan akhir benda dalam m/s adalah ...

- a. 5
- b. 10
- c. 15
- d. 20
- e. 25

10. Bola bermassa 2 kg dijatuhkan dari ketinggian  $h$  di atas lantai sehingga mencapai ketinggian  $h'$ . Jika  $g = 10\text{m/s}^2$ , impuls yang bekerja pada benda adalah ... Ns



- a. 44
- b. 9,6
- c. 8,0
- d. 5,4
- e. 4,8

11. Dua bola bermassa  $m_A = 4 \text{ kg}$  dan  $m_B = 2 \text{ kg}$  bergerak berlawanan arah seperti gambar berikut. Kedua bola kemudian bertumbukan dan setelah tumbukan A dan B berbalik arah dengan kelajuan berturut-turut  $1 \text{ m/s}$  dan  $6 \text{ m/s}$ . Kelajuan B sebelum tumbukan adalah ...  $\text{m/s}$



- a. 4
- b. 6
- c. 8
- d. 10
- e. 12

12. Sebuah benda bergerak dengan momentum sebesar  $p$ . Tiba – tiba benda itu pecah menjadi 2 bagian yang masing – masing besar momentumnya  $p_1$  dan  $p_2$  dalam arah yang saling tegak lurus sehingga ...

- a.  $P = p_1 + p_2$
- b.  $P = p_1 - p_2$
- c.  $P = p_2 - p_1$
- d.  $P = (p_1^2 + p_2^2)^{1/2}$
- e.  $P = (p_1^2 + p_2^2)$

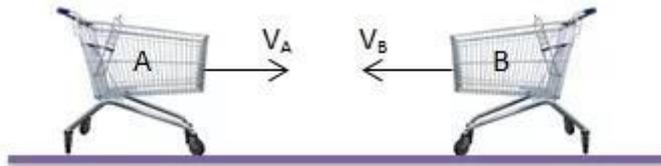
13. Bola bekel bermassa  $200 \text{ gram}$  dijatuhkan dari ketinggian  $80 \text{ cm}$  tanpa kecepatan awal. Setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan  $1 \text{ m/s}$ . Besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...  $\text{Ns}$

- a. 1,6
- b. 1,5
- c. 1,0
- d. 0,8
- e. 0,6

14. Sebuah granat yang diam tiba – tiba meledak dan pecah menjadi 2 bagian yang bergerak dalam arah berlawanan. Perbandingan massa kedua bagian itu adalah  $m_1 : m_2 = 1 : 2$ . Bila energi yang dibebaskan adalah  $3 \times 10^5 \text{ joule}$  maka perbandingan energi kinetik pecahan granat pertama dan kedua adalah ....

- a. 1 : 1
- b. 2 : 1
- c. 1 : 3
- d. 5 : 1
- e. 7 : 5

15. Dua troli A dan B masing-masing 1,5 kg bergerak saling mendekat dengan  $v_A = 4$  m.s-1 dan  $v_B = 5$  m.s-1 seperti pada gambar. Jika kedua troli bertumbukan tidak lenting sama sekali maka kecepatan kedua troli sesudah bertumbukan adalah ...

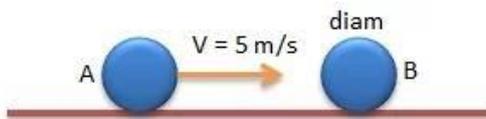


- a. 4,5 m.s-1 ke kanan
- b. 4,5 m.s-1 ke kiri
- c. 1,0 m.s-1 ke kiri
- d. 0,5 m.s-1 ke kiri
- e. 0,5 m.s-1 ke kanan

16. Sebuah bola A yang mempunyai momentum  $p$  bertumbukan dengan bola lain B hingga setelah tumbukan momentum bola A tersebut menjadi  $3p$ . Perubahan momentum bola B adalah ...

- a.  $2p$
- b.  $-2p$
- c.  $-3p$
- d.  $4p$
- e.  $P$

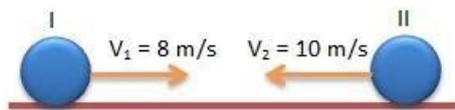
17. Perhatikan gambar!



Dari pernyataan dibawah ini!

- i. Jika tumbukan lenting sempurna maka A diam dan B bergerak dengan kecepatan 5 m/s.
- ii. Jika tumbukan lenting sempurna maka B tetap diam dan A bergerak dengan kecepatan berlawanan arah ( $-5$ m/s)
- iii. Jika tumbukan tidak lenting sama sekali maka  $v_A = v_B = 2,5$  m/s
- iv. Pernyataan yang benar berkaitan dengan gerak benda A dan B setelah tumbukan adalah ...
  - a. (1) saja
  - b. (2) saja
  - c. (3) saja

- d. (1) dan (3)  
 e. (2) dan (3)
18. Bola A bergerak lurus dan mempunyai momentum  $mv$  menumbuk bola B yang bergerak pada garis lurus yang sama. Jika setelah tumbukan bola A mempunyai momentum  $-3mv$  maka pertambahan momentum bola B adalah ....
- $2mv$
  - $-2mv$
  - $3mv$
  - $-4mv$
  - $4mv$
19. Dua buah benda bermassa sama bergerak pada satu garis lurus saling mendekati seperti pada gambar!



- Jika  $v_2'$  adalah kecepatan benda (2) setelah tumbukan ke kanan dengan laju  $5 \text{ m.s}^{-1}$ , maka besar kecepatan  $v_1'$  setelah tumbukan adalah ....
- $7 \text{ m.s}^{-1}$
  - $9 \text{ m.s}^{-1}$
  - $13 \text{ m.s}^{-1}$
  - $15 \text{ m.s}^{-1}$
  - $17 \text{ m.s}^{-1}$
20. Pada permainan bola kasti, bola bermassa  $0,5 \text{ kg}$  mula-mula bergerak dengan kecepatan  $2 \text{ m.s}^{-1}$ . Kemudian bola tersebut di pukul dengan gaya  $F$  berlawanan dengan gerak bola sehingga kecepatan bola berubah menjadi  $6 \text{ m.s}^{-1}$ . Bila bola bersentuhan dengan pemukul selama  $0,01$  sekon maka perubahan momentumnya adalah ...
- $8 \text{ kg.m.s}^{-1}$
  - $6 \text{ kg.m.s}^{-1}$
  - $5 \text{ kg.m.s}^{-1}$
  - $4 \text{ kg.m.s}^{-1}$
  - $2 \text{ kg.m.s}^{-1}$
21. Dua bola masing – masing mempunyai massa  $m_1 = 6 \text{ kg}$  dan  $m_2 = 4 \text{ kg}$  bergerak pada suatu garis lurus dalam arah berlawanan dengan kecepatan  $v_1 = 4 \text{ m/s}$  dan  $v_2 = 6 \text{ m/s}$ , seperti gambar berikut, kemudian bertumbukan tidak lenting sama sekali.



- Kecepatan masing – masing benda sesaat setelah tumbukan adalah ...
- $0 \text{ m/s}$
  - $v_1' = 0 \text{ m/s}$  dan  $v_2' = 2 \text{ m/s}$  searah
  - $v_1' = 4 \text{ m/s}$  dan  $v_2' = 6 \text{ m/s}$  berlawanan arah
  - $v_1' = 6 \text{ m/s}$  dan  $v_2' = 3 \text{ m/s}$  berlawanan arah
  - $v_1' = 12 \text{ m/s}$  dan  $v_2' = 0 \text{ m/s}$  berlawanan arah

22. Benda A (5 kg) dan benda B (1 kg) bergerak saling mendekati dengan kecepatan masing-masing 2 m/s dan 12 m/s. Setelah tumbukkan kedua benda saling menempel. Kecepatan sesaat setelah benda bertumbukkan adalah ...
- 0,25 m/s searah dengan gerak benda A semula
  - 0,33 m/s berlawanan arah dengan gerak benda A semula
  - 0,45 m/s searah dengan gerak benda A semula
  - 0,45 m/s berlawanan arah dengan gerak A semula
  - 0,55 m/s searah dengan gerak benda A semula
23. Sebutir peluru yang massanya 0,01 kg ditembakkan pada suatu ayunan balistik bermassa 1kg sehingga peluru bersarang di dalamnya dan ayunan naik setinggi 0,2 m dari kedudukan semula. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , kecepatan peluru yang ditembakkan adalah ...
- 302 m/s
  - 282 m/s
  - 240 m/s
  - 202 m/s
  - 101 m/s
24. Dua buah benda A dan B bermassa sama masing-masing 2 kg saling bertumbukkan. Kecepatan sebelum tumbukan adalah  $v_A = 15i + 30j \text{ m/s}$  dan  $v_B = -10j + 5j \text{ m/s}$ . Kecepatan benda A setelah tumbukan adalah  $-5i + 20j \text{ m/s}$ . Persentase energi kinetik yang hilang setelah tumbukan adalah ...
- 10%
  - 20%
  - 40%
  - 60%
  - 80%
25. Sebuah bola bermassa 0,2 k dalam keadaan diam, kemudian dipukul sehingga bola meluncur dengan kelajuan 150 m/s. Bila lamanya pemukul menyentuh bola 0,1 deik maka besar gaya pemukul adalah...
- 100 N
  - 200 N
  - 300 N
  - 400 N
  - 500 N

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA Negeri 1 Labuapi

Mata Pelajaran : Fisika (Momentum dan Impuls)

Kelas/Semester : XI/ Genap

### A. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian

Kompetensi Dasar	Indikator
3.10 Menerapkan konsep momentum dan implus, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	3.10.1 Menjelaskan bunyi hukum kekekalan momentum dan implus 3.10.2 Merumuskan hukum kekekalan momentum untuk sistem tanpa gaya luar 3.10.3 Mengaplikasikan hukum kekekalan momentum gaya luar
4.10 Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan misalnya bola jatuh ke lantai dan roket sederhana	4.10.1 Membuat roket sederhana secara berkelompok 4.10.2 Presentasi kelompok tentang hasil merancang dan membuat roket sederhana

### B. Tujuan Pembelajaran

Melalui kegiatan mengamati, menganalisis, mencari tau dan menciptakan sebuah proyek, siswa dapat:

1. Menjelaskan pengertian Hk. Kekekalan momentum dan tumbukan dengan benar
2. Mengetahui penerapan hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari
3. Merancang dan membuat lintasan sederhana
4. Menyajikan hasil laporan lintasan sederhana

### C. Materi Pelajaran

- 1) Momentum dan Implus
- 2) Hukum Kekekalan Momentum

### D. Model, Pendekatan, dan Metode Pembelajaran

Model : E-Modul

Pendekatan : STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*)

Metode : Eksperimen, diskusi dan ceramah

### E. Media Pembelajaran

Media:

1. E-Modul
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
3. Buku pelajaran fisika

## F. Sumber Belajar

- Haryadi, B. 2009. Fisika untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Visindo Media persada
- Saripuddin, dkk. 2009. Praktis Belajar Fisika untuk Kelas XI. Jakarta: Visindo Media persada
- Palupi, dkk. 2009. Fisika untuk SMA dan MA Kelas XI. Jakarta: Visindo Media persada

## G. Langkah-langkah Pembelajaran

No.	Sintaks E-Modul Berbasis STEM	Kegiatan	Estimasi Waktu (Menit)
1.	Pendahuluan	Guru memulai pembelajaran dengan mengucapkan salam dan memimpin peserta didik untuk berdoa	10 menit
		Guru menyiapkan peserta didik dan mengecek kehadiran peserta didik	
		Guru menuliskan pokok bahasan yang akan dipelajari di papan tulis/ menampilkan dalam slide dengan proyektor “ <i>Hukum Kekekalan Momentum</i> ”	
		Guru memberikan apersepsi dan motivasi kepada siswa	
		Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari	
2.	Inti	<b>a. Kegiatan I (<i>Reflection</i>)</b>	
		Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok	
		Guru memberikan pertanyaan “ <i>pernahkah kalian melihat mobil yang saling bertabrakan?</i> ”	

		Guru kembali bertanya “ <i>apakah hubungan antara hukum kekekalan momentum dan mobil yang bertabrakan?</i> ”	
		Guru menyampaikan tentang kegiatan proyek yang akan dilakukan untuk menjawab pertanyaan tersebut	
		Guru memberikan Modul	
		<b>b. Kegiatan II (<i>Research</i>)</b>	
		Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mencari sumber-sumber yang relevan dengan materi hukum kekekalan momentum	
		Guru membimbing peserta didik untuk menentukan dan merancang proyek	
		<b>c. Kegiatan III (<i>Discovery</i>)</b>	
		Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mendiskusikan proyek yang akan dibuat	
		Guru memberikan bimbingan kepada siswa untuk menuliskan ide atau rencana dari setiap anggota untuk alternative penyelesaian proyek	
		guru memberikan bimbingan kepada siswa untuk menentukan rancangan proyek	
		<b>d. Kegiatan IV (<i>Application</i>)</b>	
		Siswa membuat rancangan tugas proyek	
		Siswa mengujicoba proyek yang telah dibuat	

		<b>e. Kegiatan V (Communication)</b>	
		Siswa mempresentasikan hasil proyek didepan kelas	
		Guru membimbing siswa untuk bertanya jawab. Siswa meminta dan menerima saran serta masukan dari kelompok yang lain	
3.	Penutup	Siswa menyimpulkan hasil pelajaran tentang tugas proyek	10 menit
		Guru menyampaikan kegiatan yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya	
		Guru menutup pembelajaran dengan doa dan salam	

#### H. Penilaian

No.	Aspek	Jenis/Teknik Penilaian	Instrumen	Waktu Penilaian
1.	Kreativitas	Observasi atau pengamatan	Penilaian lembar observasi kreativitas	Selama pembelajaran berlangsung

Mengetahui,  
Guru Mata Pelajaran



**Rini Yuliana, S.Pd**  
**NIP.198503262009012004**

Labuapi, .....2022

Peneliti



**Nurdahnia**  
**NIM.18170001**



E-MODUL BERBASIS STEM

XI  
SMA

# Momentum dan Impuls

- SESUAI KURIKULUM 2013
- BERBASIS STEM



**Dosen pembimbing**

- Linda sekar utami, M.PFis
- Zulkarnain, M.Si



# E-Modul Pembelajaran Fisika

## Materi Momentum Dan Impuls

Disusun Oleh

Nama : Nurdahnia

Jurusan : Pendidikan Fisika

Nim : 118170001

Fakultas : Ilmu Keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Universitas : Muhammadiyah Mataram

Email : nurdahnia00@gmail.com

Dosen Pembimbing : 1. Linda Sekar Utami, M.PFis

2. Zulkarnain, M.Si

## Kata Pengantar

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan modul materi momentum dan impuls dengan model berbasis STEM untuk kelas XI SMA. Semoga bahan ajar ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM secara langsung memberikan latihan kepada siswa untuk dapat mengintegrasikan masing-masing aspek sekaligus.

Modul Momentum dan impuls merupakan bahan ajar yang dikembangkan sedemikian rupa dapat diakses oleh siswa maupun guru sehingga keterbatasan jumlah buku teks yang ada bisa diminimalisir menggunakan modul elektronik yang bisa diakses dimanapun dan kapanpun. Dengan mengangkat materi momentum dan impuls dari sudut pandang sains lahirnya ide pengembangan ini

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan bahan ajar ini. Rasa hormat dan terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Dosen pembimbing 1. Linda Sekar Utami, M.PFis dan dosen pembimbing 2. Zulkarnain, M.Si
2. Validator ahli media, ahli materi, dan ahli Bahasa.

Demikian Modul ini saya hadirkan dengan segala kelebihan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan bahan ajar ini sangat saya harapkan. Semoga Modul ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi pembaca.

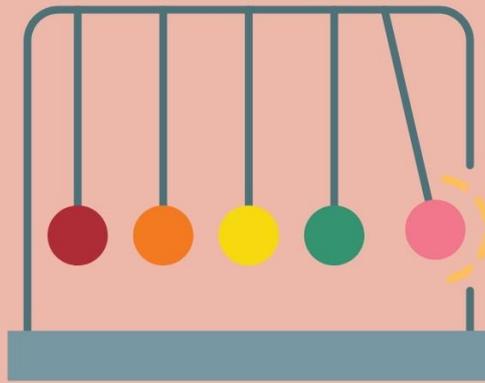


## Daftar isi

Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	iv
Deskripsi E-Modul.....	1
Petunjuk Umum.....	2
Petunjuk Penggunaan E-modul.....	3
<b>Momentum dan Impuls</b>	
<b>Kompetensi yang akan di Capai.....</b>	<b>4</b>
Kompetensi Inti.....	4
Kompetensi Dasar Indikator.....	4
Peta Konsep.....	5
<b>Momentum dan Impuls.....</b>	<b>6</b>
A. Tujuan Pembelajaran.....	6
B. Materi Pembelajaran.....	6
Ilustrasi Video Tingkat Pemahaman.....	20
Latihan Soal.....	21
Rangkuman.....	24
Penilaian Diri .....	25
Evaluasi .....	26
Kunci Jawaban .....	29

E-MODUL BERBASIS STEM

# Momentum dan Impuls



Nama : .....

Kelas : .....

Sekolah : .....

## DESKRIPSI E-MODUL

E-Modul berbasis STEM adalah bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan kurikulum 2013 yang mengedepankan keaktifan peserta didik dalam menyelidiki sehingga pendidik berperan sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. E-modul ini menggunakan model pembelajran berbasis STEM. Teori pembelajaran konstruktivisme memiliki penuhuman mengenai belajar yang lebih menekankan proses daripada hasil. Model Modul terdiri dari

E-Modul ini, berisi materi pada KD 3.10 yaitu menerapkan konsep momentum dan impuls, tumbukan serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari dan KD 4.10 yaitu menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana, disajikan secara terintegrasi STEM, STEM adalah pendekatan interdisiplin dan Science, Technology, Engineering, dan Mathematics

dalam konteks nyata yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari Agar memudahkan pemahaman materi yang terintegrasi STEM, berikut karakteristik dari masing-masing interdisiplin ilmu:

STEM	Karaktristik
<i>Science</i>	Karakteristik Penjelasan konsep-konsep yang berkaitan dengan Momentum dan Impuls.
<i>Technology</i>	Pengetahuan mengenai inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia.
<i>Engineering</i>	Pengetahuan dan keterampilan untuk mengaplikasikan ilmu murni dan praktis guna memecahkan permasalahan. Dalam hal ini mengaplikasikan konsep hukum kekekalan momentum untuk memecahkan permasalahan pada roket dan senapan .
<i>Mathematics</i>	lmu tentang suatu pola dan hubungan yang berkaitan dengan sudi kuantitas. Dalam hal ini ilmu tersebut berkaitan dengan persamaan matematis pada hubungan momentum dan impuls, hukum kekekalan momentum, gaya dorong roket, serta hukum kekekalan energi kinetik.

Sumber: <https://fliphtml5.com/yqycq/ubty>

## PETUNJUK UMUM

Modul pembelajaran ini dibuat untuk membantu siswa dalam belajar mandiri untuk mendapatkan pengetahuan serta membentuk keterampilan berpikir kreatif siswa. Meningkatnya kemampuan berpikir kreatif siswa sehingga akan memperbaiki hasil belajar siswa menjadi lebih baik. Dengan penggunaan modul pembelajaran fisika dapat berhasil dan bernilai guna, berikut ini diberikan beberapa petunjuk umum

### 1 Petunjuk untuk Guru

Untuk membantu siswa dalam belajar, guru dapat memerankan siswa dalam belajar sebagai berikut :

- a. Membantu siswa dalam memahami konsep dan menjawab pertanyaan / kendala yang muncul dalam proses belajar.
- b. Memberikan motivasi kepada siswa, sehingga siswa lebih terpacu untuk belajar mandiri.
- c. Menjelaskan kepada siswa kegiatan yang harus dilakukan sesuai langkah kerja yang ada dalam modul pembelajaran.
- d. Peran guru dalam belajar sebagai fasilitator, membimbing, dan penolong siswa ketika ada kesulitan dalam menggunakan modul pembelajaran.

### 2 Petunjuk untuk Siswa

- a. Membaca do'a terlebih dahulu sebelum memulai pelajaran.
- b. Bacalah kompetensi yang akan dicapai.
- c. Bacalah dan pahami materi pembelajaran secara seksama dan tambah sumber lain yang relevan untuk menambah pengetahuan.
- d. Jawablah pertanyaan yang ada dalam modul untuk menentukan hipotesis.
- e. Diskusikanlah setiap kelompok untuk lembar kerja yang ada dalam modul.
- f. Bila terjadi kesulitan dalam mengerjakan tugas dalam modul ini maka konsultasi dengan guru pembimbing

## PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

Modul merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan peserta didik untuk memahami dan mempelajari materi pelajaran. Selanjutnya, modul dikembangkan menjadi modul elektronik agar dapat memudahkan peserta didik dalam mengakses dan menggunakan modul selama kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, penulis telah menyertakan beberapa fitur seperti yang tercantum di bawah ini beserta petunjuk penggunaannya.

STEM terdiri dari STEM Problem dan STEM Info. Pada STEM Problem peserta didik secara mandiri dapat memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan STEM berdasarkan sub materi yang dipelajari. Pada STEM Info peserta didik diberikan suatu permasalahan sekaligus pemecahan masalah sehingga dapat meningkatkan informasi bagi peserta didik.

Video disediakan agar dapat memudahkan peserta didik dalam memahami permasalahan, meningkatkan pemahaman materi, dan memahami prosedur kerja dengan baik. Pada modul ini tersedia video. Peserta didik dapat mengakses video tersebut dengan cara menekan video yang telah disajikan pada e-modul.

Contoh soal diberikan pada setiap sub materi pelajaran. Contoh soal terdiri dari soal dan langkah penyelesaiannya sehingga dapat berfungsi untuk membantu peserta didik dalam menyelesaikan persoalan yang serupa. Pertama-tama peserta didik dapat memahami contoh soal yang disediakan. Setelah itu, peserta didik dapat berlatih secara mandiri untuk mengerjakan contoh soal tersebut.

Rangkuman berisi ringkasan dari konsep-konsep yang telah dipelajari. Peserta didik dapat membaca rangkuman materi agar dapat membantu dalam mengingat materi-materi penting dalam e-modul.

Latihan Soal disajikan dalam bentuk soal uraian. Pertama-tama peserta didik dapat berlatih mengerjakan soal yang telah disediakan guna mengukur sejauh mana peserta didik tersebut memahami materi pelajaran. Peserta didik dapat menyelesaikan persoalan sesuai konsep dan persamaan matematis pada setiap sub materi yang diajarkan. Setelah itu, peserta didik dapat mengoreksi hasil kerja masing-masing dengan cara mencocokkan jawaban pada bagian pembahasan latihan soal.

## Kompetensi yang akan dicapai

### 1. Kompetensi Inti

KI 1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2: Menghayati dan mengamalkan 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.

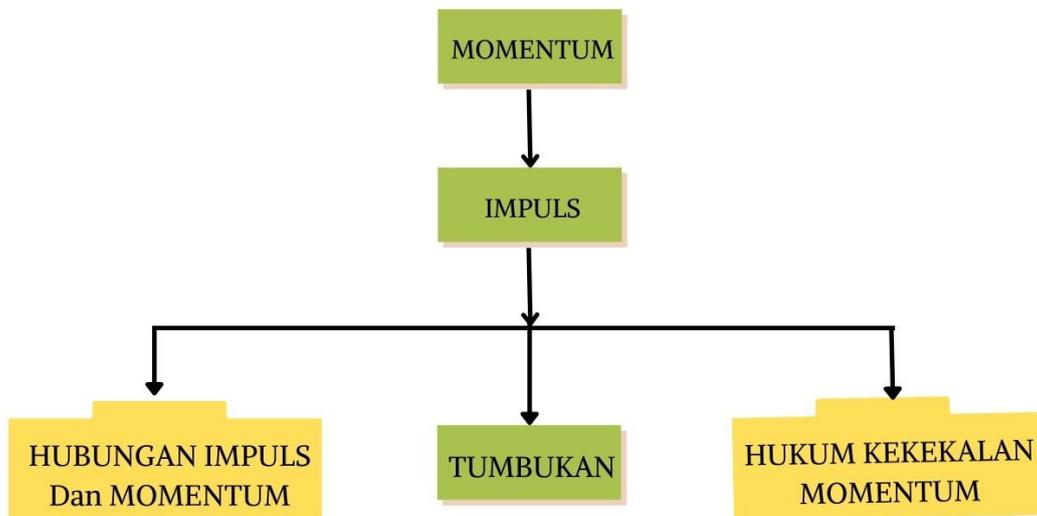
KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan 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.

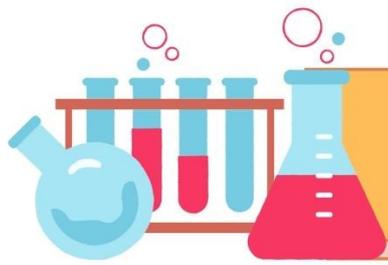
### 2. Kompetensi Dasar

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

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

## Peta Konsep





## Momentum dan Impuls

### A. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui E-Modul Berbasis STEM, peserta didik dapat memahami materi pembelajaran momentum dan impuls dengan baik.
2. Melalui E-Modul Berbasis STEM, peserta didik dapat mengetahui materi pembelajaran momentum dan impuls dengan baik.
3. Melalui E-Modul Berbasis STEM, peserta didik dapat mengaplikasikan materi pembelajaran momentum dan Impuls dalam kehidupan sehari-hari dengan tepat.

### B. Materi Pembelajaran

*Science and Engineering problem*



*Gambar 1. Mobil mengalami kerusakan setelah kecelakaan*

### **Momentum dan Impuls**

Pada gambar di Atas tampak kondisi mobil setelah bertabrakan. mobil tersebut mengalami kerusakan yang sangat parah. Hal tersebut terjadi karena mobil melaju dengan kecepatan tinggi. Semakin besar massa dan kecepatan yang dimiliki benda bergerak, maka semakin sulit untuk dihentikan. Mengapa demikian? Untuk lebih jelasnya ikutilah pembahasan berikut ini.

Momentum dan Impuls merupakan besaran-besaran dalam fisika yang muncul akibat benda bergerak dan berinteraksi (bertumbukan) dengan benda lain. Besaran-besaran tersebut akan mempengaruhi sifat dan karakteristik suatu benda, dan dengan pengetahuan ini akan mampu menjawab permasalahan-permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan mampu dimanfaatkan untuk kemaslahatan umat manusia.

### 1. Momentum

Tahukah Anda bahwa setiap benda yang bergerak memiliki momentum? Apakah momentum dalam pengertian Fisika? Untuk itu amati Gambar 1. Pada Gambar 1. tampak seseorang menancapkan paku pada kayu (papan) dengan menggunakan palu.



Gambar 2. Paku yang menancap pada kayu

Untuk mempermudah paku menancap, diperlukan massa palu yang lebih besar atau dengan mengayunkan palu lebih cepat. Contoh lain yang terkadang tidak sengaja Anda lihat, seperti berikut. Diantara mobil dan sepeda, manakah yang menimbulkan dampak lebih besar pada saat menabrak sesuatu? Ya tentunya mobil yang mempunyai massa jauh lebih besar dapat menimbulkan kerusakan lebih besar pula dibandingkan dengan sepeda ketika menabrak sesuatu. Dengan demikian, momentum suatu benda yang bergerak besarnya tergantung pada massa dan kecepatannya. Karena itu, momentum dapat didefinisikan sebagai berikut.

#### **PENGERTIAN MOMENTUM**

Momentum merupakan sebagai ukuran kesungkarannya suatu benda di gerakan maupun di berhentikannya. momentum sering disebut sebagai jumlah gerak. Momentum suatu benda yang bergerak didefinisikan sebagai hasil perkalian antara massa dengan kecepatan benda. Secara **MATEMATIS** dirumuskan:

$$P = m \cdot v \tag{1}$$

Keterangan :

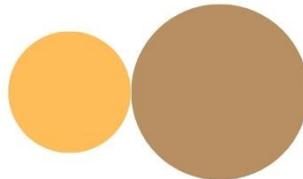
- p : momentum (kg m/s)
- m : massa benda (kg)
- v : kecepatan benda (m/s)

Jika kita perhatikan persamaan di atas maka kita dapat menentukan jenis besaran momentum. Massa  $m$  merupakan besaran skalar dan kecepatan  $v$  adalah besaran vektor, berarti momentum merupakan besaran vektor. Dimana arah  $p$  searah dengan arah vektor kecepatan ( $v$ ).  
Jadi momentum adalah besaran yang dimiliki oleh sebuah benda atau partikel yang bergerak.

Perhatikan Gambar berikut



Gambar a. Arah Momentum benda sebelum tumbukan



Gambar b. Kedua benda bertumbukan



Gambar c. Arah momentum beda arah setelah tumbukan

Gambar di atas menunjukkan bahwa momentum merupakan besaran vektor yang arahnya searah dengan kecepatan benda.

#### Contoh

Sebuah benda bermassa 1 ton, bergerak dengan kecepatan 90 km/jam. Berapa momentum yang dimiliki benda tersebut?

Jawab:

Diketahui:  $m = 1 \text{ ton} \rightarrow 1000 \text{ kg}$

$V = 90 \text{ km/jam} \rightarrow 25 \text{ m/s}$

$P = \dots?$

$P = m \cdot v$

$= 1000 \cdot 25$

$= 25.000 \text{ Ns}$

## 2. IMPULS

### Science

Untuk menggerakkan sebuah mobil, kita mengeluarkan sebuah gaya. Begitu juga ketika memukul bola golf, kita juga mengeluarkan suatu gaya agar bola tersebut terlempar. Gaya yang diperlukan untuk menggerakkan suatu benda dalam waktu tertentu disebut impuls. Besarnya impuls adalah hasil kali antara besar gaya dengan lama waktu yang bekerja. Jadi, dari gambar di samping, stik golf memberikan impuls kepada bola golf sehingga bola terlempar masuk ke dalam lubang.



Gambar 3. Bola golf yang dipukul

### PENGERTIAN IMPULS

Impuls adalah peristiwa gaya yang bekerja pada benda dalam waktu hanya sesaat. Atau impuls adalah peristiwa bekerjanya gaya dalam waktu yang sangat singkat. Contoh dari kejadian impuls adalah: peristiwa seperti bola ditendang, bola tenis dipukul karena pada saat tendangan dan pukulan, gaya yang bekerja sangat singkat. Impuls didefinisikan sebagai hasil kali gaya dengan waktu yang dibutuhkan gaya tersebut bekerja. Dari definisi ini dapat dirumuskan **Secara mathematics** seperti berikut.

$$I = F \cdot \Delta t \quad (2)$$

Keterangan:

- I : Impuls (Ns)
- m : massa (kg)
- F : Gaya (N)
- V1 : kecepatan awal (m/s)
- $\Delta t$  : Waktu (s)
- V2 : kecepatan akhir (m/s)

Impuls merupakan besaran vektor. Pengertian impuls biasanya dipakai dalam peristiwa besar di mana  $F \gg$  dan  $t \ll$ . Jika gaya  $F$  tidak tetap ( $F$  fungsi dari waktu), maka rumus  $I=F.t$  tidak berlaku. Impuls dapat dihitung juga dengan cara menghitung luas kurva dari grafik  $F$  vs waktu  $t$ .

### Contoh

1. Seorang pemain sepakbola melakukan tendangan terhadap bola dengan gaya  $F$  sebesar 20 Newton. Apabila waktu sentuh antara kaki dan bola adalah 0,01 sekon, Tentukan besar impuls yang terjadi pada bola tersebut.

Pembahasan

Diketahui

$$F = 20 \text{ Newton}$$

$$\Delta t = 0,01 \text{ sekon}$$

Ditanya  $I = \dots?$

Berdasarkan konsep Impuls diperoleh

$$I = F \cdot \Delta t$$

$$I = 20 \times 0,01$$

$$I = 0,2 \text{ N.s}$$

Jadi, besar impuls yang bekerja pada bola tersebut adalah 0,2 N.s, searah dengan arah gaya rata-rata ( $F$ ) yang diberikan pada bola tersebut.

### 3. HUBUNGAN ANTARA IMPULS DAN MOMENTUM

#### Science

Pernahkah Anda bermain tenis atau volly? Apa yang terjadi saat bola menyentuh raket tenis? Ternyata terjadi perubahan bentuk bola dan raket. Bagaimana bola dan raket mengalami perubahan bentuk? Cobalah amati Gambar 4. Pada Gambar 4 tampak bola tenis mengenai raketnya.



Gambar 4. Raket tenis memukul bola.

Pada saat raket tenis memukul bola, terjadi perubahan bentuk bola dan raket yang disebabkan oleh gaya yang besar yang diberikan satu sama lain, sehingga terlihat seakan-akan bola berubah menjadi cekung.

Suatu partikel yang bermassa  $m$  bekerja gaya  $F$  yang konstan, maka setelah waktu  $\Delta t$  partikel tersebut bergerak dengan kecepatan  $V_t = V_0 + a \Delta t$  seperti halnya materi GLBB (gerak lurus berubah beraturan).

Menurut hukum ke-2 Newton :

$$F = m.a \quad (3)$$

Dengan substitusi kedua persamaan tersebut maka diperoleh :

$$I = F \cdot \Delta t = m \cdot v_2 - m \cdot v_1 \quad (4)$$

Keterangan :

- $m$  : massa (kg)
- $V_1$  : kecepatan awal (m/s)
- $V_2$  : kecepatan akhir (m/s)

#### Contoh

Sebuah benda diam yang memiliki massa 500 g, setelah mendapat gaya, kecepatannya 25 m/s. Berapa besar impuls tersebut?

Jawab:

Diketahui:  $m = 500 \text{ g} \rightarrow 0,5 \text{ kg}$

$V_2 = 25 \text{ m/s}$   $V_1 = 0 \text{ m/s}$

$I = m \cdot V_2 - m \cdot V_1$

$= 0,5 \cdot 25 - 0,5 \cdot 0$

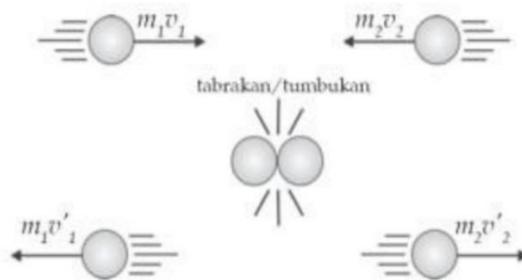
$= 12,5 \text{ Ns}$

#### 4. HUKUM KEKALKAN MOMENTUM

Dari pengertian momentum yang telah Anda pelajari menunjukkan bahwa hanya benda yang bergeraklah yang memiliki momentum. Jika benda tersebut kecepatannya berubah, maka terjadilah perubahan momentum. Pada saat peluru meledak, terjadi interaksi antara senapan dan peluru. Senapan terdorong ke belakang

Hukum Kekekalan Momentum menyatakan bahwa “jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat sebelum sama dengan momentum total sesudah tumbukan”. ketika menggunakan persamaan ini, kita harus memerhatikan arah kecepatan tiap benda.

### Hukum Kekekalan Momentum

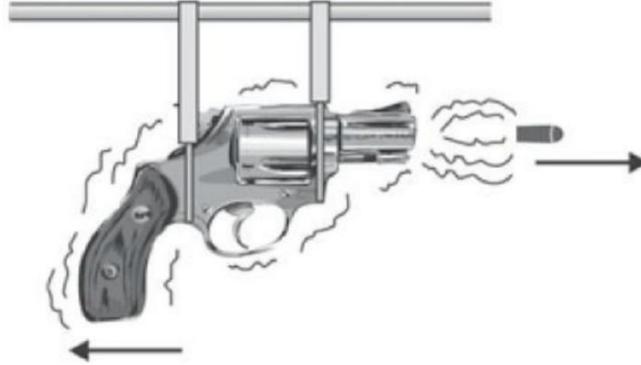


Huygens, ilmuwan berkebangsaan Belanda, melakukan eksperimen dengan menggunakan bola-bola bilyar untuk menjelaskan hukum Kekekalan Momentum. Perhatikan uraian berikut:

Dua buah bola pada gambar diatas bergerak berlawanan arah saling mendekati. Bola pertama massanya  $m_1$ , bergerak dengan kecepatan  $v_1$ . Sedangkan bola kedua massanya  $m_2$  bergerak dengan kecepatan  $v_2$ . Jika kedua bola berada pada lintasan yang sama dan lurus, maka pada suatu saat kedua bola akan bertabrakan. Dengan memperhatikan analisis gaya tumbukan bola pada gambar diatas ternyata sesuai dengan pernyataan hukum Newton III. Kedua bola akan saling menekan dengan gaya  $F$  yang sama besar, tetapi arahnya berlawanan. Akibat adanya gaya aksi dan reaksi dalam selang waktu  $\Delta t$  tersebut, kedua bola akan saling melepaskan diri dengan kecepatan masing-masing sebesar  $v'_1$  dan  $v'_2$ . Penurunan rumus secara umum dapat dilakukan dengan meninjau gaya interaksi saat terjadi tumbukan berdasarkan hukum Newton III.

## Technology Info !

Perhatikan gambar berikut !



Tahukah kamu jika prinsip kerja senapan berhubungan dengan konsep hukum kekekalan momentum. Ketika peluru belum ditembakkan dari senapannya, peluru dan senapan berada dalam keadaan diam. Sedangkan ketika peluru ditembakkan dari senapannya, peluru dan senapan bergerak dengan kecepatan tertentu dan berlawanan arah.

Berdasarkan Hukum Kekekalan Momentum berlaku persamaan:

$$m_p v_p + m_s v_s = m_p v'_p + m_s v'_s$$

Karena  $v_p = v_s = 0$  (mula-mula diam), maka:

$$0 = m_p v'_p + m_s v'_s$$

$$m_s v'_s = -m_p v'_p$$

$$v'_s = -\frac{m_p v'_p}{m_s}$$

Keterangan:

$v'_p$  = kecepatan peluru saat meledak (m/s)

$v'_s$  = kecepatan senapan saat peluru meledak (m/s)

$m_p$  = massa peluru (kg)

$m_s$  = massa senapan (kg)

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

$$F_1 = -F_2$$

Impuls yang terjadi selama interval waktu  $\Delta t$  adalah  $F_1 \Delta t = -F_2 \Delta t$ . Kita ketahui bahwa  $I = F \Delta t = \Delta p$ , maka persamaannya menjadi seperti berikut.

$$\Delta p_1 = -\Delta p_2$$

$$m_1 v_1 - m_1 v'_1 = -(m_2 v_2 - m_2 v'_2)$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

Jumlah Momentum Awal = Jumlah Momentum Akhir

Keterangan:

$p_1, p_2$  = momentum benda 1 dan 2 sebelum tumbukan

$p'_1, p'_2$  = momentum benda 1 dan 2 sesudah tumbukan

$m_1, m_2$  = massa benda 1 dan 2

$v_1, v_2$  = kecepatan benda 1 dan 2 sebelum tumbukan

$v'_1, v'_2$  = kecepatan benda 1 dan 2 sesudah tumbukan

### **BUNYI HUKUM KEKALKAN MOMENTUM**

Persamaan di atas dinamakan hukum Kekekalan Momentum. Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa "jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat sebelum sama dengan momentum total sesudah tumbukan". ketika menggunakan persamaan ini, kita harus memerhatikan arah kecepatan tiap benda.

#### **Contoh**

1. Sebuah peluru dengan massa 50 g dan kecepatan 1.400 m/s mengenai dan menembus sebuah balok dengan massa 250 kg yang diam di bidang datar tanpa gesekan. Jika kecepatan peluru setelah menembus balok 400 m/s, maka hitunglah

kecepatan balok setelah tertembus peluru!

Jawab:  $m_1 = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$

Diketahui:  $V_1 = 1.400 \text{ m/s}$

$V_2 = 0$

$V'_1 = 400 \text{ m/s}$

$V'_2 = \dots\dots?$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

$$0,05 \cdot 1.400 + 250 \cdot 0 = 0,05 \cdot 400 + 250 \cdot v'_2$$

$$70 = 20 + 250 v'_2$$

$$v'_2 = (70 - 20) : 250$$

$$v'_2 = 0,2 \text{ m/s}$$

## 5. TUMBUKAN

### Science

Tumbukan atau lentingan bisa dikatakan juga sebagai pantulan, karna terjadi pada dua buah benda yang saling berpadu dan memantul akibat dari paduan tersebut. Pada pembahasan kali ini kita akan mempelajari tumbukan yang paling sederhana, yaitu Tumbukan Sentral. Tumbukan sentral adalah tumbukan yang terjadi bila titik pusat benda yang satu menuju ke titik pusat benda yang lain. Peristiwa tumbukan antara dua buah benda dapat keduanya bergerak saling menjahui. Ketika benda tersebut mempunyai kecepatan dan massa, maka benda itu pasti memiliki momentum ( $p = m \cdot v$ ) dan juga Energi kinetik ( $EK = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ ) Tumbukan dibedakan menjadi beberapa jenis:

1. Tumbukan lenting sempurna
2. Tumbukan lenting sebagian
3. Tumbukan tidak lenting sama sekali

Perbedaan tumbukan-tumbukan tersebut dapat diketahui berdasarkan nilai koefisien tumbukan (koefisien restitusi) dari dua benda yang bertumbukan.

### Secara Mathematics

$$e = - \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$

Dengan :  $e$  = koefisien restitusi ( $0 \leq e \leq 1$ )

Nilai koefisien restitusi mulai dari 0 hingga 1. Dengan ketentuan:

- Lenting Sempurna  $e = 1$
- Lenting Sebagian  $0 < e < 1$
- Tidak Lenting Sama Sekali  $e = 0$

### A. JENIS-JENIS TUMBUKAN

#### 1. TUMBUKAN LENTING SEMPURNA

Pada lenting sempurna berlaku hukum kekekalan energi dan hukum kekekalan momentum. Dengan persamaan sebagai berikut:

a. Kekekalan Momentum



$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_2 \cdot v_2' + m_1 \cdot v_1'$$

$$m_1.v_1 + m_2.v_2 = m_2.v_2' + m_1.v_1'$$

- Keterangan :
- $m_1$  = massa benda 1 (kg)
  - $m_2$  = massa benda 2 (kg)
  - $v_1$  = kecepatan awal benda 1 (m/s)
  - $v_2$  = kecepatan awal benda 2 (m/s)
  - $v_1'$  = kecepatan akhir benda 1 (m/s)
  - $v_2'$  = kecepatan akhir benda 2 (m/s)

b. Kekekalan energi kinetik

$$Ek_1 + Ek_2 = Ek_1' + Ek_2'$$

$$1/2 m_1 v_1^2 + 1/2 m_2 v_2^2 = 1/2 m_1 (v_1')^2 + 1/2 m_2 (v_2')^2$$

c. Kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan

$$-(v_1' - v_2') = v_1 - v_2$$

d. Nilai koefisien elastisitas / koefisien restitusi (e) pada tumbukan lenting sempurna berlaku:

$$v_1 - v_2 = (v_1' - v_2')$$

$$\frac{v_1' - v_2'}{-(v_1 - v_2)} = 1$$

Dengan demikian, pada tumbukan lenting sempurna koefisien restitusi (e)= 1

## 2. TUMBUKAN LENTING SEBAGIAN

### Science

Ketika kita menjatuhkan sebuah bola karet dari ketinggian tertentu di atas lantai, maka bola akan memantul. Setelah mencapai titik tertinggi, bola akan jatuh lagi dan memantul lagi setelah mengenai lantai. Begitu seterusnya hingga akhirnya berhenti. Hal yang perlu kita perhatikan adalah ketinggian maksimal yang dicapai pada setiap tahap pemantulan selalu berbeda. Pada pemantulan pertama, bola mencapai titik tertinggi yang lebih rendah dari pantulan pertama begitu seterusnya.

Kenyataan ini memberikan arti bahwa kecepatan bola sebelum menumbuk lantai lebih besar dari kecepatan bola setelah tumbukan. Sehingga koefisien restitusi pada kejadian ini berkisar antara nol sampai satu ( $0 < e < 1$ ). Tumbukan seperti ini disebut tumbukan lenting sebagian atau tumbukan elastis sebagian.

Pada peristiwa pemantulan bola pada lantai, energi kinetik yang dimiliki bola tidak tetap. Ini dapat dilihat dari kecepatan bola yang berubah sebelum dan sesudah tumbukan. Jadi, hukum kekekalan energi kinetik pada tumbukan lenting tidak berlaku. Akan tetapi, hukum kekekalan energi mekanik tetap berlaku. Hal ini disebabkan karena sebagian energi kinetik yang hilang telah diubah menjadi bentuk lainnya, seperti energi potensial, energi panas, atau energi yang merusak lantai.

Pada kasus bola yang dijatuhkan dari ketinggian  $h$ , sehingga dipantulkan dengan ketinggian  $h'$ , maka memiliki nilai koefisien elastisitas

**Secara Mathematics**

$$e = \sqrt{\frac{h'}{h}}$$

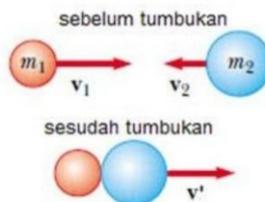
keterangan:

$h'$  = tinggi pantulan benda

$h$  = tinggi benda semula / tinggi pantulan sebelumnya

### 3. TUMBUKAN TIDAK LENTING SAMA SEKALI

Tumbukan tidak elastis sama sekali terjadi apabila dua benda setelah tumbukan menjadi satu dan bergerak bersama-sama. Contoh sederhana dari tumbukan tidak elastis sama sekali adalah tumbukan dua bola yang akhirnya bergabung menjadi satu yang akhirnya bergerak bersama dengan kecepatan yang sama pula. Kejadian ini dapat dijelaskan dengan hukum kekekalan momentum.



#### Hukum Kekekalan Momentum

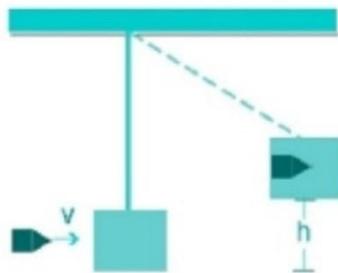
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v'$$

Dari persamaan di atas, kecepatan bola dapat dicari dengan mudah jika kecepatan bola keduanya semula diketahui, karena kecepatan bola keduanya setelah tumbukan sama, maka koefisien restitusi untuk tumbukan tidak lenting sama sekali adalah nol(0).

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik. Pada tumbukan ini terjadi pengurangan energi kinetik sehingga energi kinetik total benda-benda setelah terjadi tumbukan akan lebih kecil dari energi kinetik total benda sebelum. Dengan demikian:

$$e = -\frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$

#### Engineering Info!



Tahukah kamu bahwa ayunan balistik merupakan salah satu contoh peristiwa tumbukan tidak lenting sama sekali?

Ayunan balistik merupakan alat untuk mengukur kecepatan peluru. Ketika peluru bermassa  $m$ , ditembakkan ke arah balok yang bermassa  $m$ , maka peluru akan tertanam di dalam balok dan kedua benda tersebut akan berayun secara bersamaan hingga mencapai ketinggian  $h$ .

Contoh

Balok kayu tergantung oleh seutas tali yang panjangnya  $l=40$  cm. Balok tersebut ditembak mendatar dengan sebutir peluru yang bermassa  $20$  gr dan kecepatan  $v_p$ . Massa balok  $9,98$  kg dan percepatan gravitasi  $10$  m/s. Jika peluru mengenai balok bersarang di dalamnya sehingga balok dapat bergerak naik setinggi  $10$  cm maka: Berapakah kecepatan peluru tersebut?

Jawab:

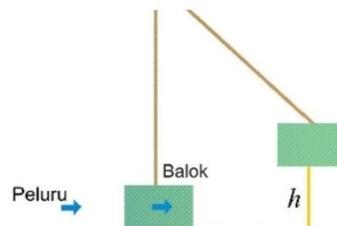
Diketahui:  $m_p = 20$  gr =  $0,02$  kg

$m_b = 9,98$  kg

$g = 10$  m/s

$h = 10$  cm =  $0,1$  m

$v_p = \dots?$



Pada ayunan balistik tersebut dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu tumbukan dan

gerak AB. Pada gerak AB berlaku hukum kekekalan energi sehingga dapat diperoleh

$v_b'$  seperti:

$$\begin{aligned} E_{k_a} &= E_{p_b} \\ \frac{1}{2}mv_b'^2 &= mgh \\ v_b'^2 &= 2 \cdot 10 \cdot 0,1 \\ v_b' &= \sqrt{2} \text{ m/s} \end{aligned}$$

Tumbukan peluru dan balok. Pada tumbukan ini berlaku kekekalan energi.

$$\begin{aligned} p_{awal} &= p_{akhir} \\ m_p \cdot v_p &= (m_p + m_b) v_b' \\ 0,02 \cdot v_p &= (0,02 + 9,98) \cdot \sqrt{2} \\ v_p &= \frac{10\sqrt{2}}{0,02} \\ v_p &= 500 \sqrt{2} \text{ m/s} \end{aligned}$$

## Latihan soal

1. Ada sebuah benda yaitu benda A bermassa 2 kg, bergerak kekanan dengan kelajuan 10 m/s. Benda B yang bermassa 7 kg bergerak ke kiri dengan kelajuan 4 m/s.

Tentukan:

- Momentum benda A
- Momentum benda B
- Momentum total benda A dan B

Jawab:

Diketahui: Benda A  $\rightarrow m = 2 \text{ kg}$

$$V = 10 \text{ m/s}$$

Benda B  $\rightarrow m = 7 \text{ kg}$

$$V = 4 \text{ m/s}$$

- Momentum benda A

$$P = m \cdot v$$

$$= 2 \cdot 10$$

$$= 20 \text{ Ns}$$

- Momentum benda B

$$P = m \cdot v$$

$$= 7 \cdot 4 = 28 \text{ Ns}$$

- Momentum total benda A dan B

$$P \text{ total} = P_A + P_B$$

$$= 20 + 28$$

$$= 48 \text{ Ns}$$

2. Sebuah bola ditendang dengan gaya sebesar 48N dalam waktu 0,8 sekon. Berapakah besar impuls pada saat kaki menyentuh bola.

Jawab:

Diketahui:  $F = 48 \text{ N}$

$$\Delta t = 0,8 \text{ s}$$

$$I = \text{.....?}$$

$$I = F \cdot \Delta t$$

$$= 48 \times 0,8$$

$$= 38,4 \text{ Ns}$$

3. Dalam sebuah permainan sepak bola, seorang pemain melakukan tendangan pinalti. Tepat setelah ditendang bola melambung dengan kecepatan 60 m/s. Bila gaya bendanya 300 N dan sepatu pemain menyentuh bola selama 0,3 s maka tentukan:

- a. Impuls yang bekerja pada bola
- b. Perubahan momentumnya,
- c. Massa bola

Jawab

$$V_0 = 60 \text{ m/s}$$

$$F = 300 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0,3 \text{ s}$$

a. Impuls yang bekerja pada bola sebesar:

$$I = F \cdot \Delta t$$

$$= 300 \cdot 0,3$$

$$= 90 \text{ Ns}$$

b. Perubahan momentum bola sama dengan besarnya impuls yang diterima:

$$\Delta p = 90 \text{ kg m/s}$$

c. Massa bola dapat ditentukan dengan hubungan berikut

$$\Delta p = I$$

$$m \cdot \Delta v = 90$$

$$m \cdot (60-0) = 90$$

$$m = 90/60$$

$$m = 1,5 \text{ kg}$$

4. Bola A bermassa 600 g dalam keadaan diam, ditumbuk oleh bola B bermassa 400 g yang bergerak dengan laju 10 m/s. Setelah tumbukan, kelajuan bola B menjadi 5 m/s, searah dengan arah bola semula. Tentukan kelajuan bola A sesaat setelah ditumbuk bola B!

Jawab:

Diketahui:

$$m_1 = 600 \text{ g} = 0,6 \text{ kg}$$

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$v'2 = 5 \text{ m/s}$$

$$v'1 = \dots?$$

$$m1 \cdot v1 + m2 \cdot v2 = m1 \cdot v'1 + m2 \cdot v'2$$

$$0,6 \cdot 0 + 0,4 \cdot 10 = 0,6 \cdot v'1 + 0,4 \cdot 5$$

$$0 + 4 = 0,6 v'1 + 2$$

$$4 - 2 = 0,6 v'1$$

$$2 = 0,6 v'1$$

$$2 / 0,6 = v'1$$

$$3,3 = v'1$$

Jadi kelajuan benda A setelah tumbukan adalah 3,3 m/s

5. Sebuah bola tenis dilepas dari ketinggian 200 m. Jatuh mengenai lantai hingga elastis sebagian. Hitunglah tinggi pemantulan pertama yang dapat oleh bola tenis! ( $e=0,2$ )

Jawab:

Diketahui:  $h1 = 200$  m  $e = 0,2$

$$h2 = \dots?$$

$$e = \sqrt{\frac{h2}{h1}}$$

$$0,2 = \sqrt{\frac{h2}{200}}$$

$$0,04 = \frac{h2}{200}$$

$$h2 = 0,04 \times 200 = 8 \text{ m}$$

Jadi, tinggi bola setelah memantul adalah 8 m.

## Rangkuman

1. Momentum  $p$  dapat didefinisikan sebagai tingkat kesukaran untuk menghentikan gerak suatu benda. Semakin besar massa ( $m$ ) dan kecepatan ( $v$ ) suatu benda maka benda tersebut semakin sulit dihentikan, sehingga momentum dapat ditulis dengan persamaan  $p = m \cdot v$ . Arah momentum suatu benda yang bergerak searah dengan kecepatan benda tersebut
2. Impuls ( $I$ ) merupakan gaya kontak rata-rata  $F$  yang bekerja pada suatu benda yang terjadi dalam selang waktu yang sangat singkat ( $\Delta t \sim 0$ ), Impuls  $I$  secara matematis dapat ditulis  $I = F \cdot \Delta t$ . Arah impuls yang dialami oleh suatu benda searah dengan gaya rata-rata  $F$  yang bekerja pada benda tersebut.
3. Impuls yang dikerjakan pada suatu benda sama dengan perubahan momentum yang dialami benda tersebut, yaitu beda antara momentum akhir dengan momentum awal ( $I = p_2 - p_1$ ).
4. Hukum Kekekalan Momentum menyatakan bahwa “dalam peristiwa tumbukan sentral, momentum total sistem sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sistem sesaat setelah tumbukan”. Hukum kekekala
5. Tumbukan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:
  - a. Tumbukan lenting sempurna
  - b. Tumbukan lenting sebagian
  - c. Tumbukan tidak lenting sama sekali
6. Tumbukan lenting sempurna:
  - a. Berlaku hukum kekekalan momentum
  - b. Berlaku hukum kekekalan energi kinetik

### Penilaian Diri!

Isilah pertanyaan pada tabel berikut ini secara jujur dan penuh tanggung jawab! Berilah penilaian sesuai dengan keadaan anda yang sesungguhnya dengan memberikan tanda centang (✓)

No	pertanyaan	Jawaban	Jawaban
		Ya	Tidak
1	Apakah momentum, anda memahami konsep impuls, dan hubungan antara momentum dan impuls secara umum?		
2	Apakah anda memahami konsep hukum kekekalan momentum		
3	Apakah anda memahami konsep tumbukan dan jenis-jenis tumbukan secara umum?		
4	Apakah anda memahami sub materi pada pembelajaran ini yang terintegrasi STEM?		
5	Apakah anda memahami latihan soal dan penyelesaiannya?		

Jika terdapat jawaban "Tidak" maka diharapkan untuk melakukan review pembelajaran, sedangkan jika secara keseluruhan jawaban adalah "Ya" maka dapat melanjutkan dengan mengerjakan evaluasi.

## Evaluasi

1. Sebuah benda bermassa 600 gram bergerak dengan kecepatan 36 km/jam. Berpakah momentum benda tersebut?
  - a. 4 kg m/s
  - b. 6 kg m/s
  - c. 8 kg m/s
  - d. 10 kg m/s
  - e. 12 kg m/s
2. Benda bermassa 2 kg bergerak dengan energi kinetik 36 Joule, besar momentum benda tersebut adalah...
  - a. 6 kg m/s
  - b. 8 kg m/s
  - c. 12 kg m/s
  - d. 16 kg m/s
  - e. 24 kg m/s
3. Sebuah bola bermassa 200 gram dilempar horizontal ke kanan dengan kecepatan 10 m/s. kemudian dipukul sehingga mengakibatkan bola berubah arah dengan kecepatan 20 m/s ke kiri. Jika kontak bola dan pemukul terjadi selama 0,0001 sekon maka besar impuls yang diberikan pemukul pada bola adalah...
  - a. 6 Ns
  - b. 7 Ns
  - c. 8 Ns
  - d. 9 Ns
  - e. 10 Ns
4. Sebuah mobil yang massanya 500 kg melaju dengan kecepatan 72 km/jam menabrak sebuah pohon dan berhenti dalam waktu 0,1 detik. Gaya rata-rata pada truk selama berlangsungnya tabrakan adalah ...
  - a. 100
  - b. 1000
  - c. 10.000
  - d. 100.000

- e. 1.000.000
5. Sebuah roket melepaskan bahan bakar yang telah terbakar sebanyak 2500 kg selama 10 s. kecepatan roket saat akhir pembakaran adalah 200 m/s. Besar gaya rata-rata yang bekerja pada roket adalah...
- 50.000 N
  - 40.000 N
  - 30.000 N
  - 20.000 N
  - 10.000 N
6. Benda A bermassa 3 kg bergerak ke timur dengan kecepatan 6 m/s menumbuk benda B bermassa 1 kg yang bergerak dengan kecepatan 4 m/s ke barat. Jika setelah bertumbukan benda B bergerak ke timur dengan kecepatan 2 m/s, kecepatan bola A setelah tumbukan adalah...
- 4 m/s ; ke timur
  - 4 m/s ; ke barat
  - 8 m/s ; ke timur
  - 8 m/s ; ke barat
  - 12 m/s ; ke timur
7. Benda A bermassa 3 kg bergerak dengan kecepatan 4 m/s menumbuk benda B bermassa 1 kg yang diam. Jika tumbukan kedua benda lenting sempurna maka kecepatan benda pertama dan kedua sesaat setelah bertumbukan adalah...
- $v'_A = 1 \text{ m/s}$  dan  $v'_B = 2 \text{ m/s}$
  - $v'_A = 1 \text{ m/s}$  dan  $v'_B = 3 \text{ m/s}$
  - $v'_A = 1 \text{ m/s}$  dan  $v'_B = 6 \text{ m/s}$
  - $v'_A = 2 \text{ m/s}$  dan  $v'_B = 3 \text{ m/s}$
  - $v'_A = 2 \text{ m/s}$  dan  $v'_B = 6 \text{ m/s}$
8. Sebuah bola jatuh bebas dari ketinggian 20 m di atas tanah. Jika terjadi tumbukan lenting Sebagian dengan koefisien restitusinya adalah  $e = 0,2$  maka kecepatan pantul benda setelah tumbukan adalah ...
- 2 m/s
  - 4 m/s
  - 6 m/s

- d. 8 m/s
  - e. 10 m/s
9. Sebuah peluru dengan massa 10 gram ditembakkan dari sepucuk senapan bermassa 3 kg. Kemudian senapan tersentak ke belakang dengan kelajuan 0,3 m/s. Besar momentum peluru saat ditembakkan adalah ... (kg m/s)
- a. 90
  - b. 30
  - c. 0,9
  - d. 0,3
  - e. 0
10. Sebuah bola tenis dilepaskan dari ketinggian tertentu kemudian menumbuk lantai. Jika setelah pantulan pertama tinggi yang dicapai 4 m dan pantulan kedua 2 m, maka tinggi bola tenis mula-mula adalah ...
- a. 16 m
  - b. 14 m
  - c. 12 m
  - d. 10 m
  - e. 8 m

**Kunci jawaban**

1. **B**
2. **C**
3. **E**
4. **D**
5. **A**
6. **A**
7. **E**
8. **B**
9. **C**
10. **E**