

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MODUL FISIKA  
MATERI MOMENTUM DAN IMPULS  
BERPENDEKATAN INTEGRASI SAINS DAN  
ISLAM TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi sebagian syarat  
memperoleh gelar sarjana pendidikan  
dalam ilmu pendidikan fisika



Oleh:

**Fatikhatus Sangadah**

NIM: 1403066039

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
WALISONGO  
SEMARANG  
2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fatikhatus Sangadah

NIM : 1403066039

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MODUL FISIKA MATERI MOMENTUM  
DAN IMPULS BERPENDEKATAN INTEGRASI SAINS DAN ISLAM  
TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA**

secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 28 Juni 2019

Pembuat Pernyataan,



**Fatikhatus Sangadah**

NIM. 1403066039



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus 11) Ngaliyan Semarang  
Telp.(024) 7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MODUL FISIKA MATERI  
MOMENTUM DAN IMPULS BERPENDEKATAN INTEGRASI  
SAINS DAN ISLAM TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA

Nama : Fatikhatus Sangadah  
NIM : 1403066039  
Jurusan : Pendidikar. Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqosyah* oleh Dewan Penguji Fakultas  
Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu  
syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan. Fisika.

Semarang, 11 Juli 2019

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Joko Budi Poernomo, M.Pd.  
NIP. 19760214200811011

Penguji II,

Jasuri, M.S.I.  
NIP. 196710141994031005

Penguji III,

Arsini, M.Sc.  
NIP.198408122011012041

Penguji IV,

Andi Padlihan, M.Sc.  
NIP.198009152005011006

Pembimbing I,

Edi Daenuri Anwar, M.Si.  
NIP. 197907262009121002

Pembimbing II,

Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si.  
NIP.199005052019032017



## ABSTRAK

Ilmu pengetahuan saat ini berkembang pesat, disisi lain Islam masih berdiri sendiri sehingga terjadi dikotomi keilmuan antara Sains dengan Islam. Tercapainya tujuan pendidikan sangat dipengaruhi oleh proses pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan respon siswa pada penggunaan modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam terhadap hasil belajar kognitif siswa. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif, metode eksperimen bentuk *Nonequivalent control group design*. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Nonprobability sampling* dengan bentuk *sampling purposive*. Variabel penelitian ini meliputi variabel bebas yaitu modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan intrgrasi sains dan islam dan variabel terikat yaitu hasil belajar kognitif siswa. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode tes, angket dan observasi. Data hasil *pretest* digunakan untuk mengetahui kemampuan awal siswa sedangkan data *posttest* digunakan untuk menguji hipotesis penelitian. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai  $t_{hitung}=0,789 > t_{tabel}=0,681$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yang berarti bahwa penggunaan modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam efektif terhadap hasil belajar siswa dengan tingkat efektivitas sebesar 0,7 kategori sedang dan mendapat respon dari siswa sebesar 80,75% kategori baik.

**Kata kunci:** Fisika, Integrasi Sains dan Islam, Hasil Belajar



## TRANSLITERASI

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I Nomor : 158/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

No	Arab	Latin	No	Arab	Latin	No	Arab	Latin
1	ا	a	11	ز	Z	21	ق	Q
2	ب	b	12	س	s	22	ك	K
3	ت	t	13	ش	sy	23	ل	L
4	ث	s\	14	ص	s}	24	م	M
5	ج	j	15	ض	d}	25	ن	N
6	ح	h}	16	ط	t}	26	و	W
7	خ	kh	17	ظ	z}	27	هـ	H
8	د	d	18	ع	'	28	ء	'
9	ذ	z\	19	غ	g	29	ي	Y
10	ر	r	20	ف	f			

Bacaan Maad:

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = أُؤ

ai = آئي

iy = ائي

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* *robbil 'alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT, sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad Saw. Berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi. Proses penelitian skripsi yang telah dilaksanakan banyak kesulitan, akan tetapi kesulitan ini dapat teratasi dengan bantuan, bimbingan, motivasi, do'a dan peran serta dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Muhibin, M.Ag., selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ruswan, M.Ag., selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika.
4. Edi Daenuri Anwar, M.Si., selaku Sekertaris Jurusan Pendidikan Fisika.
5. Edi daenuri Anwar, M.Si. Selaku pembimbing I dan Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Si. Selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta tekun dan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
6. Agus Sudarmanto M.Si , Muhammad Izzatul Faqih S.Pd., M.Pd , Edi Susanto M.P Fis dan H. Momon Rakhmat S.Pd selaku validator modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi Sains dan Islam.
7. Segenap Dosen dan Staff Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.

8. Bapak Wasito serta Ibu Siti Khotiah selaku orang tua peneliti yang telah memberikan segalanya baik doa, motivasi, dukungan dan cinta kasih sayang yang tidak dapat tergantikan dengan apapun. Adikku semata wayang Akhmad Makhfudz yang selalu menjadi motivasi dan penyemangat peneliti.
9. Abdul Kharis yang sudah menjadi pendengar yang baik sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini
10. H. Mahmudin, S.Pd, M.Ag., selaku Kepala Sekolah MAN 1 Kebumen yang telah memberikan izin mempermudah jalannya penelitian.
11. Edi Susanto, M.Pd selaku guru Fisika dan para Guru serta Staff di MAN 1 Kebumen yang membantu peneliti dalam pelaksanaan penelitian.
12. Adik-adik siswa kelas XI MIA 1, X MIA 1 dan X MIA 2 yang sudah berpartisipasi dalam penelitian.
13. Sahabat-sahabatku dari Pendidikan Fisika 2014-B yang selalu membantu, memberi dukungan dan doa untuk kelancaran skripsi.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, dukungan serta motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Dengan segala keterbatasan, peneliti berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat. Amin.

Semarang, 28 Juni 2019

Peneliti

**Fatikhatus Sangadah**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
TRANSLITERASI.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II : KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Deskripsi Teori	
1. Modul.....	7
2. Paradigma Integrasi Antara Sains dengan Islam.....	11
3. Modul Berpendekatan Integrasi- Sains dan Islam .....	11
4. Pembelajaran Terintegrasi .....	13
5. Hasil Belajar .....	15
6. Momentum dan Impuls .....	16
7. Konservasi Momentum Linear .....	19
8. Tumbukan Satu Dimensi.....	20
9. Tumbukan Dua Dimensi .....	23
B. Kajian Pustaka.....	25
C. Kerangka Berfikir .....	27
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis dan Pendekatan Penelitian .....	29
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	30
D. Variabel Penelitian.....	31
E. Teknik Pengumpulan Data.....	33

F. Teknik Analisis Data.....	34
<b>BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian.....	45
B. Pembahasan Penelitian.....	67
C. Keterbatasan Penelitian.....	75
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Simpulan.....	76
B. Saran.....	77
<b>Daftar Pustaka</b>	
<b>Lampiran</b>	
<b>Daftar Riwayat Hidup</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r	39
Tabel 3.2	Kriteria Traf Kesukaran	40
Tabel 3.3	Kriteria Daya Beda Soal	40
Tabel 3.4	Tingkat Pencapaian N-gain	43
Tabel 3.5	Interval Kategori Modul	45
Tabel 3.6	Interval Kategori Respon Siswa	46
Tabel 4.1	Hasil Validasi Modul Sebelum Revisi	48
Tabel 4.2	Hasil Validasi Modul Setelah Revisi	50
Tabel 4.3	Hasil Revisi Bahan Ajar Fisika	51
Tabel 4.4	Analisis Ayat-ayat Al-Quran	54
Tabel 4.5	Kisi-kisi Instrumen Uji Coba	55
Tabel 4.6	Hasil Analisis Instrumen Uji Coba	56
Tabel 4.7	Hasil <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	57
Tabel 4.8	Hasil Uji Normalitas <i>Pretest</i>	58
Tabel 4.9	Hasil Uji Homogenitas <i>Pretest</i>	58
Tabel 4.10	Pelaksanaan KBM Kelas Eksperimen	59
Tabel 4.11	Pelaksanaan KBM Kelas Kontrol	59
Tabel 4.12	Hasil <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	61
Tabel 4.13	Hasil Uji Normalitas <i>Posttest</i>	62
Tabel 4.14	Hasil Uji Homogenitas <i>Posttest</i>	62
Tabel 4.15	Hasil Angket Respon Siswa Kelas Kontrol	63
Tabel 4.16	Hasil Angket Respon Siswa Kelas Eksperimen	64
Tabel 4.17	Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-rata	64
Tabel 4.18	Hasil Uji Peingkatan Hasil Belajar	65

## DAFTAR GAMBAR

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Tumbukan Tidak Elastik	22
Gambar 2.2	Tumbukan Tidak Elastik Sempurna	24
Gambar 2.3	Tumbukan Elastik	25
Gambar 2.4	Tumbukan Dua Dimensi	26
Gambar 2.5	Kerangka Berfikir	30
Gambar 3.1	Perbandingan Nilai UAS Fisika	34
Gambar 4.1	Perbandingan Hasil Validasi Sebelum dan Sesudah Revisi	50



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1a	Kisi-Kisi Instrumen Validasi Modul
Lampiran 1b	Kisi-Kisi Instrumen Soal Uji Coba
Lampiran 1c	Kisi-kisi Angket Respon Siswa
Lampiran 2a	Instrumen Validasi Modul
Lampiran 2b	Instrumen Soal Uji Coba
Lampiran 2c	Instrumen Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>
Lampiran 2d	Angket Respon Siswa Kelas Kontrol
Lampiran 2e	Angket Respon Siswa Kelas Eksperimen
Lampiran 3a	Lembar Validasi Modul Oleh Ahli
Lampiran 3b	Analisis Hasil Validasi Modul
Lampiran 4a	Daftar Nama Siswa Kelas Uji Coba
Lampiran 4b	Analisis Hasil Soal Uji Coba
Lampiran 5a	Daftar Nama Sampel Penelitian
Lampiran 5b	Hasil Ulangan Akhir Semester Mata Pelajaran Fisika
Lampiran 5c	Hasil <i>Pretest-Posttest</i>
Lampiran 6a	Uji Normalitas Nilai UAS Kelas Kontrol
Lampiran 6b	Uji Normalitas <i>Pretest-Posttest Kelas Kontrol</i>
Lampiran 6c	Uji Normalitas Nilai UAS Kelas Eksperimen
Lampiran 6d	Uji Normalitas <i>Pretest-Posttest Kelas Eksperimen</i>
Lampiran 6e	Uji Normalitas dan Homogenitas Kelas X MIA 3
Lampiran 7a	Uji Homogenitas Nilai UAS Kelas Eksperimen dan Kontrol
Lampiran 7b	Uji Homeogenitas <i>Pretest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol</i>

- Lampiran 7c Uji Homeogenitas *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
- Lampiran 8a Uji Perbedaan Dua Rata-rata *Pretest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
- Lampiran 8b Uji Perbedaan Dua Rata-rata *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
- Lampiran 9 N-gain Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol
- Lampiran 10a Analisis Respon Siswa Kelas Kontrol
- Lampiran 10b Analisis Respon Siswa Kelas Eksperimen
- Lampiran 11 Surat Ijin Pra-Riset
- Lampiran 12 Surat Ijin Riset
- Lampiran 13 Surat Keterangan Penelitian
- Lampiran 14 RPP Kelas Eksperimen
- Lampiran 15 RPP Kelas Kontrol
- Lampiran 16 Dokumentasi
- Lampiran 17 Bahan Ajar Fisika Materi Momentum dan Impuls Sebelum Direvisi
- Lampiran 18 Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Sesudah Direvisi

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Proses pembelajaran khususnya pada ilmu sains merupakan proses interaksi antara peserta didik dengan lingkungan, tidak hanya berinteraksi dengan tenaga pengajar sebagai salah satu sumber, tetapi mencakup interaksi dengan semua sumber yang memungkinkan digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Nilasari, Djatmika & Santoso (2016) menjelaskan bahwa kualitas pada proses pembelajaran dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya strategi pengelolaan serta penggunaan sumber belajar yang tepat serta mendukung dalam proses pembelajaran. Nofitasari dan Sihombing (2017) menyimpulkan bahwa salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi hasil belajar siswa adalah sumber belajar dengan skor 1,96 dan termasuk dalam kategori sedang.

Sumber belajar menurut Supriadi (2015) adalah segala sesuatu yang berwujud benda dan orang yang dapat menunjang belajar sehingga dapat dimanfaatkan oleh tenaga pengajar agar terjadi perilaku belajar. Sumber belajar dapat diklasifikasikan menjadi sumber belajar berbasis manusia, sumber belajar berbasis cetakan,

sumber belajar berbasis visual dan sumber belajar berbasis komputer. Contoh dari sumber belajar berbasis cetakan adalah majalah, koran, bahan ajar, ensiklopedi, modul dsb. Modul merupakan bahan ajar yang pada umumnya digunakan oleh pendidik dalam rangka kegiatan belajar mengajar.

Modul merupakan satu unit program belajar mengajar terkecil yang secara terperinci menggariskan tujuan instruksional umum dan khusus, topik yang dibahas serta program evaluasi (Janawi, 2013). Penggunaan modul dapat membuat peserta didik termotivasi karena di dalam modul tersebut memancing peserta didik untuk berhipotesis dan memecahkan masalah berdasarkan pada pengujian logis atas fakta-fakta dan hasil pengamatan. Selain itu, modul juga membuat peserta didik mengkonstruksi pengetahuannya sendiri, sehingga pengetahuan yang didapatnya relatif bertahan lebih lama serta menambah kemandirian peserta didik dalam belajar (Nurhayati, Saputri & Sari, 2015).

Irawan (2009) menjelaskan bahwa pada era globalisasi kemajuan di bidang sains yang sangat dinamis, pada sisi lain pemberlakuan ajaran-ajaran agama dalam kehidupan sehari-hari juga sangat diperlukan. Integrasi Sains-Islam pada hakekatnya bertujuan untuk

mengembalikan kejayaan Islam sebagaimana terjadi pada masa-masa ilmuwan Islam yang hidup di masa lampau. Integrasi Sains-Islam juga merupakan manifestasi penghilangan dikotomi antara agama dengan sains (Minarno, 2017). Relasi ilmu pengetahuan dan agama melahirkan integrasi dan interkoneksi keilmuan yang menggambarkan adanya penyatuan atau pepaduan (integrasi) dan penghubungan (interkoneksi) antara sains dan agama. Perspektif lain menjelaskan bahwa integrasi dan interkoneksi sains dan agama dapat dipahami sebagai upaya untuk mempertemukan dan mendialogkan antara ilmu pengetahuan dengan agama, baik dalam rangka untuk mempertegas keilmuan yang sudah ada dengan dalil-dalil dalam Al-Quran, maupun sebaliknya menjadikan sains sebagai penjelas terhadap Al-Quran (Hidayatulloh, 2016).

Penanaman pendidikan karakter pada kurikulum 2013 yaitu religius, nasionalis, mandiri, integritas dan gotong-royong pada setiap mata pelajaran secara tidak langsung menunjukkan kedekatan antara pendidikan karakter dengan nilai-nilai spiritualitas, bahwa keduanya berfungsi menanamkan nilai-nilai luhur dengan tujuan terbentuknya manusia yang berakhlakulkarimah sejak dini dimulai pada proses pembelajaran (Miftah, 2017). Kesimpulanya pendidikan karakter yang ditanamkan pada

kurikulum 2013 merupakan pengintegrasian antara sains dengan agama.

Penelitian yang dilakukan oleh Khoiri, Agussuryani & Hartini (2017) menunjukkan penerapan pembelajaran fisika berbasis integrasi sains-Islam pada materi fluida dapat meningkatkan hasil belajar, sikap religius dan sikap sosial. Persentase ketuntasan dari 74 menjadi 90, sikap religius naik dari 72 menjadi 79 serta sikap sosial naik dari 67 menjadi 76. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Syafa'ati (2018) menunjukkan hasil bahwa penggunaan modul fisika berbasis integrasi sains dan Islam materi gelombang elektromagnetik efektif digunakan terhadap hasil belajar kognitif siswa dengan peningkatan hasil belajar sebesar kelas eksperimen dari 44,2 menjadi 77,03 sementara kelas kontrol dari 46,9 menjadi 70,7. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mardayani, Hamdi & Murtiani (2013) menghasilkan kesimpulan bahwa bahan ajar fisika yang terintegrasi nilai-nilai ayat Al-Quran pada materi gerak yang dihasilkan mempunyai tingkat validitas dengan skor 82,3 termasuk dalam kategori tinggi, bahan ajar sangat praktis dengan nilai 91,5 untuk angket tanggapan guru, dan 93,7 untuk angket tanggapan siswa dan sangat efektif berdasarkan angket keefektifan siswa dengan nilai

90,4 serta meningkatnya hasil belajar siswa dari 59,4 menjadi 78,4.

Momentum dan impuls merupakan salah satu materi yang dipelajari pada kelas X semester genap yang konsep penerapannya mudah dijumpai pada kehidupan sehari-hari. MAN 1 Kebumen mempunyai misi mengembangkan madrasah yang berwawasan global menuju penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi yang mencerminkan budaya islami dirasa tepat menjadi subyek penelitian karena sesuai dengan tujuan pengintegrasian sains islam pada modul fisika yang dikembangkan oleh Vetti Nurkhabibah yang kemudian direvisi oleh peneliti pada bab momentum dan impuls.

Berdasarkan pemaparan peneliti mengajukan judul “Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bependekatan Integrasi Sains dan Islam Terhadap Hasil Belajar Siswa” yang pelaksanaannya di MAN 1 Kebumen pada kelas X.



## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam efektif terhadap hasil belajar siswa kelas X di MAN 1 Kebumen?
2. Berapa besar efektivitas penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam efektif terhadap hasil belajar siswa kelas X di MAN 1 Kebumen?
3. Bagaimana respon siswa terhadap modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam pada kelas X MAN 1 Kebumen?

## **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini untuk:

1. Mengetahui efektivitas penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam terhadap hasil belajar siswa kelas X MAN 1 Kebumen.
2. Mengetahui besar efektivitas penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam efektif terhadap hasil belajar siswa kelas X di MAN 1 Kebumen.

3. Mengetahui respons siswa terhadap modul fisika yang digunakan sebagai sumber belajar pada kelas X MAN 1 Kebumen.

Manfaat dari penelitian ini untuk:

1. Memberikan alternatif dan sumbangan karya bahan ajar berupa modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam.
2. Upaya peningkatan pemahaman siswa terhadap materi momentum dan impuls dengan mengintegrasikan nilai-nilai keislaman.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Modul**

Modul adalah suatu bahan tertulis yang menyajikan ilmu pengetahuan yang menggambarkan kompetensi dasar yang akan dicapai siswa (Majid, 2011). Pengertian lain modul merupakan satu unit program belajar mengajar terkecil yang secara terperinci menggariskan tujuan instruksional umum dan khusus, topik yang dibahas serta program evaluasi (Janawi, 2013). Berdasarkan pengertian diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa modul adalah seperangkat aktivitas yang bertujuan mempermudah siswa untuk mencapai seperangkat tujuan pembelajaran.

##### **a. Fungsi Modul**

Prastowo (2012) menyatakan fungsi modul sebagai salah satu bentuk bahan ajar adalah sebagai berikut:

- 1) Bahan ajar mandiri. Maksudnya, penggunaan modul dalam poses pembelajaran berfungsi

meningkatkan kemampuan peserta didik untuk belajar sendiri tanpa tergantung kepada kehadiran pendidik.

- 2) Pengganti fungsi pendidik. Maksudnya, modul sebagai bahan ajar yang harus mampu menjelaskan materi pembelajaran dengan baik dan mudah dipahami oleh peserta didik sesuai tingkat pengetahuan dan usia mereka.
- 3) Sebagai alat evaluasi. Maksudnya, dengan modul peserta didik dituntut untuk dapat mengukur dan menilai sendiri tingkat penguasaannya terhadap materi yang dipelajari.
- 4) Sebagai bahan rujukan bagi peserta didik. Maksudnya, karena modul mengandung berbagai materi yang harus dipelajari oleh peserta didik, maka modul juga memiliki fungsi sebagai bahan rujukan bagi peserta didik.

b. Tujuan Modul

Menurut Nasution ada beberapa tujuan pembelajaran yang menggunakan modul, yaitu (Safrina, 2014):

- 1) Modul memberi kesempatan kepada siswa untuk belajar menurut kesempatan masing-masing.
- 2) Modul memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar menurut cara mereka masing-masing.
- 3) Dalam pengajaran modul terdapat alternatif atau pilihan dari sejumlah topik bidang studi yang atau disiplin ilmu yang lainnya, karena siswa tidak mempunyai pola atau minat yang sama untuk topik yang sama.
- 4) Pengajaran modul memberikan kesempatan terhadap murid untuk mengenal kelebihan dan kekurangannya, dan memperbaiki kelemahan mereka melalui remedial, ulangan atau variasi dalam belajar. Selain itu, tujuan pembelajaran dengan modul adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran di sekolah, baik waktu, dana, fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan secara optimal.

c. Komponen-komponen Modul

Mulyono (2012) menyatakan komponen-komponen yang ada di modul yaitu:

- 1) Pendahuluan; yang berisi deskripsi umum, seperti materi yang disajikan, pengetahuan, keterampilan dan sikap yang akan dicapai setelah belajar, termasuk kemampuan awal yang harus dimiliki untuk mempelajari modul tersebut.
- 2) Tujuan pembelajaran; berisi tujuan pembelajaran khusus yang harus dicapai peserta didik, setelah mempelajari modul.
- 3) Test awal; yang digunakan untuk menetapkan posisi peserta didik dan mengetahui kemampuan awalnya, untuk menentukan darimana ia harus memulai belajar, dan apakah perlu untuk mempelajari atau tidak modul tersebut.
- 4) Pengalaman belajar; yang berisi rincian materi untuk setiap tujuan pembelajaran khusus, yang diikuti dengan penilaian formatif sebagai umpan balik peserta didik tentang tujuan belajar yang dicapainya.
- 5) Sumber belajar; berisi sumber-sumber belajar yang dapat ditelusuri dan digunakan peserta didik.

- 6) Tes Akhir; instrumen yang digunakan dalam tes akhir sama dengan yang digunakan pada tes awal, hanya lebih difokuskan pada tujuan terminal setiap modul.

## 2. Paradigma Integrasi Antara Islam dengan Sains

Hermawan (2017) menjelaskan bahwa upaya melahirkan perilaku yang berhubungan dengan sains dan Islam, diantaranya adalah Islamisasi Sains yang merupakan aktivitas pencocokan dengan ayat-ayat Al-Quran karena adanya perkembangan teori sains, Sainifikasi Islam merupakan upaya menampilkan islam sehingga islam terlihat lebih modern, dan Sains Islam merupakan sains yang sepenuhnya dibangun atas fondasi wahyu dan tradisi, Al-Quran dan As-Sunnah.

Sains-Islam dibangun atas tiga pilar yaitu pertama pilar ontologis yakni hal yang menjadi subjek ilmu, kedua pilar aksiologis terkait dengan tujuan ilmu pengetahuan dibangun dan dirumuskan yaitu mengenal Sang Pencipta melalui pola-pola ciptaan-Nya, dan ketiga pilar yang ketiga dan terpenting adalah bagaimana atau dengan apa kita mencapai pengetahuan, yaitu pilar epistemologis. Yakni berupa



modal pendengaran, penglihatan, dan hati sebagai alat memperoleh pengetahuan.

### 3. Modul Berpendekatan Integrasi Sains-Islam

Kata Integrasi mempunyai pengertian penyatuan hingga menjadi kesatuan yang utuh (Zain dan Vebrianto, 2017). Kata sains menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia memiliki arti pengetahuan sistematis tentang alam dan dunia fisik, termasuk didalamnya, botani, fisika, kimia, geologi, zoologi dan sebagainya. Kata islam berasal dari bahasa arab yang berarti yang berarti penyerahan diri. Secara epistemologis, agama Islam merupakan kepercayaan diri kepada Allah, dengan menyatakan diri dalam peribadatan yang membentuk taqwa berdasarkan Al-Qur'an dan al-Hadist (Mukhlas, 2006).

Integrasi dan interkoneksi sains dan agama dapat dipahami sebagai upaya untuk mempertemukan dan mendialogkan antara ilmu pengetahuan dengan agama, baik dalam rangka untuk mempertegas keilmuan yang sudah ada dengan dalil-dalil dalam Al-Quran, maupun sebaliknya menjadikan sains sebagai penjelas terhadap Al-Quran (Hidayatulloh, 2016).

Pengertian modul berpendekatan integrasi sains dan islam dapat disimpulkan yaitu serangkaian kegiatan belajar yang disusun untuk membantu peserta didik dengan cara menyatukan ilmu pengetahuan secara sistematis berdasarkan Al-Quran dan Al-Hadist dalam mencapai sejumlah tujuan belajar yang telah dirumuskan secara spesifik.

#### 4. Pembelajaran Integrasi

Penjelasan sains (ilmu pengetahuan) di dalam ayat-ayat Al-Quran mudah dipahami bagi orang islam yang berilmu seperti Firman Allah Swt dalam Surah ke-29 Al-Ankabut ayat 49:

بَلْ هُوَ آيَاتٌ بَيِّنَاتٌ ۖ فِي صُدُورِ الَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ وَمَا يَجْحَدُ بِآيَاتِنَا إِلَّا الظَّالِمُونَ ۙ ٤٩

*49. Sebenarnya, Al Quran itu adalah ayat-ayat yang nyata di dalam dada orang-orang yang diberi ilmu. Dan tidak ada yang mengingkari ayat-ayat Kami kecuali orang-orang yang zalim*

Maksudnya, ayat-ayat AlQuran itu dipahami lebih jelas oleh kaum muslim yang berilmu, sehingga tidak

ada seorangpun yang dapat mengubahnya. Orang zalim adalah orang yang setelah diberi keterangan dan penjelasan dengan cara yang baik, ia tetap membantah, membangkang dan bahkan menyatakan permusuhan (Tjasyono dan Syukur, 2014).

Pembelajaran terpadu dapat dibedakan berdasarkan pada pola pengintegrasian materi atau tema sebagai berikut (Amri, 2017):

- a. Pengintegrasian dalam satu disiplin ilmu. Model ini merupakan model pembelajaran terpadu yang mentautkan dua atau lebih bidang ilmu yang serumpun, misalnya dibidang ilmu alam, mentautkan antara dua tema dalam fisika dan biologi yang memiliki relevansi atau antara tema dalam kimia dan fisika.
- b. Pengintegrasian beberapa disiplin ilmu. Model ini merupakan model pembelajaran terpadu yang mentautkan antar disiplin ilmu yang berbeda. Misalnya antara tema yang ada dalam bidang ilmu sosial dengan bidang ilmu alam.
- c. Pengintegrasian gabungan. Model ini merupakan model pembelajaran terpadu yang paling kompleks karena mentautkan antar disiplin ilmu yang serumpun sekaligus bidang ilmu yang

berbeda. Misalnya antara tema yang ada dalam bidang ilmu sosial, bidang ilmu alam, teknologi maupun ilmu agama.

Faiz Hamzah (2015) menjelaskan upaya pembelajaran yang terintegrasi sains dan islam dapat dijalankan dengan prinsip nilai yaitu:

- a. Nilai *kerahmatan*, yakni ilmu harus dapat ditujukan bagi kepentingan dan kemaslahatan umat manusia dan alam semesta.
- b. Nilai *amanah*, yakni ilmu itu amanah Allah bagi pemangkunya, dengan demikian pengembangan dan penerapannya dilakukan dengan niat, cara dan tujuan sebagaimana dikehendaki Allah SWT.
- c. Nilai *dakwah*, yakni pengembangan dan penerapan ilmu merupakan wujud dialog dakwah menyampaikan kebenaran Islam.
- d. Nilai *Tabsyir*, yakni pemangku ilmu senantiasa memberi harapan baik kepada umat manusia tentang masa depan mereka, termasuk menjaga keseimbangan/kelestarian alam.
- e. Nilai *Ibadah*, yakni bagi pemangku ilmu, pengembangan dan penerapan ilmu itu merupakan ibadah.

## 5. Hasil Belajar

Hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan siswa setelah menerima pengalaman belajarnya. Hasil belajar pada hakekatnya merupakan kompetensi yang mencakup aspek pengetahuan, ketrampilan, sikap dan nilai-nilai yang diwujudkan dalam kebiasaan berfikir dan bertindak. Penilaian proses dan hasil belajar saling berkaitan satu dengan yang lainnya karena hasil belajar merupakan akibat dari proses belajar. Proses adalah kegiatan yang dilakukan oleh siswa dalam mencapai tujuan pengajaran, sedangkan hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Horward Kingsley membagi tiga macam hasil belajar, yakni (a) ketrampilan dan kebiasaan, (b) pengetahuan dan pengertian, (c) sikap dan cita-cita. Masing-masing jenis hasil belajar dapat diisi dengan bahan yang telah ditetapkan dalam kurikulum (Ruaifah, 2011).

## 6. Momentum dan Impuls

### 1) Momentum

Momentum adalah besaran yang merupakan perkalian antara massa dan kecepatan (Kusuma, 2015), secara matematis dapat ditulis:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$p$ = momentum (kg m/s<sup>2</sup>)

$m$ = massa benda (kg)

$v$ = kecepatan (m/s<sup>2</sup>)

Momentum sebuah partikel dipandang sebagai ukuran kesulitan untuk mendiamkan sebuah partikel (Tipler, 1998).

### 2) Impuls

Impuls adalah gaya yang diperlukan untuk membuat suatu benda bergerak dalam interval waktu tertentu (Abdullah, 2007).

Berdasarkan hukum II Newton  $\vec{F} = m\vec{a}$ , dapat juga dituliskan sebagai perkalian antara  $\vec{F}$  dan  $\Delta t$  dinamakan impuls, sehingga (Kusuma, 2015):

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t \quad (2.2)$$

Keterangan:

$F$  = gaya (N)

$I$  = impuls (Ns atau kg m/s<sup>2</sup>)

$\Delta t$  = selang waktu (s)

$\Delta \vec{p}$  = perubahan momentum (kg m/s)

### 3) Hubungan Momentum dengan Impuls

Hubungan antara momentum dengan impuls dapat diperoleh dengan mengintegrasikan Hukum II Newton seperti berikut ini (Sutrisno, 1997):

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{F} dt = m d\vec{v}$$

Dengan mengintegrasikan kedua ruas, maka:

$$\int \vec{F} dt = \int m d\vec{v}$$

Partikel tidak berubah dengan waktu atau kecepatan, maka :

$$\vec{F} \int_{t_0}^t dt = m \int_{v_0}^v d\vec{v}$$

$$\vec{F} (t - t_0) = m (\vec{v} - \vec{v}_0)$$

$$\vec{F} \Delta t = \vec{p} - \vec{p}_0$$

$$\vec{I} = \Delta \vec{p} \tag{2.3}$$



Berdasarkan persamaan 2.3, perubahan momentum yang terjadi adalah sama dengan impuls yang dilakukan pada benda.

Ayat Al-Quran yang menjelaskan momentum dan impuls adalah Surat Al-Hajj ayat 1 yang berbunyi:

يَا أَيُّهَا النَّاسُ اتَّقُوا رَبَّكُمُ إِنَّ زَلْزَلَةَ السَّاعَةِ شَيْءٌ عَظِيمٌ ۝١

*Hai manusia, bertakwalah kepada Tuhanmu; sesungguhnya kegoncangan hari kiamat itu adalah suatu kejadian yang sangat besar (dahsyat).*

Surat Al-Hajj ayat 1 menjelaskan bahwa kerusakan yang terjadi akibat hari kiamat sangat dahyat. Terdapat kata “goncangan”, arti goncangan ditinjau dari ilmu fisika yaitu terjadinya perubahan posisi akibat gaya luar. Gaya luar yang dimaksud adalah Kuasa Tuhan (Kusuma, 2015).

#### 4) Konservasi Momentum Linear

Gaya eksternal total  $\vec{F}_{net}$  yang bekerja pada sistem partikel adalah nol (sistem terisolasi) dan

tidak ada partikel yang meninggalkan atau memasuki sistem (sistem tertutup), maka:

$$\vec{F}_{net} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

$$0 = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

atau

$$\vec{p} = \textit{konstan} \quad (2.4)$$

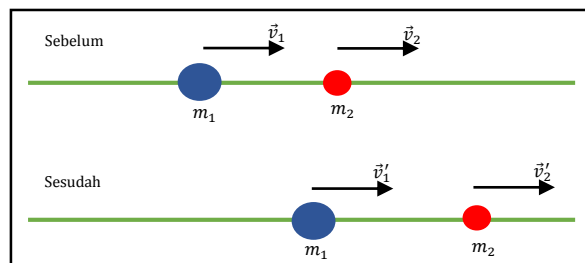
Persamaan 2.4 menyatakan bahwa jika tidak ada gaya eksternal total yang bekerja pada sistem partikel, maka momentum linear total  $P$  dari sistem tidak bisa berubah. Dengan kata lain persamaan 2.4 menjelaskan bahwa untuk sistem tertutup dan terisolasi jumlah momentum linear awal sistem sebelum tumbukan sama dengan jumlah momentum linear sistem setelah tumbukan. Hasil ini disebut hukum konservasi momentum linear (Halliday, Resnick & Walker, 2010).

#### 5) Tumbukan dalam Satu Dimensi

Halliday, Resnick & Walker (2010) menjelaskan bahwa momentum berbeda dengan

energi, momentum sudah pasti terkonservasi sedangkan energi tidak. Jumlah total energi kinetik tidak berubah sebelum dan setelah tumbukan maka energi kinetik tersebut terkonservasi, tumbukan semacam ini disebut tumbukan elastis. Jika setelah tumbukan energi kinetik diubah ke bentuk lain (contoh panas atau suara) maka energi kinetik dalam sistem tersebut tidak terkonservasi dan disebut sebagai tumbukan tidak elastis. Kehilangan energi terbesar terjadi jika setelah tumbukan kedua benda menyatu atau hancur, tumbukan ini disebut tumbukan tidak elastis sempurna.

a) Tumbukan Tidak Elastis



Gambar 2.1 Tumbukan Tidak Elastis

Ilustrasi terjadinya tumbukan terdapat pada gambar 2.1 yang menunjukkan dua buah benda bergerak sebelum dan sesudah tumbukan sepanjang sumbu  $x$ . Dua benda tersebut dalam sistem tertutup dan terisolasi, maka hukum konservasi momentum untuk sistem dua benda adalah sebagai berikut:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (2.5)$$

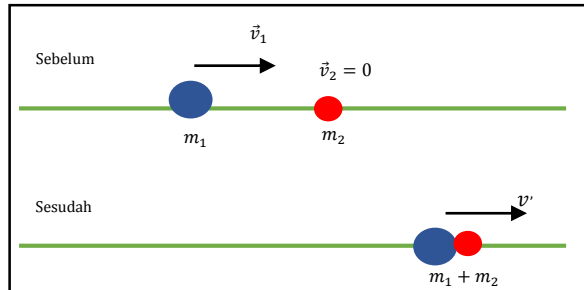
Karena tumbukan dalam satu dimensi maka tanda vektor dapat dihilangkan.

#### b) Tumbukan Tidak Elastis Sempurna

Gambar 2.2 yang menunjukkan dua buah benda tepat sebelum dan sesudah terjadi tumbukan tidak elastik sempurna. Sebelum tumbukan benda dengan massa  $m_2$  diam dan benda  $m_1$  bergerak langsung ke arah  $m_2$ . Setelah tumbukan kedua benda menyatu dan bergerak bersama sehingga kecepatan kedua benda setelah tumbukan nilainya sama.

Persamaan pada tumbukan tidak elastis sempurna menjadi:

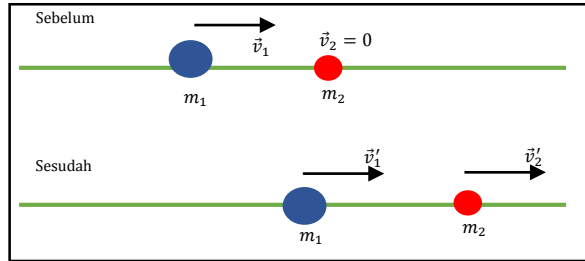
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \quad (2.6)$$



Gambar 2.2 Tumbukan Tidak Elastis Sempurna

### c) Tumbukan Elastik

Gambar 2.3 merupakan benda tepat sesaat dan sebelum bertumbukan elastik. Sebelum tumbukan benda 1 bergerak sepanjang sumbu  $x$  menumbuk benda 2 yang diam. Setelah tumbukan kedua benda bergerak sepanjang sumbu  $x$ . Pada tumbukan elastik tidak berarti bahwa nilai energi kinetik tetap, tetapi nilainya terkonservasi yang berarti bahwa energi kinetik dari setiap benda yang bertumbukan elastik nilainya bisa berubah, tetapi energi kinetik total sistem tidak berubah.



Gambar 2.3 Tumbukan Elastis

Persamaan pada tumbukan elastik berlaku persamaan konservasi momentum linear dan energi kinetik yang dituliskan sebagai berikut:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2.7)$$

dan

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \quad (2.8)$$

#### 6) Tumbukan dalam Dua Dimensi

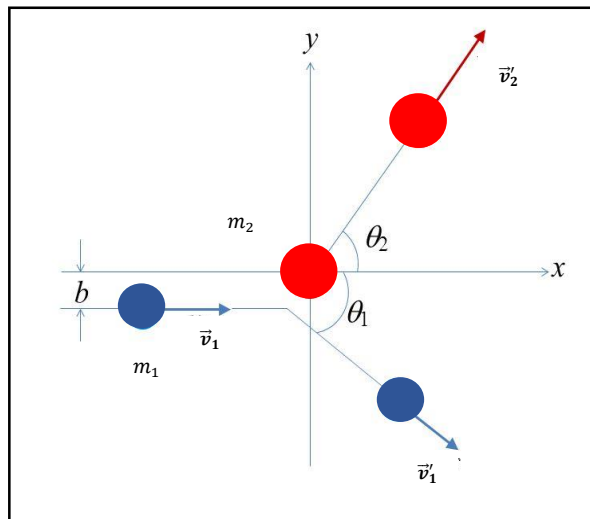
Arah dua benda yang bertumbukan ditentukan oleh impuls diantara keduanya. Pada kasus tumbukan dalam dua dimensi dalam sistem

tertutup dan terisolasi momentum linear total nilainya terkonservasi.

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \quad (2.9)$$

Jika tumbukan bersifat elastis maka berlaku juga konservasi energi kinetik.

$$K_1 + K_2 = K'_1 + K'_2 \quad (2.10)$$



Gambar 2.3 Tumbukan Dua Dimensi

Gambar 2.3 merupakan tumbukan elastik antara benda proyektil dengan target yang

awalnya diam. Impuls antara kedua benda tersebut membuat keduanya bergerak membentuk sudut  $\theta_1$  dan  $\theta_2$  terhadap sumbu  $x$ , yaitu sepanjang garis proyektil bergerak mula-mula. Persamaan dalam kasus tumbukan ini dapat dituliskan komponen sumbu  $x$ :

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 \cos \theta_1 + m_2 v'_2 \cos \theta_2 \quad (2.11)$$

dan sepanjang komponen sumbu  $y$  :

$$0 = -m_1 v'_1 \sin \theta_1 + m_2 v'_2 \sin \theta_2 \quad (2.12)$$

(Halliday, Resnick & Walker, 2010)

## B. Kajian Pustaka

Sebagai acuan dalam penelitian ini, ada beberapa penelitian yang berhubungan dengan modul sebagai sumber belajar antara lain sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh Daniah Syafa'ati dalam "*Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Gelombang dan Elektromagnetik kelas X di MA Hidayatus Syubban Terhadap Hasil Belajar Siswa*". Skripsi Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2018. Hasil



penelitian menunjukkan bahwa penggunaan modul fisika berbasis integrasi sains dan Islam materi gelombang elektromagnetik efektif digunakan terhadap hasil belajar kognitif siswa kelas X MA Hidayatus Syubban dengan  $t_{hitung} = 11,87$  dan  $t_{tabel} = 2,05$  karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_a$  diterima, dengan peningkatan hasil belajar sebesar 58% dan terdapat perbedaan hasil belajar siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan  $t_{hitung} = 2,49$  dan  $t_{tabel} = 1,67$ , karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$  maka  $H_a$  diterima. Peneliti mengadopsi metode penelitian dari Daniah Syafaati, perbedaannya terletak pada materi yang diajarkan dan subjek penelitiannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Sri Mardayani, Hamdi dan Murtiani dalam "*Pengembangan Bahan Ajar Fisika yang Terintegrasi Nilai-Nilai Al Quran pada Materi Gerak untuk Pembelajaran Siswa Kelas X SMA.*" Jurnal Pillar Of Physics Education, 2013 menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut: 1) Bahan ajar Fisika yang terintegrasi nilai-nilai ayat Al-Quran pada materi gerak yang dihasilkan mempunyai tingkat validitas yang tinggi dengan nilai 82,3, 2) Bahan ajar Fisika yang terintegrasi nilai-nilai ayat Al-Quran pada materi gerak sangat praktis dengan nilai 91,5 untuk angket tanggapan guru, dan 93,7 untuk angket tanggapan siswa dan sangat efektif

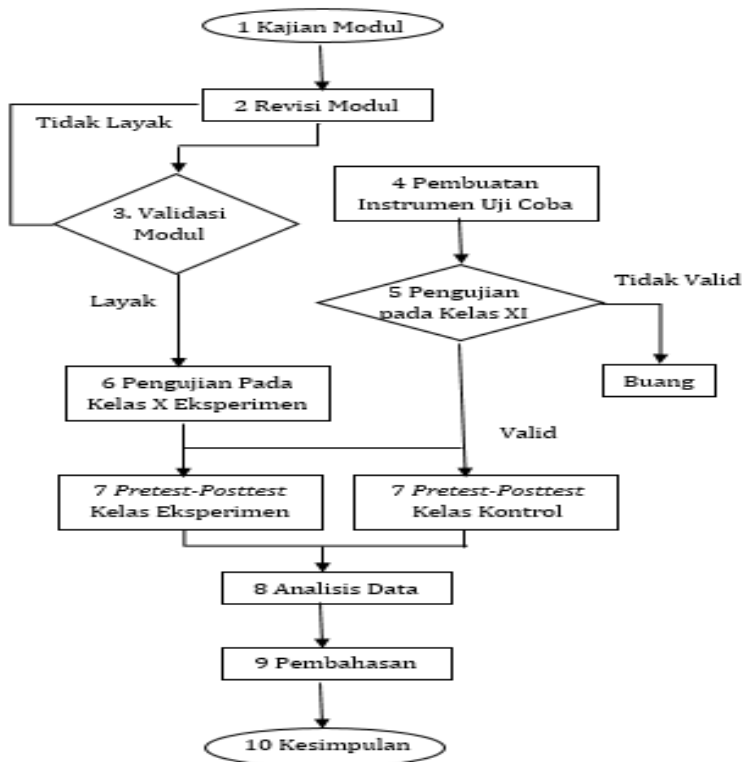
berdasarkan angket keefektivan siswa dengan nilai 90,4 serta meningkatnya hasil belajar siswa. Perbedaan dari penelitian yang dilakukan oleh Sri Mardayani, Hamdi dan Murtiati dengan skripsi peneliti yaitu pada metode penelitian yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Khoiri, Qori Agussuryani dan Puji Hartini dalam "*Penumbuhan Karakter Islami pada Pembelajaran Fisika Berbasis Integrasi Sains-Islam*" , Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah, 2017 menghasilkan penerapan *pembelajaran berbasis integrasi sains-islami* dapat meningkatkan hasil belajar, sikap religius dan sikap sosial. Siswa dengan prosentase ketuntasan belajar sebesar 74 menjadi 90. Sikap religius meningkat dari 72 menjadi 79 serta sikap sosial meningkat dari 67 menjadi 76 yang dibuktikan dengan indikator tidak mencontek ataumemberikan contekan serta melaporkan kegiatan belajar secara transparan Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa baik secara teori maupun empiris, menerapkan *pembelajaran berbasis integrasi sains-islami* dapat ditingkatkan hasil belajar dan karakter islami pada sikap religious berupa kejujuran dan sikap sosial berupa kerjasama siswa kelas XI RPL pada mata pelajaran fisika semester gasal tahun pelajaran 2016/2017 di SMK

Takhassus Al-Quran. Penelitian yang dilakukan oleh Khoiri Agussuryani merupakan penelitian tindakan kelas, sedangkan skripsi peneliti bukan merupakan penelitian tindakan kelas.

### C. Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerangka Berfikir Penelitian

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan *Quasi Experimental Design* dengan bentuk *Nonequivalent Control Group Design*. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya diambil secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. *Quasi Experimental Design* mempunyai kelompok kontrol, tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen. *Quasi Eksperimental Design* digunakan karena pada kenyataannya sulit mendapatkan kelompok kontrol yang sama persis dengan kelompok eksperimen yang digunakan untuk penelitian. *Nonequivalent Control Group Design* terdapat *pretest* sebelum diberi perlakuan, dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat karena membandingkan keadaan sebelum dan

sesudah diberi perlakuan, hanya saja pada desain ini kelompok tidak dipilih secara random (Sugiyono, 2016).

## **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

### 1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Madrasah Aliyah Negeri 1 Kebumen pada kelas X IPA 1 dan X IPA 2 yang beralamat di Jalan Cincin Kota Nomer 16-19, Watubarut, Gemeksekti, Kecamatan Kebumen, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.

### 2. Waktu Penelitian

Berdasarkan kurikulum 2013 revisi 2016 materi momentum dan impuls diajarkan pada peserta didik kelas X semester genap tahun ajaran 2018-2019. Waktu penelitian dilaksanakan pada tanggal 11-30 Maret 2019.

## **C. Populasi dan Sampel Penelitian**

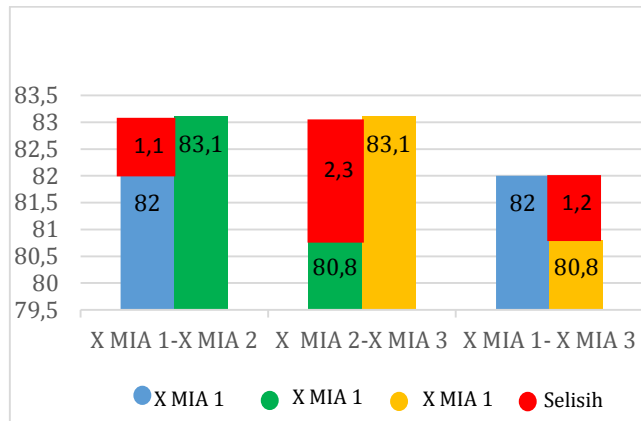
Populasi adalah sumber data dalam penelitian tertentu yang memiliki jumlah banyak dan luas (Darmawan, 2013). Sedangkan sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Nonprobability Sampling* dengan bentuk *purposive*

*sampling. Nonprobability Sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang tidak memberikan peluang/kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel, sedangkan *purposive sampling* adalah pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2014). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa MAN 1 Kebumen, sedangkan sampel pada penelitian ini adalah kelas X MIA 1 dan X MIA 2.

Pertimbangan dalam penelitian ini adalah karena modul yang digunakan berorientasi integrasi sains dan islam maka sekolah yang digunakan untuk penelitian adalah Madrasah Aliyah (MA), kemudian karena mata pelajaran yang dipelajari adalah fisika maka yang dijadikan kelas sampel adalah kelas peminatan IPA, dan karena kelas X MIA 1, X MIA 2 dan X MIA 3 merupakan kelas yang normal ( $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ ) dan homogen ( $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ ), maka sampel penelitian yang diambil adalah kelas yang mempunyai selisih rata-rata nilai ulangan fisika paling sedikit yaitu kelas X MIA 1 dan X MIA 2 (lihat Grafik 3.1).

#### D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk diteliti dan dipelajari kesimpulanya.



Grafik 3.1 Perbandingan Nilai UAS Fisika

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2014).

Penelitian ini menggunakan 2 variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat, yaitu:

##### 1. Variabel bebas

Variabel bebas disebut variabel X. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan sumber

belajar dalam proses kegiatan belajar mengajar (KBM).

## 2. Variabel terikat

Variabel terikat disebut dengan variabel Y. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar siswa yang menggunakan sumber belajar dalam proses kegiatan belajar mengajar (KBM).

## **E. Teknik Pengumpulan Data**

Metode Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah:

### 1. Kuesioner/angket

Angket termasuk alat untuk mengumpulkan dan mencatat data atau informasi, pendapat, dan paham dalam hubungan kausal (Arifin, 2011). Angket digunakan untuk mengetahui kelayakan modul oleh ahli materi, ahli media dan ahli bahasa, serta digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap modul. Angket yang digunakan untuk kelayakan modul dalam bentuk skala likert, sedangkan angket yang digunakan untuk mengetahui respon siswa dalam bentuk skala guttman.



## 2. Tes

Tes bentuk objektif sering juga disebut tes dikotomi (*dichotomously scored item*) karena jawabanya antara benar atau salah dan skornya antara 1 atau 0 (Arifin, 2011). Tes yang dilakukan adalah *pretest-posttest* untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan modul integrasi sains-islam terhadap hasil belajar siswa. Instrumen *pretest-posttest* yang digunakan adalah bentuk pilihan ganda dengan lima alternatif jawaban.

## 3. Observasi

Observasi adalah suatu proses pengamatan dan pencatatan secara sistematis, logis, objektif, dan rasional mengenai berbagai fenomena, baik dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan untuk mencapai tujuan tertentu (Arifin, 2011). Observasi dilakukan guna mengetahui bagaimana kegiatan belajar mengajar dan sumber belajar yang digunakan yang dilaksanakan di kelas. Observasi dilakukan saat *pra-riset* tanggal 10 Desember 2018 pada kelas X MIA 1 dan X MIA 2, didapatkan hasil bahwa pada mata pelajaran fisika siswa menggunakan buku siswa fisika karya Intan

Pariwara, sementara guru menggunakan pegangan buku guru kelas X karya Intan Pariwara serta buku guru dan buku siswa kelas X SMA/MA karangan Aris Prasetyo Nugroho. Baik buku siswa maupun buku guru yang digunakan dalam proses KBM belum terintegrasi nilai islam.

## **F. Teknik Analisis Data**

### **1. Rumusan Hipotesis**

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam kalimat bentuk pertanyaan. Dikatakan jawaban sementara karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori relevan, belum didasarkan pada fakta empiris yang diperoleh sebagai jawaban teoritis (Sugiyono, 2017). Dalam hal ini peneliti mengajukan hipotesis bahwa ada perbedaan hasil belajar antara siswa yang menggunakan modul fisika berpendekatan integrasi sains dan Islam materi momentum dan impuls (kelas eksperimen) dengan siswa yang tidak menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan Islam materi momentum dan impuls (kelas kontrol).

## 2. Analisis Instrumen

### a. Uji Validitas

Hasil penelitian yang valid apabila terdapat kesamaan antara data yang terkumpul dengan data yang sesungguhnya terjadi pada objek yang diteliti validitasnya. (Sugiyono, 2014)

Uji validitas dapat dicari dengan menggunakan rumus koefisien korelasi biserial instrument tes bentuk diktomi (skor 1 atau 0).

$$r_{pbis} = \frac{M_p - M_q}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

$r_{pbis}$  = koefisien korelasi biserial

$M_p$  = rerata skor yang menjawab betul

$M_q$  = rerata skor total

$S_t$  = standar deviasi dari skor total

$p$  = proporsi siswa yang menjawab benar

$q$  = proporsi siswa yang menjawab salah

### b. Uji Reliabilitas

Hasil penelitian yang reliabel, bila terdapat kesamaan data dalam waktu yang berbeda. (Sugiyono, 2014). Uji reliabilitas menggunakan rumus KR-20 (*Kuder Richardson*) karena skor yang dihasilkan berupa skor diktomi (1 dan 0). Kriteria

indeks reliabilitasnya dapat dilihat pada tabel 3.1 (Riduwan dan Sunarto, 2017).

$$r = \frac{k}{k-1} \left( \frac{S_t^2 - \sum pq}{S_t^2} \right) \quad (3.2)$$

Keterangan:

$r$  = koefisien reliabilitas

$k$  = jumlah item dalam instrumen

$S_t^2$  = varians total

Tabel 3.1 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r

Skor Rata-Rata $r$	Kriteria
$r \geq 0,80$	Sangat Baik
$0,60 \leq r < 0,80$	Baik
$0,40 \leq r < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r < 0,40$	Rendah
$r < 0,20$	Sangat Rendah

### c. Taraf Kesukaran

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sulit. Soal yang terlalu mudah tidak bisa merangsang perkembangan berfikir siswa, sedangkan soal yang terlalu sulit cenderung menjadikan siswa putus asa. Tingkat kesukaran soal dapat dicari menggunakan rumus (Supranata, 2009):

$$P = \frac{\text{Jawaban Benar}}{\text{Jumlah Siswa}} \quad (3.3)$$

Tabel 3.2 Kriteria Taraf Kesukaran

Skor Rata-Rata $P$	Kriteria
$P < 0,30$	Mudah
$0,30 \leq P \leq 0,70$	Sedang
$P > 0,70$	Sulit

#### d. Daya Beda Soal

Daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah. Daya beda soal dapat dicari dengan menggunakan rumus (Sutiyono, 2015):

$$DB = \frac{\text{Jawaban benar}}{\text{Jumlah siswa kelas atas}} - \frac{\text{Jawaban benar}}{\text{Jumlah siswa kelas bawah}} \quad (3.4)$$

Tabel 3.3 Kriteria Daya Beda Soal

Skor Rata-Rata Daya Beda	Kesimpulan
$DB < 0,20$	Jelek dan Dibuang
$0,20 \leq DB < 0,30$	Sedang dan Diperbaiki
$0,30 \leq DB < 0,40$	Baik dan Diperbaiki
$DB \geq 0,40$	Sangat baik

### 3. Prasyarat Analisis Data

#### a. Uji Normalitas

Uji normalitas ini dilakukan untuk mengetahui apakah sampel yang diteliti berasal dari populasi yang terdistribusi normal atau tidak normal. Uji normalitas data pretest maupun

posttest yang digunakan pada penelitian ini dengan menggunakan uji Chi-kuadrat dengan langkah rumus 3.5 sebagai berikut (Sugiyono, 2014):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \quad (3.5)$$

Keterangan:

$f_o$  = frekuensi yang diobservasi

$f_h$  = frekuensi yang diharapkan

#### b. Uji Homogenitas

Setelah kelas diuji kenormalannya maka selanjutnya kelas diuji kehomogenitasannya. Rumus uji homogenitas yang digunakan adalah uji fisher, karena hanya terdapat dua kelompok data dengan rumus (Sugiyono, 2014):

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2 \text{ varians terbesar}}{S_2^2 \text{ varians terkecil}} \quad (3.6)$$

Rumus varian dapat dihitung menggunakan persamaan (3.7) berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n-1}} \quad (3.7)$$

Membandingkan  $F_{hitung}$  dengan nilai  $F_{tabel}$  untuk  $\alpha = 0,05$  dan derajat kebebasan  $(dk) = n-1$ , dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima, yang berarti varians kedua populasi homogen.
- 2) Jika  $F_{hitung} \geq F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak, yang berarti varians kedua populasi tidak homogen.

#### 4. Analisis Data

##### a. Uji Perbedaan Dua Rata-Rata

Analisis data atau uji hipotesis menggunakan t-test karena data yang digunakan adalah data interval. Uji yang digunakan adalah uji dua pihak menggunakan t-test dua sampel berkorelasi, yaitu (Sugiyono, 2014):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.8)$$

Keterangan:

- $r$  = Korelasi antara dua sampel
- $\bar{x}_1$  = Rerata sampel 1
- $\bar{x}_2$  = Rerata sampel 2
- $s_1$  = Simpangan baku sampel 1
- $s_2$  = Simpangan baku sampel 2
- $n_1$  = Jumlah sampel 1
- $n_2$  = Jumlah sampel 2
- $s_1^2$  = Varians sampel 1

$$s_1^2 = \text{Varians sampel 2}$$

b. Uji Tingkat Efektif

Uji tingkat efektif digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat efektif penggunaan modul integrasi sains-islam terhadap hasil belajar peserta didik. Uji tingkat efektif menggunakan rumus *N-gain* dari Hake (Lestari, 2015) yang dituliskan:

$$N - gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretest}} \quad (3.9)$$

Tingkat pencapaian *N-gain* terdapat dalam tabel (3.4):

Skor Rata-rata <i>N-gain</i>	Kategori
$N-gain \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < N-gain < 0,70$	Sedang
$N-gain \geq 0,70$	Tinggi

5. Analisis Angket

Analisis angket dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung uji kelayakan dan respon siswa terhadap modul. Angket berupa 2 bentuk, yaitu:



a. Skala Likert

Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dalam penelitian, fenomena sosial ini telah ditetapkan secara spesifik oleh peneliti, yang selanjutnya disebut sebagai variabel penelitian (Sugiyono, 2016). Menghitung skor rata-rata tiap aspek yang dinilai menggunakan persamaan (Widoyoko, 2012) (3.10):

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.10)$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = skor rata-rata penilaian oleh ahli

$\sum X$  = jumlah skor yang diperoleh ahli

$N$  = jumlah skor total

Mengubah skor rata-rata yang diperoleh dalam bentuk kualitatif, yaitu menggunakan persamaan (3.11):

$$\text{jarak interval } (i) = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} \quad (3.11)$$

Sehingga diperoleh kategori interval modul seperti tabel 3.5.

Tabel 3.5 Interval Kategori Modul

Skor Rata-rata ( $\bar{X}$ )	Kategori
$\bar{X} \geq 4,00$	Sangat Baik (SB)
$3,00 \leq \bar{X} < 4,00$	Baik (B)
$2,00 \leq \bar{X} < 3,00$	Kurang (K)
$2,00 < \bar{X}$	Sangat Kurang (SK)

Perhitungan presentase kelayakan modul menggunakan persamaan (3.12) berikut:

$$\text{presentase kelayakan} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \quad (3.12)$$

#### b. Skala Guttman

Penelitian menggunakan skala guttman dilakukan apabila ingin mendapatkan jawaban yang tegas terhadap suatu permasalahan yang ditanyakan (Sugiyono, 2016). Angket yang digunakan untuk mengetahui respon siswa diolah secara kuantitatif menggunakan persamaan (3.13) yaitu:

$$P = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (3.13)$$

Keterangan :

$P$  = Presentase respon Siswa

$F$  = Frekuensi yang sedang dicari presentasenya

$N$  = Jumlah responden

Rata-rata skor pendapat siswa dapat dikonversikan (Riduwan dan Sunarto, 2011) seperti tabel 3.6:

Tabel 3.6 Interval Kategori Respon Siswa Terhadap Modul

Skor rata-rata ( $\bar{X}$ )	Kategori
$\bar{X} > 80\%$	Sangat Baik (SB)
$60\% < \bar{X} \leq 80\%$	Baik (B)
$40\% < \bar{X} \leq 60\%$	Cukup (C)
$20\% < \bar{X} \leq 40\%$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq 20\%$	Sangat Kurang (SK)

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil**

1. Tahap Persiapan
  - a. Revisi Modul

Bahan ajar yang digunakan dalam peneliti adalah bahan ajar yang dikembangkan oleh Vetti Nurkhabibah yang didalamnya terdapat tiga bab yaitu bab usaha & energi, hukum kekekalan energi mekanik dan bab momentum, impuls & tumbukan untuk kelas XI SMA/MA dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) 2006. Bahan ajar tersebut divalidasi oleh 2 ahli materi, yaitu Agus Sudarmanto M,Si (Dosen UIN Walisono) dan Ellya Susanti, S.Pd (Guru Fisika MA Darul Amanah). Penilaian untuk ahli media dilakukan oleh 2 Dosen Fisika UIN Walisongo Qisthi Fariyani, M.Pd dan Hesti Khuzaimah Nurul Yusufiyah. Penilaian untuk ahli integrasi Sains-Islam dilakukan oleh 2 Dosen Fisika UIN Walisongo yaitu Drs. H. Jasuri, M.SI dan Biaunik Niski Kumila, S.Si, M.Sc. Berikut adalah hasil validasi oleh ahli materi, media dan inegrasi Sains-Islam (Nurkhabibah, 2017):

Tabel 4.1 Hasil Validasi Sebelum Revisi

Aspek	Kategori	Persen-tase	Rerata Persentase	Keter-angan
Materi	Keakuratan Materi	85%	79%	Baik
	Teknik Penyajian	80%		
	Kebahasaan	76%		
	Kegrafisan	73%		
Media	Desain Modul	75%	75%	Baik
Integrasi Sains-Islam	Integrasi Sains-Islam	80%	80%	Baik

Secara keseluruhan, berdasarkan tabel 4.1 bahan ajar yang dikembangkan oleh Vetti Nurkhabibah memiliki kualitas Baik dan layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi (Nurkhabibah, 2017). Selanjutnya peneliti melakukan revisi terhadap bahan ajar tersebut berupa modul fisika materi momentum, impuls dan tumbukan yang difokuskan pada konten integrasi Sains-Islam yang kemudian divalidasi pada aspek materi, media dan bahasa. Perbedaan pengelompokan aspek instrumen validasi yaitu pada aspek materi sebelumnya terdapat sub aspek kebahasaan & kegrafisan, dan aspek integrasi Sains-Islam berdiri sendiri, kemudian peneliti mengubah

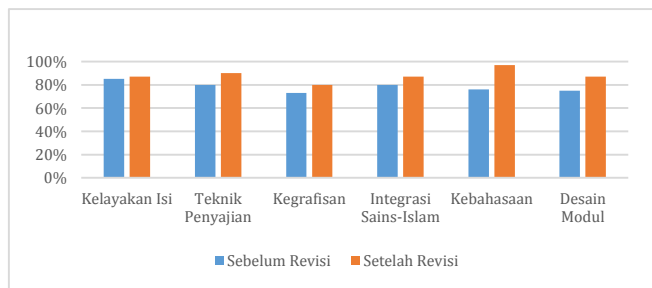
susunan aspek integrasi Sains-Islam menjadi sub aspek materi, sub aspek kebahasaan berdiri sendiri menjadi aspek bahasa dan sub aspek kegrafisan dikelompokkan dalam aspek media. Validator pada modul fisika materi momentum dan impuls sejumlah 4 orang yaitu 2 dosen UIN Fisika Walisongo; Agus Sudarmanto, M.Si & Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd, dan 2 guru Fisika MAN 1 Kebumen yaitu; Drs. H. Momon Rakhmat & Drs. H. Edi Susanto, M.P.Fis yang masing-masing validator menilai 3 aspek sekaligus yaitu aspek materi, media dan bahasa. Hal yang mendasari mengapa seorang validator menilai sekaligus 3 aspek adalah sebagai pendidik profesional baik guru maupun dosen harus memiliki 4 kompetensi yaitu; 1) kompetensi pedagogis diantaranya meliputi keterampilan guru dalam menjelaskan materi dan melaksanakan metode pembelajaran, 2) kompetensi kepribadian diantaranya meliputi karakteristik personal guru yang mencerminkan sikap dan perilaku sehari-hari dalam melaksanakan tugas, 3) kompetensi sosial yaitu kompetensi dan keterampilan guru terkait interaksi dengan orang lain, dan 4) kompetensi profesional diantaranya meliputi kemampuan dan

keterampilan penguasaan materi terhadap materi ilmu lain yang terkait dengan pokok bahasan materi tertentu (Shabir, 2015). Hasil validasi modul fisika materi momentum dan impuls adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Validasi Modul Setelah Revisi

Aspek	Kategori	Persentase	Rerata Persentase	Keterangan
Materi	Kelayakan Isi	87%	88%	Sangat Baik
	Teknik Penyajian	93%		
	Integrasi Sains-Islam	87%		
Media	Desain Modul	90%	90%	Sangat Baik
Bahasa	Kebahasaan	96%	96%	Sangat Baik

Secara keseluruhan nilai hasil validasi bahan ajar sebelum dan modul sesudah revisi mengalami peningkatan, ditunjukkan pada grafik 4.1.



Grafik 4.1 Perbandingan Hasil Validasi Sebelum dan Sesudah Revisi

Berdasarkan grafik 4.1 peningkatan yang paling besar yaitu pada aspek kebahasaan yang meningkat sebesar 20% sementara peningkatan terkecil yaitu pada sub aspek kelayakan isi atau keakuratan materi sebesar 2%.

Hasil revisi bahan ajar fisika setelah divalidasi terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Revisi Bahan Ajar Fisika

<b>Sebelum Revisi</b>	<b>Sesudah Revisi</b>
Kajian Islami berisi ayat mengenai tumbukan QS Al-Haqqah ayat 14. (Halaman 49)	Kajian Islami diganti ayat mengenai pentingnya belajar menurut Islam. (Halaman 1)
Subbab momentum dan impuls, hukum kekekalan momentum, jenis-jenis tumbukan belum disertai ayat Al-Quran. (Halaman 50,56,66)	Subbab momentum dan impuls, hukum kekekalan momentum, jenis-jenis tumbukan disertai ayat Al-Quran. (Halaman 2,12)
Persamaan 5.2 sampai persamaan 5.4 menggunakan simbol $u$ dan $v$ untuk kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan. (Halaman 51)	Simbol diganti menjadi $v_1$ dan $v_2$ untuk kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan pada persamaan 2 sampai persamaan 4. (Halaman 3)
Subbab impuls hanya diberikan contoh peristiwa yang memperlama selang waktu. (Halaman 52)	Subbab impuls dilengkapi contoh peristiwa yang mempersingkat selang waktu. (Halaman 6)
Contoh soal dan latihan soal kurang mencerminkan soal yang terintegrasi sains dan islam. (Halaman 55, 88)	Contoh soal dan latihan soal lebih mencerminkan soal yang terintegrasi sains dan islam. (Halaman 9, 10, 25, 28)



Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Menyelidiki hukum kekekalan momentum pada kegiatan 5.1 menggunakan kereta dinamik.  (Halaman 56)	Menyelidiki hukum kekekalan momentum pada kegiatan 1 menggunakan balon yang ditiup.  (Halaman 10)
Terdapat kegiatan 5.2 mengenai bola dinamik pada subbab jenis-jenis tumbukan.  (Halaman 66)	Kegiatan tersebut dihilangkan. (Tidak terdapat kegiatan pada subbab ini.)
Persamaan 5.19 pada roket hanya diselesaikan sampai hukum kekekalan momentum.	Persamaan 14 pada roket diselesaikan sampai kecepatan roket saat bahan bakar habis.
(Halaman 78)	(Halaman 20)
Ilmuwan Christian Huygens. (Halaman 65)	Ilmuwan Sains Muslim Indonesia B.J Habibie. (Halaman 29)
Refleksi berisi tentang roket dan mesin jet.  (Halaman 82)	Refleksi diganti dengan siswa merumuskan peta konsep secara mandiri untuk mengukur pemahaman siswa. (Halaman 28)

Terdapat 3 paradigma integrasi Sains dengan Islam, yaitu; 1) Islamisasi Sains, 2) Saintifikasi Islam, 3) Sains Islam. Hermawan (2017) menyatakan bahwa baik Islamisasi Sains maupun Saintifikasi Islam adalah upaya yang masih memiliki kelemahan. Pada dasarnya sains adalah produk akal manusia bisa benar atau salah, sementara Al-Quran adalah kebenaran mutlak,

jadi Sains Islam adalah sains yang sepenuhnya dibangun atas fondasi wahyu dan tradisi, Al-Quran dan As-Sunnah. Paradigma Sains Islam memiliki 3 pilar yaitu; 1) Pilar ontologis, adalah hal yang menjadi subjek ilmu yaitu Sains dan Islam, 2) pilar aksiologis, adalah tujuan ilmu pengetahuan dibangun dan dirumuskan yaitu untuk mengenal Sang Pencipta melalui pola-pola ciptaan-Nya, 3) Pilar epistemologis, adalah cara mencapai ilmu pengetahuan yakni berupa modal penglihatan, pendengaran, dan hati sebagai alat memperoleh pengetahuan. Peneliti menggunakan paradigma Islamisasi sains. Skema konsep momentum dan impuls yang terintegrasi Al-Quran terdapat pada tabel 4.4.

b. Penyusunan Instrumen

Proses penyusunan instrumen soal uji coba dilaksanakan setelah revisi bahan ajar menjadi modul. Berikut adalah tahap penyusunan instrumen uji coba:

- 1) Analisis variabel penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah penggunaan sumber belajar yang berakibat pada variabel terikat

Tabel 4.4 Analisis Ayat Al-Quran

Ayat Al-Quran	Konsep Fisika	Analisis Ayat Al-Quran
QS Al-Hajj ayat 1	Tumbukan terjadi karena adanya interaksi dua benda atau lebih.	Ayat ini menjelaskan terjadinya hari kiamat dimana kiamat adalah suatu kejadian yang sangat besar karena guncangan. Arti guncangan dalam ilmu fisika berarti terjadinya tumbukan akibat gaya luar.
QS Al-Haqqah ayat 14	Tumbukan tidak lenting terjadi ketika setelah tumbukan benda kehilangan seluruh energi sehingga kedua benda bersatu atau hancur.	Ayat ini menjelaskan tentang dahsyatnya hari kiamat. Kalimat dua benda yang “diangkat” kemudian “dibenturkan” jika ditinjau dalam ilmu fisika berarti ketika dua benda dibenturkan maka benda bergerak saling mendekat kemudian terjadi interaksi atau tumbukan. Benda yang dimaksud dalam ayat tersebut adalah bumi dan gunung.

yaitu hasil belajar. Hasil belajar siswa dikategorikan menjadi tiga aspek, yaitu aspek kognitif, afektif dan psikomotorik. Penelitian ini difokuskan pada aspek kognitif.

- 2) Menetapkan jenis instrumen. Instrumen penilaian pada aspek afektif menggunakan instrumen non-tes bentuk penilaian sikap. Instrumen penilaian aspek psikomotorik menggunakan instrumen non-tes berupa penilaian unjuk kerja. Instrumen penilaian

pada aspek kognitif menggunakan instrumen tes, bentuk pilihan ganda berjumlah 30 soal.

- 3) Menetapkan kisi-kisi instrumen. Kisi-kisi instrumen penilaian kognitif pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kisi-kisi Instrumen Uji Coba Aspek Kognitif

Level Kognitif	C1	C2	C3	C4
Jumlah Soal	7	16	4	3
Kategori	Mudah	Sedang	Sulit	
Persentase	23,33%	53,33%	23,33%	

- 4) Menyusun item instrumen penilaian. Penyusunan instrumen penilaian disesuaikan dengan kisi-kisi yang sudah dibuat dan bentuk tes yang digunakan.
- 5) Menguji coba instrumen. Penelitian ini difokuskan pada aspek kognitif, maka instrumen yang diuji coba adalah instrumen soal kognitif. Uji coba dilakukan guna mengetahui tingkat kesukaran, daya beda, validitas dan reliabilitas tiap item soal yang akan menentukan item soal digunakan atau dibuang untuk soal *pretest-posttest*. Hasil analisis soal uji coba pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Analisis Instrumen Uji Coba

Analisis	Jumlah Soal	Keterangan	Persentase
Validitas	15	Valid	50,00%
	15	Tidak Valid	50,00%
Tingkat Kesukaran	7	Mudah	23,33%
	21	Sedang	70,00%
	2	Sulit	6,67 %
Daya Beda	11	Jelek	36,67%
	3	Sedang	1,00%
	5	Baik	16,67%
	11	Sangat Baik	36,67%
Reliabilitas	dengan $\alpha=5\%$ didapatkan $r\text{-pbi} = 0,589$ kategori sedang.		

## 2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian pada tanggal 11 Maret 2019 sampai tanggal 30 Maret 2019, jumlah pertemuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah 3 pertemuan dengan masing-masing pertemuan 3 jam pelajaran (3x45 menit). Berdasarkan hasil Ulangan Akhir Semester Gasal mata pelajaran fisika yang diuji normalitas, kelas X MIA 2, X MIA 2 dan X MIA 3 merupakan kelas yang normal. Kemudian pemilihan sampel dipilih berdasarkan kelas yang mempunyai selisih terdekat rata-rata nilai ulangan yaitu kelas X MIA 1 dan X MIA 2. Berikut adalah data yang didapatkan dari pelaksanaan penelitian di MAN 1 Kebumen:

a. Pelaksanaan *Pretest*

Tes yang pertama kali dilakukan adalah *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa kelas eksperimen X MIA 1 dan kelas kontrol X MIA 2. *Pretest* pada kelas X MIA 1 dilaksanakan pada hari Senin, 11 Maret 2019 dan kelas X MIA 2 dilaksanakan pada hari Kamis, 14 Maret 2019 selama 45 menit. Berikut adalah hasil *pretest* yang dilakukan oleh 46 siswa:

Tabel 4.7 Hasil *Pretest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Rata-rata
Kontrol	60	20	43,5
Eksperimen	73,3	20	44,4

Berdasarkan tabel 4.7 kelas eksperimen memiliki nilai lebih tinggi dengan selisih 13,3 dari kelas kontrol serta nilai rata-rata mempunyai selisih 1,1. Hasil *pretest* kemudian diuji normalitas dan homogenitas untuk mengetahui data yang didapatkan terdistribusi normal atau tidak, dan data memiliki varians yang sama atau tidak. Hasil uji normalitas dan homogenitas *pretest* kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas *Pretest*

Kelas	$\chi^2_{hitung}$	$\chi^2_{tabel}$	Kesimpulan
Kontrol	7,25	11,6	Normal
Eksperimen	7,25		Normal

Syarat data normal adalah jika nilai  $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ , pada derajat kebebasan (dk)  $6-1=5$  dan  $\alpha=5\%$  maka data hasil *pretest* kelas kontrol dan kelas eksperimen dinyatakan normal.

Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas *Pretest*

Kelas	$S^2$	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	Kesimpulan
Kontrol	100	1,74	2,1	Homogen
Eksperimen	174			

Syarat data homogen adalah  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , uji homogenitas dengan dk pembilang= $23-1=22$  dan dk penyebut= $21-1=20$  pada  $\alpha=5\%$  diperoleh  $F_{tabel}=2,1$  dan disimpulkan data *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki varians yang sama atau homogen.

b. Kegiatan Belajar Mengajar (KBM)

Jadwal pelaksanaan proses kegiatan belajar mengajar kelas eksperimen dapat dilihat pada tabel 4.10 dan kelas kontrol dapat dilihat pada tabel 4.11. *Pretest* dilaksanakan selama 45 menit, kemudian dilanjutkan ke KBM materi

momentum dan impuls dengan total waktu 7x45 menit dan terakhir *posttest* selama 45 menit.

Tabel 4.10 Pelaksanaan KBM Kelas Eksperimen

Minggu	Senin	Rabu	
ke-	Jam ke-1	Jam ke-2	Jam ke-5
2	Pretest	KBM 1	KBM 2
3	KBM 3	KBM 4	KBM 5
4	KBM 6	KBM 8	Posttest

Tabel 4.11 Pelaksanaan KBM Kelas Kontrol

Minggu	Kamis	Sabtu	
ke-	Jam ke-7	Jam ke-8	Jam ke-9
2	Pretest	KBM 1	KBM 2
3	KBM 3	KBM 4	KBM 5
4	KBM 6	KBM 7	Posttest

### 1) KBM pada Kelas Eksperimen

Proses pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan sumber belajar modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi Sains-Islam. Apersepsi yang digunakan peneliti adalah ayat Al-Quran yang berkaitan dengan materi momentum dan impuls, tujuannya sesuai dengan KI-1 agar siswa semakin menghayati ajaran agama Islam. Selama KBM berlangsung siswa melaksanakan 2 kegiatan eksperimen seperti yang tercantum dalam modul fisika



materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi Sains-Islam, setelah kegiatan selesai dilaksanakan siswa mendiskusikan hasil eksperimen untuk menemukan kesimpulan dari kegiatan yang telah dilaksanakan. Metode yang digunakan peneliti dalam penyampaian materi di kelas eksperimen yaitu metode ceramah, diskusi kelompok, tanya jawab dan eksperimen.

## 2) KBM pada Kelas Kontrol

Proses pembelajaran pada kelas kontrol menggunakan sumber belajar yang disediakan oleh sekolah. Apersepsi yang digunakan peneliti adalah demonstrasi peristiwa yang terkait materi momentum dan impuls. Selama KBM berlangsung peneliti melakukan demonstrasi 2 kegiatan di depan kelas kemudian disimpulkan bersama dengan siswa. Metode yang digunakan peneliti dalam penyampaian materi di kelas kontrol yaitu metode ceramah, diskusi kelompok, tanya jawab dan eksperimen.

c. Pelaksanaan *Posttest*

Tes yang kedua dilakukan adalah *posttest* untuk mengetahui perbedaan rata-rata dan tingkat efektif modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains-islam terhadap hasil belajar siswa kelas eksperimen dan penggunaan bahan ajar yang disediakan oleh sekolah pada kelas kontrol. *Posttest* pada kelas eksperimen dilaksanakan pada hari Rabu, 27 Maret 2019 dan kelas kontrol pada hari Sabtu, 30 Maret 2019. Berikut adalah hasil *posttest* yang dilakukan oleh 46 siswa:

Tabel 4.12 Hasil *Posttest* Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Kelas	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Rata-rata
Kontrol	86,7	40	65,2
Eksperimen	86,7	53,3	72,1

Berdasarkan tabel 4.12 didapatkan nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dengan selisih 6,9. Hasil *posttest* kemudian diuji normalitas dan homogenitasnya untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal dan mempunyai sebaran variasi data yang sama atau tidak. Berikut adalah hasil uji normalitas dan homeogenitas *posttest*:

Tabel 4.13 Uji Normalitas *Posttest*

Kelas	$\chi^2_{hitung}$	$\chi^2_{tabel}$	Kesimpulan
Kontrol	8,97	11,6	Normal
Eksperimen	5,41		Normal

Syarat data normal adalah jika nilai  $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ , pada derajat kebebasan (dk)  $6-1=5$  dan  $\alpha=5\%$  maka data hasil *posttest* kelas kontrol dan kelas eksperimen dinyatakan normal.

Tabel 4.14 Hasil Uji Homogenitas *Posttest*

Kelas	$S^2$	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	Kesimpulan
Kontrol	137,4	2,1	2,1	Homogen
Eksperimen	65,1			

Syarat data homogen adalah  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ , uji homogenitas dengan dk pembilang= $23-1=22$  dan dk penyebut= $21-1=20$  pada  $\alpha=5\%$  diperoleh  $F_{tabel}=2,1$  dan disimpulkan data *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki varians yang sama atau homogen.

d. Hasil angket respon siswa

Kelas eksperimen adalah kelas yang dalam bab momentum menggunakan modul berpendekatan integrasi Sains-Islam dan kelas

kontrol menggunakan bahan ajar yang disediakan oleh sekolah yaitu LKS Fisika kelas X semester 2 karya Intan Pariwara. Setelah bab momentum selesai siswa diminta untuk mengisi angket terkait dengan penggunaan modul dan bahan ajar selama proses pembelajaran. Berikut adalah hasil angket respon siswa:

Tabel 4.15 Hasil Angket Respon Siswa Kelas Kontrol

No	Indikator Angket	Persentase	Keterangan
1	Perhatian	36,9 %	Kurang
2	Kepuasan	29,35 %	Kurang
3	Relevansi Kebutuhan	46,74 %	Cukup
4	Percaya diri	50,24 %	Cukup
Rata-rata		40,82%	Cukup

Berdasarkan tabel 4.15 dapat ditarik kesimpulan bahwa respon siswa kelas X MIA 2 terhadap bahan ajar yang digunakan selama proses pembelajaran fisika yang disediakan oleh sekolah mempunyai persentase 40,82% dalam kategori cukup.

Berdasarkan tabel 4.16 dapat ditarik kesimpulan bahwa respon siswa kelas X MIA 1 modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam materi momentum dan impuls memiliki persentase 80,75 % dengan kategori Baik.

Tabel 4.16 Hasil Angket Respon Siswa Kelas Eksperimen

No	Indikator Angket	Persentase	Keterangan
1	Perhatian	88,10 %	Sangat Baik
2	Kepuasan	73,81 %	Baik
3	Relevansi Kebutuhan	78,83 %	Baik
4	Percaya diri	82,54 %	Sangat Baik
Rata-rata		80,75 %	Baik

e. Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata menggunakan uji  $t$  untuk mengetahui adanya perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Data yang digunakan oleh peneliti adalah nilai *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui ada atau tidaknya rata-rata kedua kelas. Berikut adalah hasil uji  $t$  *pretest* dan *posttest*:

Tabel 4.17 Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Kelas	$t_{hitung}$	$t_{tabel}$	Kesimpulan
Pretest	0,274	0,681	Sama
Posttest	0,789		Bebeda

Berdasarkan tabel 4.17 dengan  $dk=21+23-2=42$  dan  $\alpha=5\%$  didapatkan kesimpulan bahwa nilai *pretest* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol didapatkan  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  sehingga tidak terdapat perbedaan dua rata-rata, sedangkan pada nilai *posttest* antara kelas eksperimen dengan

kelas kontrol didapatkan  $t_{hitung} > t_{tabel}$  sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yang berarti terdapat perbedaan dua rata-rata *posttest* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

f. Uji Peningkatan Hasil Belajar

Peningkatan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Uji Peningkatan Hasil Belajar

	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>	Kategori
Kontrol	43,5	65,2	0,5	Sedang
Eksperimen	44,4	72,1	0,7	Sedang

Berdasarkan tabel 4.18 dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil *n-gain* kelas eksperimen kelas yang menggunakan modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam materi momentum dan impuls lebih tinggi 0,2 dari kelas kontrol yang menggunakan bahan ajar karya Intan Pariwara. Peningkatan hasil belajar baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol sama-sama dalam kategori sedang.

## **B. Pembahasan**

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif. Kelas eksperimen diberi perlakuan yaitu pembelajaran menggunakan modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam, sementara kelas kontrol diberikan perlakuan yaitu pembelajaran menggunakan bahan ajar yang disediakan oleh sekolah. Isi modul fisika materi mometum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam yang diutamakan adalah penjelasan materi dan soal-soal yang berasal dari perpaduan antara sains dan islam, sementara bahan ajar yang digunakan oleh sekolah berupa LKS fisika semester genap karya Intan Pariwara isi yang ditonjolkan oleh bahan ajar adalah materi fisika dan soal-soal tanpa dipadukan dengan islam. Modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam karya Vetti Nurkhabibah yang sudah direvisi oleh peneliti kemudian divalidasi pada aspek materi, aspek media dan aspek bahasa yang secara keseluruhan mempunyai persentase 91,33% kategori sangat baik.

Tahap pertama peneliti sebelum melaksanakan penelitian adalah menentukan kelas yang akan dijadikan sebagai sampel penelitian. Penentuan sampel penelitian menggunakan nilai akhir ulangan akhir semester gasal

mata pelajaran fisika. Berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas didapatkan kesimpulan bahwa kelas X MIA 1 dan kelas X MIA 2 merupakan kelas yang terdistribusi normal dan homogen. Penentuan kelas kontrol dan kelas eksperimen adalah hasil diskusi peneliti dengan guru fisika kelas X MAN 1 Kebumen yang menghasilkan keputusan kelas eksperimen adalah kelas X MIA 1 dan kelas kontrol adalah kelas X MIA 2. Tahap kedua yaitu pelaksanaan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal siswa sebelum mendapatkan perlakuan. Hasil *pretest* menunjukan rata-rata nilai kelas eksperimen 44,4 dan kelas kontrol 43,5 termasuk dalam data normal, homogen dan tidak terdapat perbedaan rata-rata kedua kelas. Tahap ketiga yaitu kegiatan belajar mengajar. Proses KBM pada kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak mengalami kendala yang berarti karena masing-masing kelas mempunyai <25 siswa membuat keadaan kelas yang kondusif untuk belajar. Tahap ketiga adalah *posttest* dan pengisian angket respon terhadap sumber belajar yang digunakan. Hasil *posttest* menunjukan nilai rata-rata kelas eksperimen 72,1 dan kelas kontrol 65,1, keduanya termasuk data yang normal, homogen dan terdapat perbedaan rata-rata kedua kelas dengan tingkat keefektifan N-gain kelas eksperimen sebesar 0,7 dan kelas kontrol 0,5 keduanya termasuk



dalam kategori sedang. Angket respon siswa terhadap sumber belajar yang digunakan oleh kelas eksperimen menunjukkan persentase rata-rata sebesar 80,75% termasuk dalam kategori baik dan persentase rata-rata kelas kontrol sebesar 40,82 % dalam kategori cukup.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata *posttest* dimana kelas eksperimen lebih unggul 7 poin dengan nilai 72,1 sedangkan kelas kontrol mendapatkan nilai 65,1. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa dibagi menjadi dua, yaitu faktor *intern* dan faktor *ekstern*. Nofitasari dan Sihombing (2017) menjelaskan bahwa faktor *intern* diantaranya minat, motivasi, perhatian dan kebiasaan belajar mempunyai pengaruh dengan persentase rata-rata sebesar 2,91 dalam kategori tinggi sedangkan faktor *ekstern* diantaranya metode mengajar, media mengajar dan sumber belajar berpengaruh terhadap hasil belajar siswa sebesar 2,36 dalam kategori sedang. Perbedaan perlakuan yang diberikan oleh peneliti yaitu perbedaan sumber belajar yang digunakan dimana sumber belajar merupakan salah satu dari faktor eksternal yang mempengaruhi hasil belajar. Sementara untuk faktor internal yang berkaitan dengan psikologis siswa, peneliti memberikan perlakuan yang sama yaitu pemberian

*pretest-posttets*. Pemberian *pretest-posttets* kepada siswa dapat merangsang minat, motivasi, perhatian dan kebiasaan belajar siswa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ilham Effendy (2016) metode *pretest-posttets* menghasilkan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan dengan kelas yang hanya menerima *posttest* saja yaitu metode *pretest-posttest* didapatkan nilai 72,41 sedangkan metode *posttest* didapatkan nilai 59,05. Persiapan siswa sebelum menghadapi *pretest* menjadi umpan balik yaitu berupa pertanyaan tentang materi pelajaran sebelum ada penjelasan dari guru, strategi ini dapat menggugah siswa untuk meningkatkan faktor internal untuk mencapai penguasaan konsep yang maksimal.

Minat sebagai gejala psikologis yang menunjukkan pemusatan perhatian merupakan salah satu faktor internal yang menentukan hasil belajar. Peneliti menggunakan data berdasarkan angket respon yang diberikan kepada siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas kontrol memberikan perhatian sebesar 36,9 % mendapatkan hasil belajar sebesar 65,1 sedangkan kelas eksperimen dengan memberikan perhatian sebesar 88,1% mendapatkan hasil belajar sebesar 72,1. Aspek perhatian mempunyai persentase tertinggi pada kelas eksperimen. Hal ini selaras

dengan pernyataan Niza Milta dan Widodo Budhi (2016) bahwa perhatian siswa terhadap suatu materi pelajaran atau sumber belajar mempunyai nilai korelasi parsial sebesar 115,16 kategori sangat signifikan terhadap hasil belajar siswa, semakin tinggi perhatian siswa terhadap suatu objek maka semakin baik pula hasil belajar yang diperoleh.

Sumber belajar merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi hasil belajar siswa. Bahan ajar dan modul merupakan salah satu contoh sumber belajar yang dalam pemanfatanya menurut Supriadi (2015) memenuhi kriteria diantaranya: (1) harus sesuai dengan tujuan yang akan dicapai, (2) mendukung isi pelajaran, serta (3) praktis dan luwes. Baik modul yang terintegrasi sains-islam maupun bahan ajar yang disediakan oleh sekolah, keduanya sudah disusun sedemikian rupa untuk mencapai tujuan pembelajaran, praktis dan luwes.

Integrasi sains islam yang digunakan peneliti menggunakan salah satu model pengintegrasian yang dikemukakan oleh Amri (2015) yaitu pengintegrasian beberapa disiplin ilmu. Model ini merupakan model pembelajaran terpadu yang mentautkan antar disiplin ilmu yang berbeda yaitu ilmu sains dan ilmu agama. Sementara

paradigma integrasi yang digunakan peneliti yaitu Sains-Islam. Hal ini mengacu pada pendapat Hermawan (2017) karena baik Islamisasi Sains maupun Saintifikasi Islam adalah upaya yang masih memiliki kelemahan karena pada dasarnya sains adalah produk akal manusia bisa benar atau salah, sementara Al-Quran adalah kebenaran mutlak, jadi Sains Islam adalah sains yang sepenuhnya dibangun atas fondasi wahyu dan tradisi, Al-Quran dan As-Sunnah.

Angket respon siswa terhadap modul berpendekatan integrasi sains-islam dan terhadap bahan ajar yang disediakan oleh sekolah bertujuan untuk mengetahui apakah dalam pemanfaatannya modul mendukung materi pelajaran atau tidak. Berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.13 pada aspek relevansi kebutuhan didapatkan bahwa modul terintegrasi sains-islam lebih unggul dengan persentase 78,83% daripada bahan ajar yang disediakan oleh sekolah setempat khususnya pada materi momentum dan impuls yang mendapat persentase 46,74%. Hal ini menunjukkan bahwa modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains-islam sesuai dengan kebutuhan siswa.

Kemudian dalam hubungannya dengan fungsi sumber belajar, Supriadi (2015) menjelaskan bahwa salah satu fungsi dari sumber belajar adalah untuk

meningkatkan produktivitas pembelajaran dengan cara mempercepat laju belajar dan mengurangi beban pengajar dalam menyampaikan informasi. Pengurangan beban pengajar dalam menyampaikan informasi mempunyai makna bahwa sumber belajar yang digunakan siswa haruslah memudahkan siswa dalam belajar sehingga siswa mempunyai rasa percaya diri dalam menggunakan modul/bahan ajar. Terkait dengan rasa percaya diri, siswa yang menggunakan modul fisika terintegrasi sains-islam mempunyai persentase yang sebesar 82,54% lebih unggul jika dibandingkan dengan siswa yang menggunakan bahan ajar yang disediakan oleh sekolah yang mempunyai persentase 50,24%. Hal ini menunjukkan bahwa modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains-islam dapat meningkatkan rasa percaya diri siswa dalam mempelajari bab momentum dan impuls. Penggunaan modul integrasi sains-islam juga meningkatkan rasa ingin tahu siswa. Rasa ingin tahu siswa kelas eksperimen sebesar 71,4% lebih unggul jika dibandingkan dengan rasa ingin tahu siswa kelas kontrol sebesar 52,2%. Faktor pendukung dalam penggunaan modul berpendekatan integrasi sains islam di MAN 1 Kebumen yaitu pelaksanaan *full day school* dan siswa kelas X yang diwajibkan mengikuti program asrama membuat

siswa meningkatkan pemahaman mengenai hubungan sains dan islam. Rerata siswa menyatakan adanya relevansi sains-islam pada kelas eksperimen sebesar 95,2% sementara kelas kontrol 69,6%.

Berdasarkan penjelasan dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan modul fisika berpendekatan integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls pada kelas eksperimen mempunyai kelebihan yaitu dapat meningkatkan hasil belajar, perhatian, rasa ingin tahu, percaya diri, relevansi sains dengan islam serta modul berpendekatan intergrasi sains dan islam sesuai dengan kebutuhan siswa. Hal ini sesuai dengan fungsi dari adanya modul sebagai salah satu bentuk bahan ajar yang dikemukakan oleh Prastowo (2012) yaitu modul sebagai bahan ajar mandiri artinya siswa dapat belajar sendiri tanpa ketergantungan dengan kehadiran pendidik, modul sebagai pengganti pendidik artinya modul dapat menjelaskan materi dengan baik dan mudah dipahami, modul sebagai alat evaluasi artinya siswa bisa mengukur dan menilai kemampuan diri sendiri tingkat penguasanya terhadap materi dan modul sebagai bahan rujukan bagi siswa karena modul mempunyai berbagai materi yang harus dipelajari.

**C. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini terbatas pada materi momentum dan impuls kelas X SMA sehingga tidak menutup kemungkinan mendapatkan hasil yang berbeda saat dilakukan pada materi yang berbeda.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di MAN 1 Kebumen tentang efektifitas penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls didapatkan bahwa:

1. Penggunaan modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam berdasarkan uji efektifitas didapatkan nilai  $t_{hitung}$  sebesar 0,789 dan  $t_{tabel}$  sebesar 0,681 dengan  $\alpha=0,05$ , karena  $t_{hitung} >$  dan  $t_{tabel}$  maka  $H_o$  ditolak dan  $H_a$  diterima sehingga penggunaan modul efektif terhadap hasil belajar siswa kelas X di MAN 1 Kebumen.
2. Besar efektifitas penggunaan modul fisika materi momentum dan impuls berpendekatan integrasi sains dan islam terhadap hasil belajar siswa berdasarkan uji n-gain sebesar 0,7 kategori sedang.
3. Respon siswa terhadap modul fisika berpendekatan integrasi sains-islam materi momentum dan impuls sebagai sumber belajar secara keseluruhan pada aspek perhatian, kepuasan, relevansi kebutuhan dan



percaya diri mendapat persentase sebesar 80,75% kategori baik.

## **B. Saran**

Berdasarkan pada simpulan diatas, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi guru, penerapan penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls pada pembelajaran terbukti dapat meningkatkan hasil belajar siswa sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif sumber belajar dalam proses pembelajaran fisika.
2. Bagi peneliti selanjutnya penerapan penggunaan modul fisika berpendekatan integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls pada pembelajaran terbukti dapat meningkatkan hasil belajar siswa sehingga diharapkan peneliti yang lain dapat mengembangkan modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam pada kompetensi yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2016. *Diktat Kuliah Fisika Dasar II*. Bandung: Fakultas MIPA ITB
- Amri, M.N, Rasyidin, A., & Imran, A. 2017. Integrasi Nilai-nilai Keislaman dalam Pembelajaran Biologi di SMA Al Ulum Terpadu Medan. *Edu Religia*. 1(4).487-501
- Arifin, Z. 2011. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Darmawan, D. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Effendy, I. 2016. Pengaruh Pemberian Pre-test dan Post-test Terhadap Hasil Belajar Mata Diklat HDW.DEV.100.2.A Pada Siswa SMK Negeri 2 Lubuk Basung. *VOLT Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. 1(2). 81-88
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Terjemahan: Sustini, E. Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama.
- Hamzah, F. 2015 . Studi Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis Integrasi Islam-Sains pada Pokok Bahasan Sistem Reproduksi Kelas IX

- Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal Pendidikan Islam*. 1(1).  
41-54
- Hermawan. 2017. Interaksi Islam dan Sains. *CAKRAWALA: Jurnal Studi Islam*. 12(2). 101-112
- Hidayatulloh. 2016. *Relasi Ilmu Pengetahuan dan Agama*.  
Proceeding of ICERS. Malaysia 25-26 Oktober.
- Irawan, B. 2009 . Urgensi Integrasi Agama dan Sains. *SOSIO-RELIGIA*. 8(3).
- Janawi. 2013 . *Metodologi dan Pendekatan Pembelajaran*.  
Yogyakarta: Ombak.
- Khoiri, A., Agussuryani, Q., & Hartini, P. 2017 . Penumbuhan Karakter Islami melalui Pembelajaran Fisika Berbasis Integrasi Sains-Islam. *Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*. 2(1). 19-31.
- Kusuma, H.H. 2015 . *Fisika Dasar I*. Semarang: CV Karya Abadi Jaya.
- Lestari, KE., dan Yudhanegara, MR. 2015 . *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Majid, A. 2011 . *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mardayani, S., Hamdi. & Murtiani. 2013 . Pengembangan Bahan Ajar Fisika yang Terintegrasi Nilai-nilai Ayat Al-Quran pada Materi Gerak untuk Pembelajaran

- Siswa Kelas X SMA. *Pillar of Phisics Education*. 1(1). 39-47.
- Miftah, M. 2017 . Model Integrasi Sains dan Agama dalam Pendidikan Nasional. *Jurnal Penelitian*. 14(2). 193-208.
- Milta, N., dan Buhti, W. 2016 . Hubungan Antara Minat Belajar Siswa, Kemampuan dan Lingkungan Sekolah dengan Prestasi Belajar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON*. 3(2). 8-20
- Minarno, EB. 2017 . *Integrasi Sains Islam dan Implementasinya dalam Pembelajaran Biologi*. Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri. Pekanbaru 18-19 Mei.
- Mukhlas, M. 2006. Integrasi Sains dan Agama dalam Pendidikan Islam: Urgensi dan Strategi. *Al-Tahrir*. 6(2): 163-174.
- Mulyono. 2012. *Strategi Pembelajaran*. Malang: UIN MALIKI PRESS.
- Nilasari, Efi dkk. 2016. Pengaruh Penggunaan Modul Pembelajaran Kontekstual Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan*. 1(7). 1399-1404.

- Nofitasari dan Sihombing. 2017. Deskripsi Kesulitan Belajar Peserta Didik dan Faktor Penyebabnya dalam Memahami Materi Listrik Dinamis Kelas X SMA NEGERI 2 Bengkayang. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 07(01). 44-53
- Nurhayati, D.F.S., & Nofitasari, I. 2015. Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Inkuiri Terhadap Hasil Belajar dan Kemandirian Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*. 4(2). 247-258.
- Nurkhabibah, V. 2017. *Pengembangan Modul Fisika Kelas XI MA Bercirikan Integrasi Sains dan Islam pada Materi Usaha & Energi, Hukum Kekekalan Energi, Momentum, Impuls dan Tumbukan*. Skripsi. Semarang: Fakultas SAINTEK, UIN Walisongo.
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar*. Cetakan ke-3. Yogyakarta: DIVA Press.
- Riduwan dan Sunarto. 2011. *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Ruaifah, U. 2011. *Efektivitas Model Pembelajaran Berkelompok Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VIII Mts NU 01 Cepiring Kendal Pada Materi Pokok*

- Getaran Dan Gelombang Tahun Ajaran 2010/2011.*  
Skripsi. Semarang: UIN Walisongo.
- Safrina, I. 2014. *Pengembangan Modul Digital Interaktif Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa pada Konsep Suhu dan Kalor.* Skripsi. Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah.
- Shabir, M. 2-15. Kedudukan Guru Sebagai Pendidik (Tugas dan Tanggung Jawab, Hak dan Kewajiban, dan Kompetensi Guru). *Auladuna.* 2(2). 221-231
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan.* Cetakan ke-23. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2014. *Statistika Untuk Penelitian.* Cetakan ke-25. Bandung: Alfabeta.
- Supranata, S. 2009. *Analisis, Validitas, Reliabilitas dan Interpretasi Hasil Tes.* Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Supriadi. 2015. Pemanfaatan Sumber Belajar dalam Pembelajaran. *Lantanida Journal.* 3(2). 127-139.
- Sutiyo, A. 2015. *Pengembangan Instrumen Hasil Belajar.* Semarang: CV Karya Abadi.
- Sutrisno. 1997. *Seri Fisika Dasar: Mekanika.* Bandung: ITB.
- Syafaati, D. 2018. *Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi*

*Gelombang dan Elektromagnetik Kelas X di MA Hidayatus Syubban Terhadap Hasil Belajar Siswa.* Skripsi. Semarang: Fakultas SAINTEK UIN WALISONGO.

Tipler, P.A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1.* Terjemahan Lea, Prasetio dan Rahmad Adi W. Jakarta: Erlangga.

Tjasyono, B., dan Syukur, M. 2014. *Keajaiban Planet Bumi.* Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Widyoko, E.P. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian.* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Zain dan Vebrianto. 2017. *Integrasi Keilmuan Sains dan Islam dalam Proses Pembelajaran Rumpun IPA.* Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9. Pekanbaru. 18-19 Mei.

## **RIWAYAT HIDUP**

### **A. Identitas Diri**

1. Nama Lengkap : Fatikhatus Sangadah
2. Tempat Lahir : Kebumen
3. Tanggal Lahir : 20 Agustus 1996
4. Alamat Rumah : Ds. Kuwayuhan Rt 2/5,  
Kec. Pejagoan, Kab. Kebumen
5. No HP/ Email : 089666081459  
fatikhatussangadah@yahoo.com

### **B. Riwayat Pendidikan**

1. Pendidikan Formal
  - a. RA Al-Iman Kuwayuhan
  - b. SDN 3 Kuwayuhan
  - c. SMPN 1 Pejagoan
  - d. SMAN 1 Pejagoan
2. Pendidikan Non Formal



# **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

*Lampiran 1a: Kisi-kisi Instrumen Validasi Modul*

KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI MODUL FISIKA MATERI  
MOMENTUM DAN IMPULS BERCIRIKAN INTEGRASI SAINS  
DAN ISLAM

Ranah	Aspek Penilaian	Nomer Item	Jumlah Indikator
Materi	Kelayakan Isi	1,2,3,4,5	5
	Integrasi Sains-Islam	6,7,8	3
	Teknik Penyajian	9,10	2
Media	Desain Modul	11,12,13,14	4
Bahasa	Kebahasaan	15,16,17,18	4

## Lampiran 1b: Kisi-kisi Instrumen Soal Uji Coba

KISI-KISI INSTRUMEN SOAL UJI COBA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS

Sub Materi	Indikator	Aspek Kognitif (No Soal)				Jumlah
		C1	C2	C3	C4	
Momentum dan Impuls	1. Menjelaskan besaran terkait dengan momentum atau impuls	1				9
	2. Mencontohkan peristiwa yang menghasilkan momentum atau impuls dalam kehidupan sehari-hari	2,3				
	3. Menghitung besaran yang terkait dengan momentum atau impuls		4,5,6			
	4. Menghitung besaran terkait dengan hubungan antara momentum dan impuls		7,8			
	5. Menganalisis peristiwa menggunakan konsep hubungan momentum dan impuls				9	
Hukum Kekekalan Momentum	6. Menyebutkan bunyi hukum kekekalan momentum	10				6
	7. Menghitung besaran dengan terkait dengan persamaan hukum kekekalan momentum		12,15,17	,16		
	8. Mencontohkan penerapan hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	11				
Aplikasi Hukum Kekekalan Momentum	9. Mencirikan jenis tumbukan lenting sempurna/sebagian/tidak lenting		13,14			15
	10. Menghitung besaran pada tumbukan lenting sempurna/sebagian/tidak lenting		19,21,22	18,20		
	11. Menjelaskan konsep tumbukan benda dengan lantai	26				
	12. Menghitung besaran pada tumbukan benda dengan lantai			24,27	23	
	13. Menganalisis peristiwa tumbukan benda dengan lantai			25		
	14. Menjelaskan perbedaan cara kerja roket dan mesin jet	28				
	15. Menghitung besaran pada ayunan balistik		29,30			
Jumlah		7	16	4	3	
Kategori		Mudah	Sedang	Sulit		
Presentase		23,33%	53,33%	23,33%		

*Lampiran 1c: Kisi-kisi Angket Respon Siswa*

KISI-KISI ANGKET RESPON SISWA TERHADAP MODUL  
FISIKA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS BERCIRIKAN  
INTEGRASI SAINS DAN ISLAM

No	Aspek Pernyataan	Jumlah Indikator	No. Indikator
1	Perhatian	4	1,2,3,4
2	Kepuasan	4	5,6,7,8
3	Relevansi Kebutuhan	4	9,10,11,12
4	Percaya Diri	9	13,14,15,16,27,28,29,20,21

## Lampiran 2a: Instrumen Validasi Modul

### INSTRUMEN VALIDASI MODUL

#### Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam pada Kelas X MA Terhadap Hasil Belajar Siswa

##### A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul fisika materi Momentum dan Impuls bercirikan integrasi sains dan islam pada kelas X MA, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Substansi Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai Validator Aspek Substansi Materi untuk modul ini.

##### B. Identitas Ahli

Nama : .....  
NIP : .....  
Instansi : .....  
Pendidikan : .....

##### C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

##### D. Indikator Penilaian Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
<b>KELAYAKAN ISI</b>			
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	5	(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar (2) Semua KD tersaji secara lengkap dalam materi

			(3) Tersedia soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur penguasaan peserta didik (4) Kontekstual yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana, tugas atau konteks kegiatan dan lingkungan peserta didik
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
2.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	5	(1) Sesuai dengan karakteristik peserta didik (2) Koherensi dan keruntutan sesuai alur pikir peserta didik (3) Sesuai dengan budaya tempat belajar peserta didik (4) Hubungan konsep dengan kehidupan sehari-hari
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
3.	Kelayakan penyajian materi	5	(1) Materi disajikan secara sistematis (memiliki pendahuluan, isi dan penutup) (2) Terdapat contoh soal untuk menguatkan pemahaman peserta didik (3) Terdapat soal latihan pada setiap akhir sub bab (4) Kegiatan percobaan dapat memberikan pengalaman langsung
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
4.	Keakuratan materi	5	(1) Konsep dan definisi yang disajikan jelas dan sesuai dengan konsep dan definisi dalam bidang fisika (2) Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik (3) Contoh dan latihan soal sesuai dengan konsep materi (4) Notasi dan simbol fisika disajikan dengan benar
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi

		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
5.	Kemutakhiran materi	5	(1) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait (2) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan zaman (3) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep (4) Contoh soal dan latihan soal sesuai dengan konsep materi
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
<b>INTEGRASI SAINS DAN ISLAM</b>			
6.	Integrasi Sains dan Islam	5	(1) Ayat yang diintegrasikan mudah dipahami (2) Penempatan Ayat Al-Quran tertata secara sistematis (3) Kesesuaian Ayat Al-Quran dengan materi fisika (4) Keterpaduan antara penjelasan Ayat Al-Quran dengan materi bahan ajar
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
7.	Nilai Keislaman	5	(1) Pemilihan kata yang bernuansa Islami (2) Penggunaan gambar yang sopan (3) Keseimbangan proporsi materi fisika dan keislaman (4) Adanya wawasan keislaman yang sesuai dengan materi fisika yang diajarkan
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
8.	Spiritualisasi Islam	5	(1) Kemampuan menyajikan unsur Spiritual Islam dalam materi (2) Adanya nilai ketauhidan pada materi (3) Kemampuan menanamkan nilai keislaman (4) Adanya upaya membangun ilmu pengetahuan yang didasarkan pada kesadaran keilmuan yang bersumber dari Al-Quran dan Hadist
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi

		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>			
9.	Pendukung penyajian	5	(1) Terdapat petunjuk penggunaan modul (2) Terdapat daftar pustaka (3) Terdapat rangkuman (4) Memuat informasi tentang peran modul dalam pembelajaran
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
10.	Penyajian pembelajaran	5	(1) Penyajian tidak bersifat verbal (2) Penyajian materi bersifat dialog mengajak peserta didik dan berpartisipasi aktif secara mandiri (3) Penggunaan istilah dan simbol dalam modul disajikan secara konsisten dan sistematis (4) Istilah yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan ilmu fisika
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
<b>DESAIN MEDIA</b>			
11.	Kelayakan kegrafikan	5	(5) Bahasa dan gambar yang digunakan seimbang, baik ditinjau dari aspek ukuran, perbandingan bahasa dengan gambar maupun pesan yang ingin disampaikan (6) Keterangan gambar ditempatkan berdekatan dengan ukuran lebih kecil dari huruf teks (7) Penempatan ilustrasi/hiasan pada setiap halaman tidak mengganggu kejelasan informasi pada teks yang berakibat menghambat pemahaman peserta didik (8) Maksimal menggunakan tiga jenis huruf untuk membedakan teks pada materi, informasi dan contoh soal serta latihan soal
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi



		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
12.	<i>Layout</i>	5	(5) Desain menarik dan konsisten (6) <i>Layout</i> memudahkan pembaca memahami materi (7) Kejelasan dan fungsi ilustrasi gambar, animasi dan sketsa dengan materi (8) Fungsi gambar terhadap minat dan motivasi belajar peserta didik dan materi
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
13.	Warna	5	(5) Penggunaan warna yang proporsional (6) Penggunaan warna yang konsisten (7) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks (8) Desain tata letak warna setiap halaman yang proporsional
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
14.	Kelayakan cover	5	(1) Kejelasan judul modul (2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional (3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas (4) Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi dalam modul

		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
<b>KEBAHASAAN</b>			
15.	Kejelasan informasi	5	(1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami (2) Bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan berpikir peserta didik (3) Tulisan jelas dan mudah dibaca (4) Kata perintah/petunjuk jelas
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
16.	Konstruksi bahasa	5	(5) Kalimat yang disajikan secara runtut (6) Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran (7) Terdapat keterkaitan antar paragraf (8) Ketepatan struktur kalimat
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
17.	Kesesuaian EYD	5	(1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia secara benar (2) Kebenaran penggunaan istilah (3) Pemilihan diksi yang tepat (4) Penggunaan tanda baca yang benar
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi

		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
18.	Keterbacaan tulisan	5	(1) Kesesuaian pemilihan jenis font (2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional (3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca (4) Penggunaan spasi yang proporsional
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas

#### E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
<b>KELAYAKAN ISI</b>						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD					
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					
3	Kelayakan penyajian materi					
4	Keakuratan materi					
5	Kemutakhiran materi					
<b>INTEGRASI SAINS DAN ISLAM</b>						
6	Integrasi Sains dan Islam					
7	Nilai keislaman					
8	Spiritualisasi Islam					
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
9	Pendukung penyajian					
10	Penyajian pembelajaran					
<b>DESAIN MODUL</b>						
11	Kelayakan kegrafikan					
12	Kualitas tampilan					
13	Warna					
14	Kelayakan cover					
<b>KEBAHASAAN</b>						
15	Kejelasan informasi					

16	Konstruksi bahasa						
17	Kesesuaian EYD						
18	Keterbacaan tulisan						

**F. Komentar**

.....

.....

.....

**G. Saran**

.....

.....

.....

**H. Kesimpulan**

Bahan ajar berbentuk Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Berisikan Integrasi Sains dan Islam ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan di lapangan

\*) lingkari salah satu

Kebumen,.....

.....  
NIP.

*Lampiran 2b: Instrumen Soal Uji Coba*

**INSTRUMEN SOAL UJI COBA**

1. Dimensi momentum atau impuls adalah
  - A.  $MLT^{-2}$
  - B.  **$MLT^{-1}$**
  - C.  $ML^{-1}T^{-2}$
  - D.  $ML^{-2}T$
  - E.  $ML^{-2}T^{-2}$
  
2. Kita tahu bahwa kiamat akan terjadi ketika Allah membenturkan bumi dan gunung dengan sekali bentur menurut surat Al-Haqqah ayat 14. Benturan tersebut akan menghasilkan impuls. Berikut adalah contoh lain peristiwa yang menghasilkan impuls, yaitu...
  - A. Yusuf berenang dengan cepat
  - B. Fajar berlari dengan cepat mengitari masjid
  - C. **Wahyu memukul bedug di masjid dengan kencang**
  - D. Coklat yang meleleh di suhu ruangnya yang tinggi
  - E. Kelereng yang bergerak menuruni seluncuran
  
3. Diantara bola berikut, manakah yang akan sulit dihentikan ketika dilempar dengan kecepatan yang sama?

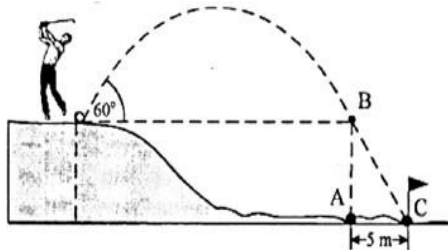
- A. Bola kasti
  - B. Bola pingpong
  - C. Bola sepak
  - D. Bola tenis
  - E. Bola besi tolak peluru
4. Seorang takmir masjid memukul bedug dengan gaya 10 N. Apabila bedug menerima impuls sebesar 2 Ns, berapakah selang waktu kontak antara pemukul dengan bedug?
- A. 20 sekon
  - B. **5 sekon**
  - C. 0,2 sekon
  - D. 0,1 sekon
  - E. Tidak ada
5. Agama Islam mewajibkan sholat bagi setiap muslim ketika sudah baligh. Apabila tidak melaksanakan sholat maka harus dipukul. Aisyah tidak melaksanakan sholat maghrib sehingga ibunya memukul dengan tongkat dengan massa tongkat 0,25 kg dengan kecepatan 4 m/s. Berapakah momentum yang dirasakan aisyah ketika menerima pukulan?
- A. 0,0625 kg m/s
  - B. **1 kg m/s**
  - C. 2 kgm/s

- D.  $5 \text{ kg m/s}$
- E.  $7 \text{ kg m/s}$
6. Seorang jamaah umrah sedang melaksanakan kegiatan lempar jumrah dengan batu kecil bermassa  $200 \text{ gram}$  dan kecepatan awal  $20 \text{ m/s}$ . apabila terjadi perubahan momentum sebesar  $0,5 \text{ Ns}$ , berapa kecepatan pantulan batu setelah mengenai dinding?
- A.  **$22,5 \text{ m/s}$**
- B.  $20 \text{ m/s}$
- C.  $17,5 \text{ m/s}$
- D.  $15 \text{ m/s}$
- E.  $12,5 \text{ m/s}$
7. Sebuah truk bermassa  $1000 \text{ kg}$  dan melaju dengan kecepatan  $10 \text{ m/s}$  menabrak sebuah pohon dan berhenti dalam waktu  $0,1 \text{ detik}$ . Gaya rata-rata pada truk selama berlangsungnya tabrakan adalah...
- A.  $100 \text{ N}$
- B.  $1000 \text{ N}$
- C.  $10\,000 \text{ N}$
- D.  **$100\,000 \text{ N}$**
- E.  $1\,000\,000 \text{ N}$
8. Sebuah truk bermassa  $2000 \text{ kg}$  dan melaju dengan kecepatan  $36 \text{ Km/jam}$  menabrak sebuah pohon dan berhenti dalam waktu  $0,1 \text{ detik}$ . Gaya rata-rata

pada truk selama berlangsungnya tabrakan adalah...

- A. 200 N
- B. 2000 N
- C. 200 000 N
- D. **200 000 N**
- E. 2000 000 N

9. Perhatikan gambar berikut!



Dalam sebuah permainan bola golf, bola yang bermassa 0,2 kg ( $g=10\text{m/s}^2$ ) akan dimasukkan kedalam lubang C seperti pada gambar. Pemukul menyentuh bola dalam waktu 0,01 sekon dan lintasan B-C ditempuh bola dalam waktu 1 sekon. Gaya yang diperlukan pemain golf untuk memukul bola supaya tepat masuk kedalam lubang C adalah...

- A. 20 N
- B. 80 N
- C. 120 N
- D. **180 N**



E. 200N

10. Hukum kekekalan momentum menyatakan...

- A. Jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem maka momentum total sesaat sebelum tumbukan lebih besar dari momentum total sesudah tumbukan
- B. Jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem maka momentum total sesaat sebelum tumbukan lebih kecil dari momentum total sesudah tumbukan
- C. **Jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem maka momentum total sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sesudah tumbukan**
- D. Jika ada gaya luar yang bekerja pada sistem maka momentum total sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sesudah tumbukan
- E. Jika ada gaya luar yang bekerja pada sistem maka momentum total sesaat sebelum tumbukan lebih besar dari momentum total sesudah tumbukan

11. Perilaku hewan berikut yang menerapkan konsep hukum kekekalan momentum adalah...

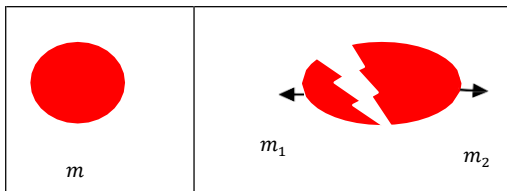
- A. Cicak yang memutuskan ekornya untuk melindungi diri
- B. Bunglon yang berubah warna sesuai dengan lingkungannya
- C. **Gurita yang menyemburkan tinta untuk melindungi diri dari mangsa**

- D. Kaki seribu akan melingkarkan diri ketika merasa terancam
- E. Ikan buntal akan mengembang seperti balon ketika merasa terancam
12. Sebuah peluru keluar dari moncong sebuah senapan dengan kecepatan 500 m/s. Massa peluru adalah 20 gram dan waktu kontak antara senapan dan bahu adalah 0,5 s. Banyaknya peluru yang keluar secara berturut-turut dari senapan sebelum penembak terjatuh jika penembak hanya mampu menahan gaya sebesar 200 N adalah...
- A. **10 peluru**
- B. 9 peluru
- C. 8 peluru
- D. 7 peluru
- E. 6 peluru
13. Ayat yang menjelaskan peristiwa terjadinya hari kiamat dalam Al-Qur'an yaitu pada surat Al-Haqqah ayat 14 yang mempunyai arti bumi dan gunung dibenturkan kemudian keduanya hancur, kejadian ini merupakan contoh peristiwa tumbukan tidak lenting. Pada tumbukan tidak lenting berlaku...
- A.  **$e = 0$  dan berlaku hukum kekekalan momentum**
- B.  $e = 0$ , berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik

- C.  $e = 1$  dan berlaku hukum kekekalan momentum
  - D.  $e = 1$ , berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik
  - E.  $0 < e < 1$ , berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik
14. Benda yang sama sekali tidak kehilangan energinya setelah bertumbukan termasuk dalam jenis tumbukan lenting sempurna. Pada tumbukan lenting sempurna berlaku...
- A.  $e = 0$  dan berlaku hukum kekekalan momentum
  - B.  $e = 0$ , berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik
  - C.  $e = 1$  dan berlaku hukum kekekalan momentum
  - D.  **$e = 1$ , berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik**
  - E.  $0 < e < 1$ , berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik
15. Wahyu dan Yusuf yang bermassa masing-masing 60 kg dan 70 kg sedang terburu buru menuju ke masjid untuk sholat jamaah sehingga mereka lari dengan kecepatan masing-masing 2 m/s dan 3 m/s dari arah yang sama. Yusuf yang berada dibelakang Wahyu tersandung sehingga bertabrakan. Setelah bertabrakan kecepatan Wahyu menjadi 3 m/s. Berapakah kecepatan Yusuf setelah bertabrakan?

- A.  $\frac{2}{3}m/s^2$
- B.  $\frac{3}{15}m/s^2$
- C.  $\frac{15}{3}m/s^2$
- D.  $\frac{7}{15}m/s^2$
- E.  $\frac{15}{7}m/s^2$

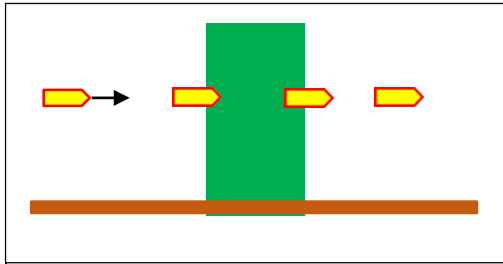
16. Perhatikan gambar berikut!



Sebuah granat semula dalam keadaan diam yang massanya  $m$ , kemudian granat meledak dan terbelah menjadi dua bagian dengan perbandingan  $m_1 : m_2 = 1 : 2$  bergerak berlawanan arah. Hitunglah perbandingan kecepatan benda  $v' : v'$  !

- A. 1:2
- B. 1:1
- C. 2:2
- D. 2:1**
- E. 1:3

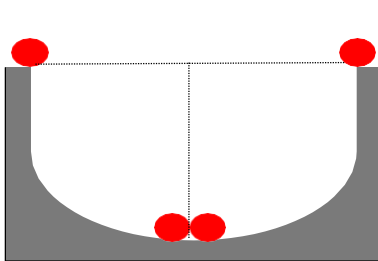
17. Perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah balok bermassa 2 kg yang diam diatas lantai ditembak dengan sebutir peluru bermassa 100 gram dengan kecepatan 100 m/s. Jika peluru menembus balok dan kecepatannya berubah menjadi 50 m/s, tentukan kecepatan gerak balok setelah ditembus peluru!

- A. 2,5 m/s
- B. 3 m/s
- C. 3,5 m/s
- D. 4 m/s
- E. 4,5 m/s

18. Perhatikan gambar berikut!



Dua bola identik dijatuhkan bersamaan dari ketinggian yang sama pada bidang licin berbentuk setengah lingkaran dengan jari-jari 1,8 m. Jika tumbukan antara kedua bola lenting sempurna, kecepatan kedua bola sesaat setelah tumbukan adalah...

- A. 0 m/s
- B. 3 m/s
- C. **6 m/s**
- D. 9 m/s
- E. 11 m/s

19. Batu A yang bermassa 50 kg dengan kecepatan 20 m/s bergerak ke kanan menumbuk batu B bermassa 100 yang diam. Bila tumbukan ini elastis sebagian dengan  $e=0,4$  dan kecepatan batu B setelah tumbukan adalah 18 m/s, tentukan kecepatan batu A setelah tumbukan!

- A. 2 m/s
- B. 4 m/s
- C. 6 m/s
- D. 8 m/s
- E. **10 m/s**

20. Dua benda A dan B yang bermassa 20 kg dan 40 kg bergerak dengan arah berlawanan dan kecepatan masing-masing benda adalah 10 m/s dan 4 m/s. Jika kedua benda bertabrakan lenting sebagian, hitunglah

kecepatan masing masing benda setelah bertabrakan!

24.  $v'_a = -1,2 \text{ m/s}$  dan  $v'_b = 1,6 \text{ m/s}$

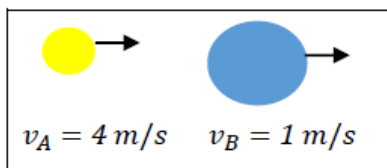
25.  $v'_a = 1,2 \text{ m/s}$  dan  $v'_b = -1,6 \text{ m/s}$

26.  $v'_a = -1,6 \text{ m/s}$  dan  $v'_b = 1,2 \text{ m/s}$

27.  $v'_a = 1,6 \text{ m/s}$  dan  $v'_b = -1,2 \text{ m/s}$

28.  $v'_a = v'_b = 1,6 \text{ m/s}$

21. Bola A dan B bermassa 10 kg dan 20 kg akan bertumbukan seperti gambar dibawah ini. Jika keduanya menyatu setelah tumbukan, kecepatan sistem yang baru adalah...



A.  $6 \text{ m/s}$

B.  $5 \text{ m/s}$

C.  $4 \text{ m/s}$

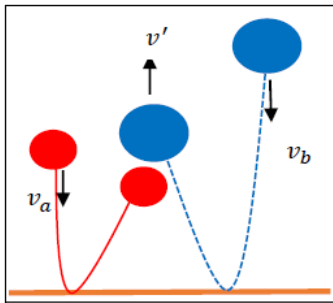
D.  $3 \text{ m/s}$

**E.  $2 \text{ m/s}$**

22. Dua benda bermassa sama bergerak berlawanan arah. Kecepatan benda pertama  $20 \text{ m/s}$  dan kecepatan benda kedua  $10 \text{ m/s}$ . Setelah tumbukan, kedua benda menjadi satu. Kecepatan kedua benda setelah tumbukan adalah...
- A.  $5,0 \text{ m/s}$ , searah benda pertama

- B. 5,0 m/s, searah benda kedua
- C. 2,5 m/s, searah benda pertama
- D. 2,5 m/s, searah benda kedua
- E. 1,25 m/s, searah benda pertama

23. Perhatikan gambar berikut !



Bola A dan bola B dijatuhkan dari ketinggian masing masing 10 m dan 20 m, apabila koefisien bola A dan B terhadap lantai masing masing adalah 0,3 dan 0,2, hitunglah kecepatan bola jika setelah memantul dari lantai terjadi tumbukan tidak lenting!

- A. 20 m/s
- B. 25 m/s
- C. 30 m/s
- D. 35 m/s



### E. Tidak terjadi tumbukan

24. Musa melepas bola dari ketinggian 200 m jatuh mengenai lantai sehingga terjadi tumbukan elastis sebagian. Hitunglah tinggi pantulan kedua yang dapat dicapai bila  $e=0,2$  !

A. 3.12 m

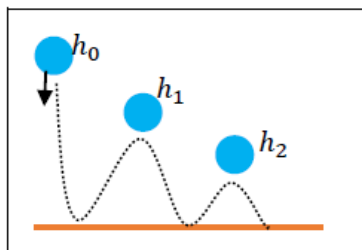
B. 2.56 m

C. 1.28 m

D. 0.64 m

E. 0.32 m

25. Perhatikan gambar berikut !



Jika tinggi mula-mula  $h_0$  ketika bola jatuh adalah 100 cm, kemudian bola terpantul sehingga ketinggian  $h_1$  menjadi 80 cm, maka tinggi pantulan  $h_2$  adalah...

A. 74 cm

B. 70 cm

C. 66 cm

**D. 64 cm**

E. 60 cm

26. Ketika bola pingpong yang jatuh bebas dari ketinggian 10 m, tinggi pantulan selalu kurang dari 10m. Mengapa hal tersebut terjadi?

A. Termasuk jenis tumbukan lenting sempurna

B. Termasuk jenis tumbukan tidak lenting

C. Tinggi pantulan dipengaruhi oleh massa bola

**D. Gravitasi mengerem laju pantulan bola**

E. Tinggi pantulan dipengaruhi oleh kecepatan

27. Abi menjatuhkan sebuah bola dari ketinggian H kemudian membentur lantai dan terpantul kembali sampai ketinggian  $h < H$ . Koefisien restitusi bola tersebut adalah...

A.  $e = \sqrt{\frac{h}{H}}$

**B.  $e = -\sqrt{\frac{h}{H}}$**

C.  $e = \sqrt{\frac{H}{h}}$

D.  $e = -\sqrt{\frac{H}{h}}$

$$E. e = \frac{\sqrt{h}}{H}$$

28. Raket dan mesin jet merupakan contoh teknologi yang menerapkan hukum kekekalan momentum. Cara kerja raket dan mesin jet adalah...

**A. Raket bekerja di antariksa dan mesin jet bekerja di atmosfer**

B. Raket bekerja di atmosfer dan mesin jet bekerja di antariksa

C. Raket bekerja di bumi dan mesin jet bekerja di atmosfer

D. Raket dan mesin jet bekerja di atmosfer

E. Raket dan mesin jet bekerja di antariksa

29. Sebuah apel yang sedang digantung pada tali tiba-tiba ditembak horizontal dengan senapan sehingga peluru menancap pada apel dan mengakibatkan apel berayun setinggi 20 cm dari titik keseimbangannya, tentukan kecepatan peluru setelah tertancap pada apel

A. 40 m/s

B. 4 m/s

C. 20 m/s

**D. 2 m/s**

E. 8 m/s

30. Peluru bermassa 10 gram ditembakkan ke balok bermassa 4,99 kg, hitunglah kecepatan awal peluru sebelum menancap balok jika balok berayun setinggi 0,2 m dari titik keseimbangannya!

A. 2 m/s

B. 100 m/s

**C. 1000 m/s**

D. 2000 m/s

E. 200 m/s

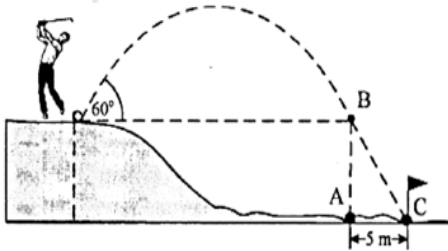
*Lampiran 2c: Instrumen Soal Pretest-Posttest*

**INSTRUMEN SOAL PRETEST-POSTEST**

1. Seorang takmir masjid memukul bedug dengan gaya 10 N. Apabila bedug menerima impuls sebesar 2 Ns, berapakah selang waktu kontak antara pemukul dengan bedug ?
  - A. 20 sekon
  - B. 5 sekon**
  - C. 0,2 sekon
  - D. 0,1 sekon
  - E. Tidak ada
  
2. Seorang jamaah umrah sedang melaksanakan kegiatan lempar jumrah dengan batu kecil bermassa 200 gram dan kecepatan awal 20 m/s. apabila terjadi perubahan momentum sebesar 0,5 Ns, berapa kecepatan pantulan batu setelah mengenai dinding ?
  - A. 22,5 m/s**
  - B. 20 m/s
  - C. 17,5 m/s
  - D. 15 m/s

- E. 12,5 m/s
3. Sebuah truk bermassa 1000 kg dan melaju dengan kecepatan 10 m/s menabrak sebuah pohon dan berhenti dalam waktu 0,1 detik. Gaya rata-rata pada truk selama berlangsungnya tabrakan adalah...
- A. 100 N
  - B. 1000 N
  - C. 10 000 N
  - D. 100 000 N**
  - E. 1 000 000 N
4. Sebuah truk bermassa 2000 kg dan melaju dengan kecepatan 36 Km/jam menabrak sebuah pohon dan berhenti dalam waktu 0,1 detik. Gaya rata-rata pada truk selama berlangsungnya tabrakan adalah...
- A. 200 N
  - B. 2000 N
  - C. 20 000 N
  - D. 200 000 N**
  - E. 2 000 000 N

5. Perhatikan gambar berikut !



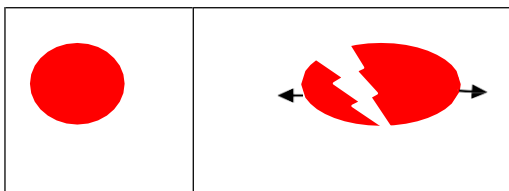
Dalam sebuah permainan bola golf, bola yang bermassa  $0,2 \text{ kg}$  ( $g=10\text{m/s}^2$ ) akan dimasukkan kedalam lubang C seperti pada gambar. Pemukul menyentuh bola dalam waktu  $0,01$  sekon dan lintasan B-C ditempuh bola dalam waktu  $1$  sekon. Gaya yang diperlukan pemain golf untuk memukul bola supaya tepat masuk kedalam lubang C adalah...

- A. 20 N
- B. 80 N
- C. 120 N
- D. 180 N
- E. 200 N**

6. Wahyu dan Yusuf yang bermassa masing-masing 60 kg dan 70 kg sedang terburu buru menuju ke masjid untuk sholat jamaah sehingga mereka lari dengan kecepatan masing-masing 2 m/s dan 3 m/s dari arah yang sama. Yusuf yang berada dibelakang Wahyu tersandung sehingga bertabrakan. Setelah bertabrakan kecepatan Wahyu menjadi 3 m/s. Berapakah kecepatan Yusuf setelah bertabrakan ?

- A.  $\frac{2}{3}$  m/s
- B.  $\frac{3}{15}$  m/s
- C.  $\frac{15}{2}$  m/s
- D.  $\frac{7}{15}$  m/s
- E.  $\frac{15}{7}$  m/s**

7. Perhatikan gambar berikut!



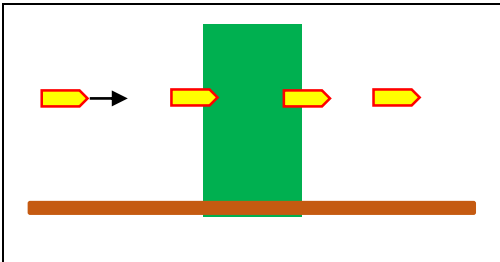
Sebuah granat semula dalam keadaan diam yang massanya  $m$ , kemudian granat meledak dan terbelah



menjadi dua bagian dengan perbandingan  $m_1:m_2 = 1:2$  bergerak berlawanan arah. Hitunglah perbandingan kecepatan benda  $v'_1:v'_2$  !

- A. 1:2
- B. 1:1
- C. 2:2
- D. 2:1**
- E. 1:3

8. Perhatikan gambar dibawah ini!

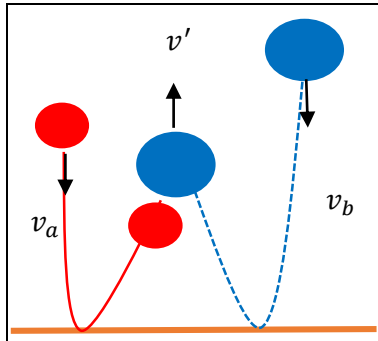


Sebuah balok bermassa 2 kg yang diam diatas lantai ditembak dengan sebutir peluru bermassa 100 gram dengan kecepatan 100 m/s. Jika peluru menembus balok dan kecepatanya berubah menjadi 50 m/s, tentukan kecepatan gerak balok setelah ditembus peluru!

- A. 2,5 m/s**
- B. 3 m/s

- C. 3,5 m/s
  - D. 4 m/s
  - E. 4,5 m/s
9. Batu A yang bermassa 50 kg dengan kecepatan 20 m/s bergerak ke kanan menumbuk batu B bermassa 100 yang diam. Bila tumbukan ini elastis sebagian dengan  $e=0,4$  dan kecepatan batu B setelah tumbukan adalah 18 m/s, tentukan kecepatan batu A setelah tumbukan !
- A. 2 m/s
  - B. 4 m/s
  - C. 6 m/s**
  - D. 8 m/s
  - E. 10 m/s

10. Perhatikan gambar berikut !



Bola A dan bola B dijatuhkan dari ketinggian masing masing 10 m dan 20 m, apabila koefisien bola A dan B terhadap lantai masing masing adalah 0,3 dan 0,2, hitunglah kecepatan bola jika setelah memantul dari lantai terjadi tumbukan tidak lenting!

- A. 20 m/s
- B. 25 m/s
- C. 30 m/s
- D. 35 m/s

**E. Tidak terjadi tumbukan**

11. Musa melepas bola dari ketinggian 200 m jatuh mengenai lantai sehingga terjadi tumbukan elastis sebagian.

Hitunglah tinggi pantulan kedua yang dapat dicapai bila  $e=0,2$ !

- A. 3.12 m
- B. 2.56 m
- C. 1.28 m
- D. 0.64 m
- E. 0.32 m**

12. Ketika bola pingpong yang jatuh bebas dari ketinggian 10 m, tinggi pantulan selalu kurang dari 10m. Mengapa hal tersebut terjadi?

- A. Termasuk jenis tumbukan lenting sempurna
- B. Termasuk jenis tumbukan tidak lenting
- C. Tinggi pantulan dipengaruhi oleh massa bola
- D. Gravitasi mengerem laju pantulan bola**
- E. Tinggi pantulan dipengaruhi oleh kecepatan awal

13. Roket dan mesin jet merupakan contoh teknologi yang menerapkan hukum kekekalan momentum. Cara kerja roket dan mesin jet adalah...

- A. Roket bekerja di antariksa dan mesin jet bekerja di atmosfer**
- B. Roket bekerja di atmosfer dan mesin jet bekerja di antariksa
- C. Roket bekerja di bumi dan mesin jet bekerja di atmosfer
- D. Roket dan mesin jet bekerja di atmosfer
- E. Roket dan mesin jet bekerja di antariksa
14. Sebuah apel yang sedang digantung pada tali tiba-tiba ditembak horizontal dengan senapan sehingga peluru menancap pada apel dan mengakibatkan apel berayun setinggi 20 cm dari titik keseimbangannya, tentukan kecepatan peluru setelah tertancap pada apel
- A. 40 m/s
- B. 4 m/s
- C. 20 m/s
- D. 2 m/s**
- E. 8 m/s
15. Peluru bermassa 10 gram ditembakkan ke balok bermassa 4,99 kg, hitunglah kecepatan awal peluru sebelum

menancap balok jika balok berayun setinggi 0,2 m dari titik keseimbangannya!

- A. 2 m/s
- B. 100 m/s
- C. 1000 m/s**
- D. 2000 m/s
- E. 200 m/s

## Lampiran 2d: Angket Respon Siswa Kelas Kontrol

### ANGKET RESPON SISWA TERHADAP BAHAN AJAR FISIKA

Nama :

Kelas :

No Absen :

#### Petunjuk Pengisian Kuesioner:

1. Perhatikan dan cermati setiap pernyataan sebelum memilih jawaban.
2. Berilah tanda centang ( $\checkmark$ ) pada salah satu kolom pilihan jawaban yang tersedia.
3. Gunakan kejujuran saudara/saudari dan jangan terpengaruh oleh jawaban teman saudara/saudari.
4. Satu pernyataan hanya satu jawaban.
5. Kerjakan dengan jujur, karena tidak akan mempengaruhi nilai saudara/saudari.

#### Keterangan:

S (Setuju) = 1

TS (Tidak Setuju) = 0

No	Pernyataan	S	TS
1	Saya merasa senang selama mengikuti pembelajaran fisika dengan menggunakan bahan ajar fisika yang disediakan sekolah		
2	Saya dapat memahami materi momentum dan impuls dengan menggunakan bahan ajar fisika yang disediakan sekolah		
3	Saya dapat menyelesaikan latihan soal dalam bahan ajar fisika yang disediakan sekolah		
4	Saya merasa senang jika bisa menyimpulkan hasil pembelajaran menggunakan bahan ajar fisika yang disediakan sekolah		
5	Penyajian bahan ajar fisika yang disediakan sekolah membuat saya tertarik untuk mempelajarinya.		
6	Pada saat diskusi, saya aktif dalam menyampaikan pendapat.		
7	Penyajian bahan ajar fisika yang disediakan sekolah menarik.		

8	Isi dan gaya tulisan pada modul fisika bercirikan integrasi sains-islam memberi kesan bahwa isinya bermanfaat untuk diketahui.		
9	Menurut saya penggunaan modul fisika bercirikan integrasi sains-islam dalam kegiatan pembelajaran lebih mudah dipahami.		
10	Terdapat cerita, gambar, dan contoh yang dapat memudahkan saya dalam memahami materi momentum dan impuls		
11	Saya dapat menghubungkan isi pembelajaran materi momentum dan impuls dengan hal-hal yang telah saya lihat, saya lakukan, atau pikirkan dalam kehidupan sehari-hari.		
12	Pada pembelajaran, modul fisika bercirikan integrasi sains-islam membuat rasa ingin tahu saya muncul.		
13	Saya memiliki keberanian untuk bertanya kepada teman, jika ada hal-hal yang menurut saya kurang jelas dari modul fisika bercirikan integrasi sains-islam.		
14	Setelah membaca peta konsep, saya yakin bahwa saya mengetahui apa yang harus saya pelajari dari pembelajaran ini.		
15	Modul fisika bercirikan integrasi sains-islam berisi kegiatan yang mudah dilakukan.		
16	Modul fisika bercirikan integrasi sains-islam sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.		
17	Modul fisika bercirikan integrasi sains-islam relevansi dengan ilmu sains dan Islam.		
18	Saya dapat menambah pengetahuan yang baru dari modul fisika bercirikan integrasi sains-islam		
19	Modul fisika bercirikan integrasi sains-islam dapat melatih saya belajar mandiri.		
20.	Materi momentum dan impuls termuat dalam modul fisika bercirikan integrasi sains-islam secara tuntas.		
21.	Saya tidak perlu menggunakan bahan ajar lain untuk menyelesaikan latihan soal yang terdapat dalam modul fisika bercirikan integrasi sains-islam		



## Lampiran 2d: Angket Respon Siswa Kelas Eksperimen

### ANGKET RESPON SISWA TERHADAP MODUL

#### FISIKA BERCIKIRAN INTEGRASI SAINS DAN ISLAM MATERI MOMENTUM DAN IMPULS

Nama :

Kelas :

No Absen :

#### Petunjuk Pengisian Kuesioner:

1. Perhatikan dan cermati setiap pernyataan sebelum memilih jawaban.
2. Berilah tanda centang ( $\checkmark$ ) pada salah satu kolom pilihan jawaban yang tersedia.
3. Gunakan kejujuran saudara/saudari dan jangan terpengaruh oleh jawaban teman saudara/saudari.
4. Satu pernyataan hanya satu jawaban.
5. Kerjakan dengan jujur, karena tidak akan mempengaruhi nilai saudara/saudari.

#### Keterangan:

S (Setuju) = 1

TS (Tidak Setuju) = 0

No	Pernyataan	S	TS
1	Saya merasa senang selama mengikuti pembelajaran fisika dengan menggunakan modul fisika bercirikan integrasi sains-islam		
2	Saya dapat memahami materi momentum dan impuls dengan menggunakan modul fisika bercirikan integrasi sains-islam		
3	Saya dapat menyelesaikan latihan soal dalam modul fisika bercirikan integrasi sains-islam		
4	Saya merasa senang jika bisa menyimpulkan hasil pembelajaran menggunakan modul fisika bercirikan integrasi sains-islam		
5	Penyajian modul fisika bercirikan integrasi sains-islam membuat saya tertarik untuk mempelajarinya.		
6	Pada saat diskusi, saya aktif dalam menyampaikan pendapat.		
7	Penyajian modul fisika bercirikan integrasi sains-islam menarik.		

8	Isi dan gaya tulisan pada bahan ajar fisika yang disediakan sekolah memberi kesan bahwa isinya bermanfaat untuk diketahui.		
9	Menurut saya penggunaan bahan ajar fisika yang disediakan sekolah dalam kegiatan pembelajaran lebih mudah dipahami.		
10	Terdapat cerita, gambar, dan contoh yang dapat memudahkan saya dalam memahami materi momentum dan impuls		
11	Saya dapat menghubungkan isi pembelajaran materi momentum dan impuls dengan hal-hal yang telah saya lihat, saya lakukan, atau pikirkan dalam kehidupan sehari-hari.		
12	Pada pembelajaran, bahan ajar fisika yang disediakan sekolah membuat rasa ingin tahu saya muncul.		
13	Saya memiliki keberanian untuk bertanya kepada teman, jika ada hal-hal yang menurut saya kurang jelas dari bahan ajar fisika yang disediakan sekolah.		
14	Setelah membaca peta konsep, saya yakin bahwa saya mengetahui apa yang harus saya pelajari dari pembelajaran ini.		
15	Bahan ajar fisika yang disediakan sekolah berisi kegiatan yang mudah dilakukan.		
16	Bahan ajar fisika yang disediakan sekolah sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.		
17	Bahan ajar fisika yang disediakan sekolah relevansi dengan ilmu sains dan Islam.		
18	Saya dapat menambah pengetahuan yang baru dari bahan ajar fisika yang disediakan sekolah		
19	Bahan ajar fisika yang disediakan sekolah dapat melatih saya belajar mandiri.		
20.	Materi momentum dan impuls termuat dalam bahan ajar fisika yang disediakan sekolah secara tuntas.		
21.	Saya tidak perlu menggunakan bahan ajar lain untuk menyelesaikan latihan soal yang terdapat dalam bahan ajar fisika yang disediakan sekolah		

### Lampiran 3a: Lembar Validasi Modul oleh Ahli

#### INSTRUMEN VALIDASI MODUL

#### Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam pada Kelas X MA Terhadap Hasil Belajar Siswa

##### A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul fisika materi Momentum dan Impuls bercirikan integrasi sains dan islam pada kelas X MA, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Substansi Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai Validator Aspek Substansi Materi untuk modul ini.

##### B. Identitas Ahli

Nama : *Dr. Moven Rahmat H*  
NIP : *19641015199403001*  
Instansi : *MAN / Kebumen*  
Pendidikan : .....

##### C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

##### D. Indikator Penilaian Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
<b>KELAYAKAN ISI</b>			
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	5	(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar (2) Semua KD tersaji secara lengkap dalam materi

		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
18.	Keterbacaan tulisan	5	(1) Kesesuaian pemilihan jenis font (2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional (3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca (4) Penggunaan spasi yang proporsional
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas

#### E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
<b>KELAYAKAN ISI</b>						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD					✗
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✗	✗
3	Kelayakan penyajian materi				✗	✗
4	Keakuratan materi					✗
5	Kemutakhiran materi				✗	✗
<b>INTEGRASI SAINS DAN ISLAM</b>						
6	Integrasi Sains dan Islam					✗
7	Nilai keislaman					✗
8	Spiritualisasi Islam					✗
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
9	Pendukung penyajian					✗
10	Penyajian pembelajaran					✗
<b>DESAIN MODUL</b>						
11	Kelayakan kegrafikan					✗
12	Kualitas tampilan					✗
13	Warna					✗
14	Kelayakan cover					✗
<b>KEBAHASAAN</b>						
15	Kejelasan informasi					✗



## INSTRUMEN VALIDASI MODUL

### Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam pada Kelas X MA Terhadap Hasil Belajar Siswa

#### A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul fisika materi Momentum dan Impuls bercirikan integrasi sains dan islam pada kelas X MA, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Substansi Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai Validator Aspek Substansi Materi untuk modul ini.

#### B. Identitas Ahli

Nama : Drs. Edi Susanto, M.P.Fis  
NIP : 19660424994031002  
Instansi : MAN 1 KEBUMEN  
Pendidikan : S2

#### C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

#### D. Indikator Penilaian Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
<b>KELAYAKAN ISI</b>			
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	5	(5) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar (2) Semua KD tersaji secara lengkap dalam materi

		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
18.	Keterbacaan tulisan	5 ✓	(1) Kesesuaian pemilihan jenis font (2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional (3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca (4) Penggunaan spasi yang proporsional
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas

E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
<b>KELAYAKAN ISI</b>						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD					✓
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✓	
3	Kelayakan penyajian materi				✓	
4	Keakuratan materi				✓	
5	Kemutakhiran materi					✓
<b>INTEGRASI SAINS DAN ISLAM</b>						
6	Integrasi Sains dan Islam					✓
7	Nilai keislaman					✓
8	Spiritualisasi Islam					✓
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
9	Pendukung penyajian					✓
10	Penyajian pembelajaran					✓
<b>DESAIN MODUL</b>						
11	Kelayakan kegrafikan					✓
12	Kualitas tampilan					✓
13	Warna					✓
14	Kelayakan cover					✓
<b>KEBAHASAAN</b>						
15	Kejelasan informasi					✓



16	Konstruksi bahasa							✓
17	Kesesuaian EYD							✓
18	Keterbacaan tulisan							✓

**F. Komentar**

Modul sudah layak digunakan di kelas

**G. Saran**

- Persamaan rumus roket agar supaya di selesaikan sampai akhir

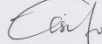
**H. Kesimpulan**

Bahan ajar berbentuk Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Berisikan Integrasi Sains dan Islam ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
- ✓ 2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan di lapangan

\*) lingkari salah satu

Kebumen, 22 Jan. 2019



Drs. Edi Susanto . M.P.Fis

NIP. 19660424994031002



**INSTRUMEN VALIDASI MODUL**  
**Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan**  
**Integrasi Sains dan Islam pada Kelas X MA Terhadap Hasil Belajar Siswa**

**A. Pengantar**

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul fisika materi Momentum dan Impuls bercirikan integrasi sains dan islam pada kelas X MA, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Substansi Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai Validator Aspek Substansi Materi untuk modul ini.

**B. Identitas Ahli**

Nama : Agus Sudirwanto  
 NIP : 1977022320091210051  
 Instansi : F&T UIN Walikongo  
 Pendidikan : S2 (Magister)

**C. Petunjuk Penilaian**

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

**D. Indikator Penilaian Validasi**

No	Komponen	Skor	Deskripsi
<b>KELAYAKAN ISI</b>			
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	5	(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar (2) Semua KD tersaji secara lengkap dalam materi (3) Tersedia soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya

		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
18.	Keterbacaan tulisan	5	(1) Kesesuaian pemilihan jenis font (2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional (3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca (4) Penggunaan spasi yang proporsional
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas

#### E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
<b>KELAYAKAN ISI</b>						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD					✓
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					✓
3	Kelayakan penyajian materi				✓	
4	Keakuratan materi			✓		
5	Kemutakhiran materi				✓	
<b>INTEGRASI SAINS DAN ISLAM</b>						
6	Integrasi Sains dan Islam					✓
7	Nilai keislaman					✓
8	Spiritualisasi Islam			✓		
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
9	Pendukung penyajian					✓
10	Penyajian pembelajaran					✓
<b>DESAIN MODUL</b>						
11	Kelayakan kegrafikan					✓
12	Kualitas tampilan					✓
13	Warna					✓
14	Kelayakan cover					✓
<b>KEBAHASAAN</b>						
15	Kejelasan informasi					✓

16	Konstruksi bahasa							✓
17	Kesesuaian EYD							✓
18	Keterbacaan tulisan							✓

**F. Komentar**

integrasi hol. cma di pblan apa saja yang  
diperlukan pd. msg x PB. materi?

**G. Saran**

hal 13 cek lagi  
hal 17 kenapa gambar (a) nya? (b) nya? (c) nya?  
hal 20 cek lagi (+) dan (-)  
hal 21 apakah gambar bahasa bahasa (b) nya? (c) nya?  
dan materi lain


**H. Kesimpulan**

Bahan ajar berbentuk Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls  
Bercirikan Integrasi Sains dan Islam ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan di lapangan

\*) lingkari salah satu

Semarang, 25.10.2018

  
Agus Sidiq Mulya

NIP.

## INSTRUMEN VALIDASI MODUL

### Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam pada Kelas X MA Terhadap Hasil Belajar Siswa

#### A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan pengembangan modul fisika materi Momentum dan Impuls bercirikan integrasi sains dan islam pada kelas X MA, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi modul pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Substansi Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu sebagai Validator Aspek Substansi Materi untuk modul ini.

#### B. Identitas Ahli

Nama : Muhammad Izatul Faqih  
NIP : .....  
Instansi : UIN Walisongo Semarang  
Pendidikan : S2

#### C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca/mempelajari modul yang dikembangkan.
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam.
3. Mohon Bapak/Ibu memberikan kritik dan saran pada lembar yang disediakan.
4. Kecermatan Bapak/Ibu dalam penilaian ini sangat peneliti harapkan.

#### D. Indikator Penilaian Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
<b>KELAYAKAN ISI</b>			
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	5	(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar (2) Semua KD tersaji secara lengkap dalam materi (3) Tersedia soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya

		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
18.	Keterbacaan tulisan	5	(1) Kesesuaian pemilihan jenis font (2) Penggunaan ukuran huruf yang proporsional (3) Jumlah baris per halaman sesuai sehingga mudah dibaca (4) Penggunaan spasi yang proporsional
		4	Tiga point yang disebutkan diatas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas

#### E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
<b>KELAYAKAN ISI</b>						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD					✓
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					✓
3	Kelayakan penyajian materi					✓
4	Keakuratan materi				✓	
5	Kemutakhiran materi				✓	
<b>INTEGRASI SAINS DAN ISLAM</b>						
6	Integrasi Sains dan Islam				✓	
7	Nilai keislaman					✓
8	Spiritualisasi Islam					✓
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
9	Pendukung penyajian					✓
10	Penyajian pembelajaran				✓	
<b>DESAIN MODUL</b>						
11	Kelayakan kegrafikan				✓	
12	Kualitas tampilan				✓	
13	Warna					✓
14	Kelayakan cover				✓	
<b>KEBAHASAAN</b>						
15	Kejelasan informasi					✓

16	Konstruksi bahasa					✓
17	Kesesuaian EYD					✓
18	Keterbacaan tulisan					✓

#### F. Komentar

- Jangan ada alamat web di cover, sangat mengganggu

- Tahun di Guesalala, font juga kurang kontras dg background.

- Hal 27, gambar overlap dg keterangan.

#### G. Saran

.....

.....

.....

#### H. Kesimpulan

Bahan ajar berbentuk Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam ini dinyatakan \*):

1. Layak digunakan di lapangan tanpa ada revisi
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi
3. Tidak layak digunakan di lapangan

\*) lingkari salah satu

Semarang, 9 Nov 2018

  
 Muhammad Izzatul Fajrih  
 NIP.

## Lampiran 3b: Analisis Hasil Validasi Modul

### ANALISIS VALIDASI MODUL

No	Komponen	V 1	V 2	V 3	V 4	Jumlah Skor	Skor Rerata	Persentase	Kategori		
Aspek Substansi Materi											
Kelayakan Isi											
1	Kesesuaian dengan KI dan KD	4	5	5	5	19	4,75	87%	Sangat Baik		
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	4	5	5	4	18	4,5				
3	Kelayakan penyajian materi	5	4	5	4	18	4,5				
4	Keakuratan Materi	4	3	4	4	15	3,75				
5	Kemutakhiran materi	4	4	4	5	17	4,25				
Integrasi Sains dan Islam											
6	Integrasi sains dan Islam	5	4	4	4	17	4,25	87%		Sangat Baik	
7	Nilai keislaman	5	4	5	4	18	4,5				
8	Spiritualisasi Islam	5	3	5	4	17	4,25				
Teknik Penyajian											
9	Pendukung Penyajian	4	5	5	5	19	4,75	93%	Sangat Baik		
10	Penyajian Pembelajaran	4	5	4	5	18	4,5				
Jumlah		44	42	46	44	176	44	88%			
Aspek Substansi Media											
Desain Modul											
11	Kelayakan kegrafikan	3	5	4	5	17	4,25	90%			Sangat Baik
12	Layout	4	5	4	5	18	4,5				
13	Warna	4	5	5	5	19	4,75				
14	Kelayakan cover	4	5	4	5	18	4,5				
Jumlah		15	20	17	20	72	18	90%			
Aspek Substansi Bahasa											
Kebahasaan											
15	Kejelasan informasi	5	5	5	4	19	4,75	96%	Sangat Baik		
16	Konstruksi Bahasa	5	5	4	5	19	4,75				
17	Kesesuaian EYD	5	5	4	5	19	4,75				
18	Keterbacaan Tulisan	5	5	5	5	20	5				
Jumlah		20	20	18	19	77	19,25	96%			

**Keterangan:**

V 1 : validator 1 Drs. Momom Rakhmat H

V 2 : validator 2 Agus Sudarmanto, M.Si

V 3 : validator 3 Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd

V 4 : validator 4 Drs.Edi Susanto, M.P.Pis

*Lampiran 4a: Daftar Nama Siswa Kelas Uji Coba*

DAFTAR NAMA SISWA KELAS XI MIA 1

No	Nama	Kode
1	Ahmad Farhan Mangadi	UC-01
2	Akhmad Khoirudin Fibriyanto	UC-02
3	Alfi Nurillah Putri Muhammad	UC-03
4	Apriyatun	UC-04
5	Dede Isfathurrohmah	UC-05
6	Dimas Rakhmat Pangestuning U	UC-06
7	Fikri Utami	UC-07
8	Hariz Ilham Samhaji	UC-08
9	Iqbal Nur Asa Aminudin	UC-09
10	Ismi Budiarti	UC-10
11	Kurnia Tyas Fariha	UC-11
12	Mercy Sirait	UC-12
13	Moch. Imran	UC-13
14	Muslimah Hasanah	UC-14
15	Nasrulloh	UC-15
16	Nisa Amaliyah Rohmah A	UC-16
17	Septi Sukmawati Khasanah	UC-17
18	Siti Fatimah Azzahro	UC-18
19	Uswatun Khasanah	UC-19
20	Yovita Al Afifah	UC-20
21	Yuli Perdanawati	UC-21
22	Yuyun Amaliya Sofy	UC-22
23	Zidna Keyla Muna	UC-23
24	Zidni Akhya Al Mubarak	UC-24



### Lampiran 4b: Analisis Hasil Soal Uji Coba

No	Nama	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	UC-24	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	UC-02	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
3	UC-14	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
4	UC-03	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1
5	UC-05	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
6	UC-07	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
7	UC-06	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
8	UC-09	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
9	UC-15	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
10	UC-23	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
11	UC-12	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
12	UC-22	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
	<b>n<sub>A</sub></b>	7	7	9	7	8	6	7	6	6	7	7	8
13	UC-16	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
14	UC-20	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
15	UC-10	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
16	UC-04	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
17	UC-17	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
18	UC-18	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
19	UC-19	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
20	UC-21	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0
21	UC-01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
22	UC-08	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
23	UC-13	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
24	UC-11	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<b>n<sub>B</sub></b>	10	12	6	2	10	3	2	2	2	10	6	3
	PA	0,58	0,58	0,75	0,58	0,67	0,50	0,58	0,50	0,50	0,58	0,58	0,67
	PB	0,83	1,00	0,50	0,17	0,83	0,25	0,17	0,17	0,17	0,83	0,50	0,25
	DB	-0,25	-0,42	0,25	0,42	-0,17	0,25	0,42	0,33	0,33	-0,25	0,08	0,42
	Daya Beda	Jelek	Jelek	Sedang	Sangat Baik	Jelek	Sedang	Sangat Baik	Baik	Baik	Jelek	Jelek	Sangat Baik
	Jml Xi	17	19	15	9	18	9	9	8	8	17	13	11
	p	0,71	0,79	0,63	0,38	0,75	0,38	0,38	0,33	0,33	0,71	0,54	0,46
	Kesukaran	Sedang	Sulit	Sedang	Sedang	Sulit	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
	q	0,29	0,21	0,38	0,63	0,25	0,63	0,63	0,67	0,67	0,29	0,46	0,54
	Mp	12,53	12,37	13,47	15,78	12,67	15,78	16,11	15,75	15,88	12,18	14,08	14,27
	Mq	13,08											
	St	3,86											
	r-pbi	-0,22	-0,36	0,13	0,54	-0,19	0,54	0,61	0,49	0,51	-0,37	0,28	0,28
	t-hitung	-1,08	-1,82	0,61	3,02	-0,89	3,02	3,60	2,63	2,80	-1,85	1,37	1,39
	t-tabel	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06
	Validitas	Invalid	Invalid	Invalid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Invalid	Invalid
	pq	0,21	0,16	0,23	0,23	0,19	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,25	0,25
	Jml pq	6,40											
	Varian	14,86											
	r-pbi	0,588821											
	Reliabilitas	Sedang											
								Keterangan	:			Dibuang	
												Dipakai	



24	25	26	27	28	29	30	Skor Total
0	0	0	0	1	1	1	20
1	0	1	1	1	1	1	20
1	1	1	0	1	1	0	19
1	0	1	0	0	1	1	17
1	0	1	1	1	0	1	17
1	0	1	1	1	0	1	15
0	0	0	1	1	1	1	15
1	1	1	0	0	0	0	15
0	0	0	1	1	1	1	15
0	0	0	0	0	0	0	14
1	1	1	1	1	0	1	14
1	1	1	1	1	0	1	13
8	4	8	7	9	6	9	
0	0	0	0	0	0	0	12
0	0	1	0	0	0	0	12
0	0	0	1	0	0	1	12
0	0	0	0	0	0	0	11
0	0	0	0	0	1	0	11
0	0	0	0	1	0	0	11
1	0	1	0	0	0	0	11
0	0	0	0	0	1	0	10
0	0	0	0	1	0	0	10
0	0	0	0	0	0	0	7
0	0	0	0	0	0	0	7
0	0	0	0	0	0	0	6
1	0	2	1	2	2	1	
0,67	0,33	0,67	0,58	0,75	0,50	0,75	
0,08	0,00	0,17	0,08	0,17	0,17	0,08	
0,58	0,33	0,50	0,50	0,58	0,33	0,67	
Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Baik	Sangat Baik	
9	4	10	8	11	8	10	
0,38	0,17	0,42	0,33	0,46	0,33	0,42	
Sedang	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	
0,63	0,83	0,58	0,67	0,54	0,67	0,58	
15,67	15,25	15,30	15,13	15,36	15,88	15,80	
0,52	0,25	0,49	0,37	0,54	0,51	0,60	
2,85	1,22	2,61	1,89	3,04	2,80	3,48	
2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	
Valid	Invalid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	
0,23	0,14	0,24	0,22	0,25	0,22	0,24	

K  
e  
l  
a  
s  
  
A  
t  
a  
s  
  
K  
e  
l  
a  
s  
  
B  
a  
w  
a  
h

*Lampiran 5a: Daftar Nama Sampel Penelitian*

DAFTAR NAMA KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

	Kelas X MIA 1		Kelas X MIA 2	
No	Nama	Kode		Kode
1	Ali Mansur	E-01	Ajeng	K-01
2	Destri Fizatul	E-02	Alfiaturrohmaniah	K-02
3	Khikmatul	E-03	Ali Usman	K-03
4	Khikaeni Fika	E-04	Astuti Putri	K-04
5	Lilis Susanti	E-05	Azhari Ifham	K-05
6	Lisna	E-06	Dimas Fathul	K-06
7	Mirza	E-07	Diyah Ayu Saputri	K-07
8	M. Mansur	E-08	Herlina	K-08
9	Nur Mujahadah	E-09	Hervi Apriana	K-09
10	Qudsiyah	E-10	Hidayati Rohmah	K-10
11	Regita Ibdaul K	E-11	Ilham Kholik	K-11
12	Ridli Abdullah	E-12	Insaniatus	K-12
13	Risma Alfiyani	E-13	Istiqomah	K-13
14	Salsanas	E-14	Khafidotun	K-14
15	Sefira Nur	E-15	Mya Rahmah	K-15
16	Siti Maesaroh	E-16	Nely Syifain	K-16
17	Toingah	E-17	Nezwa Ardiyah	K-17
18	Umam		Nilnal Minah	K-18
19	Windi	E-18	Rahayu Setyowati	K-19
20	Yasiroh	E-19	Riani Malikhah	K-20
21	Yeni	E-20	Rodiyah	K-21
22	Zahrotul	E-21	Syahid Ma'ruf	K-22
23			Umi Jaelani	K-23

*Lampiran 5b: Hasil Ulangan Akhir Semester Mata Pelajaran  
Fisika*

DAFTAR NILAI UAS KELAS X MIA 1

No	Kode Siswa	Nilai
1	E-01	73,0
2	E-02	88,0
3	E-03	82,0
4	E-04	80,0
5	E-05	79,0
6	E-06	78,0
7	E-07	77,0
8	E-08	81,0
9	E-09	92,0
10	E-10	77,0
11	E-11	85,0
12	E-12	88,0
13	E-13	84,0
14	E-14	86,0
15	E-15	82,0
16	E-16	90,0
17	E-17	79,0
18	E-18	82,0
19	E-19	73,0
20	E-20	80,0
21	E-21	83,0
22	E-22	85,0
Rata-rata		82,0
Nilai Maksimal		92,0
Nilai Minimal		73,0

DAFTAR NILAI UAS KELAS X MIA 2

No	Kode Siswa	Nilai
1	K-01	88,0
2	K-02	84,0
3	K-03	94,0
4	K-04	84,0
5	K-05	89,0
6	K-06	88,0
7	K-07	85,0
8	K-08	81,0
9	K-09	82,0
10	K-10	90,0
11	K-11	84,0
12	K-12	73,0
13	K-13	77,0
14	K-14	77,0
15	K-15	84,0
16	K-16	81,0
17	K-17	73,0
18	K-18	81,0
19	K-19	91,0
20	K-20	78,0
21	K-21	84,0
22	K-22	82,0
23	K-23	82,0
Rata-rata		83,1
Nilai Maksimal		94,0
Nilai Minimal		73,0

## Lampiran 5c: Hasil Pretest-Posttest

### HASIL PRETEST-POSTTEST KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

DAFTAR NILAI KELAS EKSPERIMEN

No	Kode Siswa	Pre-test	Post-test
1	E-01	40,0	66,7
2	E-02	60,0	86,7
3	E-03	60,0	73,3
4	E-04	53,3	73,3
5	E-05	46,7	66,7
6	E-06	33,3	66,7
7	E-07	33,3	66,7
8	E-08	40,0	73,3
9	E-09	73,3	86,7
10	E-10	53,3	60,0
11	E-11	60,0	80,0
12	E-12	46,7	80,0
13	E-13	33,3	66,7
14	E-14	53,3	80,0
15	E-15	53,3	73,3
16	E-16	20,0	66,7
17	E-17	40,0	73,3
18	E-18	26,7	53,3
19	E-19	33,3	73,3
20	E-20	33,3	73,7
21	E-21	40,0	73,3
Rata-rata		44,4	72,1
Nilai Maksimal		73,3	86,7
Nilai Minimal		20,0	53,3

DAFTAR NILAI KELAS KONTROL

No	Kode Siswa	Pre-test	Post-test
1	K-01	46,7	80,0
2	K-02	40,0	66,7
3	K-03	60,0	86,7
4	K-04	40,0	73,3
5	K-05	53,3	73,3
6	K-06	53,3	66,7
7	K-07	46,7	66,7
8	K-08	46,7	60,0
9	K-09	33,3	60,0
10	K-10	40,0	80,0
11	K-11	53,3	66,7
12	K-12	40,0	46,7
13	K-13	20,0	53,3
14	K-14	33,3	53,3
15	K-15	46,7	66,7
16	K-16	60,0	66,7
17	K-17	40,0	40,0
18	K-18	40,0	60,0
19	K-19	46,7	86,7
20	K-20	26,7	53,3
21	K-21	46,7	66,7
22	K-22	53,3	60,0
23	K-23	33,3	66,7
Rata-rata		43,5	65,2
Nilai Maksimal		60,0	86,7
Nilai Minimal		20,0	40,0

Lampiran 6a: Uji Normalitas Nilai UAS Kelas Kontrol

**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi normal

Ha: Data tersistribusi tidak normal

**Kriteria Pengujian**

Ho diterima jika  $X\text{-hitung} \leq X\text{-tabel}$

**Pengujian Hipotesis**

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

UJI NORMALITAS ULANGAN KELAS X MIA 2

Nilai tertinggi= 94,0  
Nilai terendah= 73,0  
Rentangan (R)= nilai tertinggi-nilai terendah  
= 21,00  
Interval= 3,50 (pilih 3,5)

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o \cdot f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
73,00 - 76,50	2	0,62	1,38	1,90	3,06
76,60 - 80,10	3	3,07	-0,07	0,00	0,00
80,20 - 83,70	6	7,81	-1,81	3,28	0,42
83,80 - 87,30	6	7,81	-1,81	3,28	0,42
87,40 - 90,90	4	3,07	0,93	0,87	0,28
91,00 - 94,50	2	0,62	1,38	1,90	3,06
Jumlah	23	23,00	0,00	11,23	7,25

Chi Kuadrat Hitung = 7,25  
Chi Kuadrat Tabel = 11,07 (dengan  $\alpha=5\%$ ,  $dk=n-1=6-1=5$ )

Kesimpulan =  $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$  maka data NORMAL

Lampiran 6b: Uji Normalitas Pretest-Posttest Kelas Kontrol

**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi normal

Ha: Data tersistribusi tidak normal

**Kriteria Pengujian**

Ho diterima jika  $X_{hitung} \leq X_{tabel}$

**Pengujian Hipotesis**

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

UJI NORMALITAS PRE-TEST KELAS KONTROL

Nilai Tertinggi= 60,0  
 Nilai Terendah= 20,0  
 Rentangan= nilai maksimal-nilai minimal  
 = 40,0  
 Interval= 6,67 (pilih 7)

Interval	$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
20,0 - 27,0	2	0,62	1,38	1,90	3,06
28,0 - 35,0	3	3,07	-0,07	0,00	0,00
36,0 - 43,0	6	7,81	-1,81	3,28	0,42
44,0 - 51,0	6	7,81	-1,81	3,28	0,42
52,0 - 59,0	4	3,07	0,93	0,87	0,28
60,0 - 67,0	2	0,62	1,38	1,90	3,06
Jumlah	23	23	0	11,23	7,25

Chi Kuadrat Hitung = 7,25  
 Chi Kuadrat Tabel = 10,6 ( dengan  $\alpha=5\%$ ,  $dk=n-1=6-1=5$ )

Kesimpulan =  $X_{hitung}^2 < X_{tabel}^2$  maka data NORMAL



UJI NORMALITAS POST-TEST KELAS KONTROL

Nilai Tertinggi= 86,7  
 Nilai Terendah= 40,0  
 Rentangan= nilai maksimal-nilai minimal  
 = 46,7  
 Interval= 7,78 (pilih 8)

Interval		$f_0$	$f_h$	$f_0 - f_h$	$(f_0 - f_h)^2$	$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$	
40,0	-	48,0	2	0,62	1,38	1,90	3,06
49,0	-	57,0	3	3,07	-0,07	0,00	0,00
58,0	-	66,0	4	7,81	-3,81	14,52	1,86
67,0	-	75,0	10	7,81	2,19	4,79	0,61
76,0	-	84,0	2	3,07	-1,07	1,14	0,37
85,0	-	93,0	2	0,62	1,38	1,90	3,06
Jumlah			23	23	0	24,26	8,97

Chi Kuadrat Hitung = 8,97  
 Chi Kuadrat Tabel = 10,59623 ( dengan  $\alpha=5\%$ ,  $dk=n-1=6-1=5$ )

Kesimpulan =  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$  maka data NORMAL

Lampiran 6c: Uji Normalitas Nilai UAS Kelas Eksperimen

**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi normal

Ha: Data tersistribusi tidak normal

**Kriteria Pengujian**

Ho diterima jika  $X\text{-hitung} \leq X\text{-tabel}$

**Pengujian Hipotesis**

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

UJI NORMALITAS ULANGAN KELAS X MIA 1

Nilai tertinggi= 92,0  
 Nilai terendah= 73,0  
 Rentangan (R)= nilai tertinggi-nilai terendah  
 = 19,00  
 Interval= 3,17 (pilih 3)

Interval		$f_o$	$f_h$	$f_o \cdot f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
73,00	-	76,00	2	0,59	1,41	1,98
76,10	-	79,10	5	2,93	2,07	4,27
79,20	-	82,20	6	7,47	-1,47	2,16
82,30	-	85,30	4	7,47	-3,47	12,05
85,40	-	88,40	3	2,93	0,07	0,00
88,50	-	92,00	2	0,59	1,41	1,98
Jumlah		22	22,00	0,00	22,44	10,01

Chi Kuadrat Hitung = 10,01  
 Chi Kuadrat Tabel = 11,07 (dengan  $\alpha=5\%$ ,  $dk=n-1=6-1=5$ )

Kesimpulan =  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$  maka data NORMAL

Lampiran 6d: Uji Normalitas Pretest-Posttest Kelas Eksperimen

**Hipotesis** Ho: Data terdistribusi normal  
 Ha: Data tersistribusi tidak normal

**Kriteria Pengujian** Ho diterima jika  $X\text{-hitung} \leq X\text{-tabel}$

**Pengujian Hipotesis**

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$$

UJI NORMALITAS PRE-TEST KELAS EKSPERIMEN

Nilai tertinggi= 73,3  
 Nilai terendah= 20,0  
 Rentangan (R)= nilai tertinggi-nilai terendah  
 = 53,33  
 Interval= 8,89 (pilih 9)

Interval		$f_o$	$f_h$	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
20,00	-	29,00	2	0,57	1,43	2,05
30,00	-	39,00	5	2,80	2,20	4,83
40,00	-	49,00	6	7,13	-1,13	1,28
50,00	-	59,00	4	7,13	-3,13	9,81
60,00	-	69,00	3	2,80	0,20	0,04
70,00	-	79,00	1	0,57	0,43	0,19
Jumlah		21	21,00			7,25

Chi Kuadrat Hitung = 7,25  
 Chi Kuadrat Tabel = 11,07 ( dengan  $\alpha=5\%$ ,  $dk=n-1=6-1=5$ )

Kesimpulan =  $X_{hitung}^2 < X_{tabel}^2$  maka data NORMAL

UJI NORMALITAS *POST-TEST* KELAS EKSPERIMEN

Nilai tertinggi= 86,7

Nilai terendah= 53,3

Rentangan (R)= nilai tertinggi-nilai terendah  
= 33,40

Interval= 5,57 (pilih 5,5)

Interval		$f_o$	$f_h$	$f_o \cdot f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
53,30	-	58,80	1	0,57	0,43	0,19
58,81	-	64,31	1	2,80	-1,80	3,25
64,32	-	69,82	6	7,13	-1,13	1,28
69,83	-	75,33	8	7,13	0,87	0,75
75,34	-	80,84	3	2,80	0,20	0,04
80,85	-	100,00	2	0,57	1,43	2,05
Jumlah		21	21	0	7,560099	5,4100847

Chi Kuadrat Hitung = 5,41

Chi Kuadrat Tabel = 11,07 ( dengan  $\alpha=5\%$ ,  $dk=n-1=6-1=5$ )

Kesimpulan =  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$  maka data NORMAL

## Lampiran 6e: Uji Normalitas Nilai Ulangan Kelas X MIA 3

### DAFTAR NILAI DAN UJI NORMALITAS KELAS X MIA 3

No	Kode Siswa	Nilai								
1	X-01	74,0	Nilai tertinggi= 90,0							
2	X-02	77,0	Nilai terendah= 73,0							
3	X-03	80,0	Rentangan (R)= nilai tertinggi-nilai terendah							
4	X-04	83,0	= 17,00							
5	X-05	83,0	Interval= 2,83 (pilih 3)							
6	X-06	81,0								
7	X-07	90,0								
8	X-08	73,0	Interval			$f_o$	$f_h$	$f_o \cdot f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
9	X-09	86,0	73,00	-	76,00	3	0,59	2,41	5,79	9,75
10	X-10	80,0	76,10	-	79,10	3	2,93	0,07	0,00	0,00
11	X-11	80,0	79,20	-	82,20	7	7,47	-0,47	0,22	0,03
12	X-12	77,0	82,30	-	85,30	6	7,47	-1,47	2,16	0,29
13	X-13	79,0	85,40	-	88,40	2	2,93	-0,93	0,87	0,30
14	X-14	81,0	88,50	-	91,50	1	0,59	0,41	0,16	0,28
15	X-15	73,0	Jumlah			22	22,00	0,00	9,22	10,64
16	X-16	80,0								
17	X-17	80,0	Chi Kuadrat Hitung = 10,64							
18	X-18	85,0	Chi Kuadrat Tabel = 11,07 (dengan $\alpha=5\%$ , $dk=n-1=6-1=5$ )							
19	X-19	86,0								
20	X-20	83,0	Kesimpulan = $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ maka data NORMAL							
21	X-21	83,0								
22	X-22	83,0								
Rata-rata		80,8								
Nilai Maksimal		90,0								
Nilai Minimal		73,0								

*Lampiran 7a: Uji Homogenitas Nilai UAS Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol*

**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi homogen

Ha: Data tersistribusi tidak homogen

**Kriteria Pengujian**

Ho diterima jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2 \text{ varians terbesar}}{S_2^2 \text{ varians terkecil}}$$

**UJI HOMOGENITAS NILAI UAS**

No	Kelas X MIA 1	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	Kelas X MIA 2	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	73,0	-9,0	81,0	88,0	4,9	24,0
2	88,0	6,0	36,0	84,0	0,9	0,8
3	82,0	0,0	0,0	94,0	10,9	118,8
4	80,0	-2,0	4,0	84,0	0,9	0,8
5	79,0	-3,0	9,0	89,0	5,9	34,8
6	78,0	-4,0	16,0	88,0	4,9	24,0
7	77,0	-5,0	25,0	85,0	1,9	3,6
8	81,0	-1,0	1,0	81,0	-2,1	4,4
9	92,0	10,0	100,0	82,0	-1,1	1,2
10	77,0	-5,0	25,0	90,0	6,9	47,6
11	85,0	3,0	9,0	84,0	0,9	0,8
12	88,0	6,0	36,0	73,0	-10,1	102,0
13	84,0	2,0	4,0	77,0	-6,1	37,2
14	86,0	4,0	16,0	77,0	-6,1	37,2
15	82,0	0,0	0,0	84,0	0,9	0,8
16	90,0	8,0	64,0	81,0	-2,1	4,4
17	79,0	-3,0	9,0	73,0	-10,1	102,0
18	82,0	0,0	0,0	81,0	-2,1	4,4
19	73,0	-9,0	81,0	91,0	7,9	62,4
20	80,0	-2,0	4,0	78,0	-5,1	26,0
21	83,0	1,0	1,0	84,0	0,9	0,8
22	85,0	3,0	9,0	82,0	-1,1	1,2
23				82,0	-1,1	1,2
Jumlah	1719,0	-3,0	521,0	1912,0	0,7	640,6
Rerata		82,0			83,1	
Varians		26,1			29,1	
F-hitung			1,1			
DK Pembilang			22			
DK Penyebut			21			
F-tabel			2,09 dengan $\alpha=5\%$			

Kesimpulan: Karena  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak  
Data termasuk homogen

Lampiran 7b: Uji Homogenitas Pretest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi homogen

Ha: Data tersistribusi tidak homogen

**Kriteria Pengujian**

Ho diterima jika F-hitung <= F-tabel

**Pengujian Hipotesis**

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2 \text{varians terbesar}}{S_2^2 \text{varians terkecil}}$$

UJI HOMOGENITAS PRE-TEST KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

No	Kelas Eksperimen	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	Kelas Kontrol	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	40,0	-4,4	19,4	46,7	3,5	12,3
2	60,0	15,6	243,4	40,0	-3,2	10,2
3	60,0	15,6	243,4	60,0	16,8	282,2
4	53,3	8,9	79,8	40,0	-3,2	10,2
5	46,7	2,3	5,1	53,3	10,1	102,0
6	33,3	-11,1	122,5	53,3	10,1	102,0
7	33,3	-11,1	122,5	46,7	3,5	12,3
8	40,0	-4,4	19,4	46,7	3,5	12,3
9	73,3	28,9	837,1	33,3	-9,9	98,0
10	53,3	8,9	79,8	40,0	-3,2	10,2
11	60,0	15,6	243,4	53,3	10,1	102,0
12	46,7	2,3	5,1	40,0	-3,2	10,2
13	33,3	-11,1	122,5	20,0	-23,2	538,2
14	53,3	8,9	79,8	33,3	-9,9	98,0
15	53,3	8,9	79,2	46,7	3,5	12,3
16	20,0	-24,4	595,4	60,0	16,8	282,2
17	40,0	-4,4	19,4	40,0	-3,2	10,2
18	26,7	-17,7	314,5	40,0	-3,2	10,2
19	33,3	-11,1	122,5	46,7	3,5	12,3
20	33,3	-11,1	122,5	26,7	-16,5	272,3
21	40,0	-4,4	19,4	46,7	3,5	12,3
22				53,3	10,1	102,0
23				33,3	-9,9	98,0
Jumlah	933,30	0,90	3495,74	1000,00	6,40	2211,98
Rerata	44,44			43,48		
Varians	174,79			100,54		
F-hitung				1,74		
DK Pembilang				22		
DK Penyebut				20		
F-tabel				2,10 dengan $\alpha=5\%$		

Kesimpulan: Karena F hitung < F tabel maka Ho diterima dan Ha ditolak  
Data termasuk homogen



Lampiran 7c: Uji Homogenitas Posttest Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

**Hipotesis**

Ho: Data terdistribusi homogen

Ha: Data tersistribusi tidak homogen

**Kriteria Pengujian**

Ho diterima jika F-hitung <= F-tabel

**Pengujian Hipotesis**

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2 \text{varians terbesar}}{S_2^2 \text{varians terkecil}}$$

UJI HOMOGENITAS POST-TEST KELAS EKSPERIMEN DAN KELAS KONTROL

No	Kelas Eksperimen	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	Kelas Kontrol	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	66,7	-5,4	29,2	80	14,8	219,0
2	86,7	14,6	213,2	66,7	1,5	2,3
3	73,3	1,2	1,4	86,7	21,5	462,3
4	73,3	1,2	1,4	73,3	8,1	65,6
5	66,7	-5,4	29,5	73,3	8,1	65,6
6	66,7	-5,4	29,2	66,7	1,5	2,3
7	66,7	-5,4	29,2	66,7	1,5	2,3
8	73,3	1,2	1,4	60	-5,2	27,0
9	86,7	14,6	213,2	60	-5,2	27,0
10	60,0	-12,1	146,4	80	14,8	219,0
11	80,0	7,9	62,4	66,7	1,5	2,3
12	80,0	7,9	62,4	46,7	-18,5	342,3
13	66,7	-5,4	29,2	53,3	-11,9	141,6
14	80,0	7,9	62,4	53,3	-11,9	141,6
15	73,3	1,2	1,4	66,7	1,5	2,3
16	66,7	-5,4	29,2	66,7	1,5	2,3
17	73,3	1,2	1,4	40	-25,2	635,0
18	53,3	-18,8	353,4	60	-5,2	27,0
19	73,3	1,2	1,4	86,7	21,5	462,3
20	73,7	1,6	2,6	53,3	-11,9	141,6
21	73,3	1,2	1,4	66,7	1,5	2,3
22				60	-5,2	27,0
23				66,7	1,5	2,3
Jumlah	1513,7	-0,4	1301,3	1500,2	0,6	3022,1
Rerata		72,1			65,2	
Varians		65,1			137,4	
F-hitung			2,1			
DK Pembilang			22			
DK Penyebut			20			
F-tabel			2,10 dengan $\alpha=5\%$			

Kesimpulan: Karena F hitung <= F tabel maka Ho diterima dan Ha ditolak  
Data termasuk homogen



Lampiran 8a: Uji Perbedaan Dua Rata-rata Pretest Kelas  
Eksperimen dan Kelas Kontrol

**Hipotesis** Ho: Tidak terdapat perbedaan dua rata-rata pretest  
Ha: Terdapat perbedaan dua rata-rata pretest

**Kriteria Pengujian** Ho diterima jika t-hitung <= t-tabel

**Pengujian Hipotesis**

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

UJI PERBEDAAN DUA RATA-RATA PRE-TEST

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	3495,74	2211,98
n	21	22
$\bar{x}$	44,44	43,48
Standar Deviasi	13,22	10,03
Varians	174,79	100,54

$$\begin{aligned}
 \text{t-hitung} &= \frac{44,44 - 43,48}{\sqrt{\frac{(21 - 1)174,79 + (23 - 1)100,54}{21 + 23 - 2} \left(\frac{1}{21} + \frac{1}{23}\right)}} \\
 &= \frac{0,96}{\sqrt{\frac{3495,74 + 32211,98}{42} (0,0476 + 0,0435)}} \\
 &= \frac{0,96}{\sqrt{\frac{5707,72}{42} (0,0911)}} \\
 &= \frac{0,96}{\sqrt{12,3803}} \\
 &= \frac{0,96}{3,51857} \\
 &= 0,27414
 \end{aligned}$$

t-tabel dengan dk=21+23-2=42 dan α=5% diperoleh 0,681

t-hitung < t-tabel maka Ha ditolak dan Ho diterima.

Kesimpulan: tidak ada perbedaan rata-rata hasil belajar pretest kelas eksperimen dan kelas kontrol

Lampiran 8b: Uji Perbedaan Dua Rata-rata Posttest Kelas  
Eksperimen dan Kelas Kontrol

**Hipotesis** Ho: Tidak terdapat perbedaan dua rata-rata posttest  
Ha: Terdapat perbedaan dua rata-rata posttest

**Kriteria Pengujian** Ho diterima jika t-hitung  $\leq$  t-tabel

**Pengujian Hipotesis**

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

**UJI PERBEDAAN DUA RATA-RATA POST-TEST**

Sumber Variasi	Eksperimen	Kontrol
Jumlah	1301,32	3022,08
n	21	22
$\bar{x}$	72,08	65,23
Standar Deviasi	8,07	11,72
Varians	65,07	137,37

$$\begin{aligned}
 \text{t-hitung} &= \frac{72,1 - 65,2}{\sqrt{\frac{(21 - 1)65,07 + (23 - 1)137,37}{21 + 23 - 2} \left(\frac{1}{21} + \frac{1}{23}\right)}} \\
 &= \frac{8,01}{\sqrt{\frac{1302 + 3022,074}{42} (0,0476 + 0,0435)}} \\
 &= \frac{8,01}{\sqrt{\frac{4324,07}{42} (0,0911)}} \\
 &= \frac{8,01}{\sqrt{103,045}} \\
 &= \frac{8,01}{10,1511} \\
 &= 0,789
 \end{aligned}$$

t-tabel dengan dk=21+23-2=42 dan  $\alpha=5\%$  diperoleh 0,681

t-hitung > t-tabel maka Ho ditolak dan Ha diterima.

**Kesimpulan:** ada perbedaan rata-rata hasil belajar *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

## Lampiran 9: N-gain Kelas Eksperimen Kelas Kontrol

### Kriteria Pengujian

Rata-rata	Kategori
$N\text{-gain} \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < N\text{-gain} < 0,70$	Sedang
$N\text{-gain} \geq 0,70$	Tinggi

### Pengujian

$$N - gain = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretest}}$$

N-GAIN KELAS EKSPERIMEN

No	Kode	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
1	E-01	40,0	66,7	0,6	Sedang
2	E-02	60,0	86,7	1,0	Tinggi
3	E-03	60,0	73,3	0,5	Sedang
4	E-04	53,3	73,3	0,6	Sedang
5	E-05	46,7	66,7	0,5	Sedang
6	E-06	33,3	66,7	0,6	Sedang
7	E-07	33,3	66,7	0,6	Sedang
8	E-08	40,0	73,3	0,7	Tinggi
9	E-09	73,3	86,7	1,0	Tinggi
10	E-10	53,3	60,0	0,2	Rendah
11	E-11	60,0	80,0	0,7	Tinggi
12	E-12	46,7	80,0	0,8	Tinggi
13	E-13	33,3	66,7	0,6	Sedang
14	E-14	53,3	80,0	0,8	Tinggi
15	E-15	53,3	73,3	0,6	Sedang
16	E-16	20,0	66,7	0,7	Tinggi
17	E-17	40,0	73,3	0,7	Tinggi
18	E-18	26,7	53,3	0,4	Sedang
19	E-19	33,3	73,3	0,7	Tinggi
20	E-20	33,3	73,7	0,8	Tinggi
21	E-21	40,0	73,3	0,7	Tinggi
Rata-rata				0,7	Sedang

N-GAIN KELAS KONTROL

No	Kode	Pretest	Posttest	N-Gain	Kategori
1	K-01	46,7	80	0,8	Tinggi
2	K-02	40,0	66,7	0,6	Sedang
3	K-03	60,0	86,7	1,0	Tinggi
4	K-04	40,0	73,3	0,7	Tinggi
5	K-05	53,3	73,3	0,6	Sedang
6	K-06	53,3	66,7	0,4	Sedang
7	K-07	46,7	66,7	0,5	Sedang
8	K-08	46,7	60	0,3	Sedang
9	K-09	33,3	60	0,5	Sedang
10	K-10	40,0	80	0,9	Tinggi
11	K-11	53,3	66,7	0,4	Sedang
12	K-12	40,0	46,7	0,1	Rendah
13	K-13	20,0	53,3	0,5	Sedang
14	K-14	33,3	53,3	0,4	Sedang
15	K-15	46,7	66,7	0,5	Sedang
16	K-16	60,0	66,7	0,3	Rendah
17	K-17	40,0	40	0,0	Rendah
18	K-18	40,0	60	0,4	Sedang
19	K-19	46,7	86,7	1,0	Tinggi
20	K-20	26,7	53,3	0,4	Sedang
21	K-21	46,7	66,7	0,5	Sedang
22	K-22	53,3	60	0,2	Rendah
23	K-23	33,3	66,7	0,6	Sedang
Rata-rata				0,5	Sedang

## Lampiran 10a: Analisis Respon Siswa Kelas Kontrol

### Kriteria Pengujian

81-100%	Sangat Baik (SB)
61-80%	Baik (B)
41-60%	Cukup (C)
21-40%	Kurang (K)
0-20%	Sangat Kurang (SK)

### Pengujian

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Analisis Respon Siswa Terhadap Bahan Ajar yang Diseciitakan Oleh Sekolah

No Responden	Perhatian					Kepuasan					Relevansi Kebutuhan					Percaya Diri						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1 K-01	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
2 K-02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
3 K-03	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
4 K-04	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
5 K-05	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
6 K-06	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
7 K-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 K-08	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
9 K-09	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
10 K-10	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
11 K-11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
12 K-12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
13 K-13	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
14 K-14	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
15 K-15	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
16 K-16	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
17 K-17	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
18 K-18	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
19 K-19	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
20 K-20	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
21 K-21	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
22 K-22	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
23 K-23	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Jumlah	6	6	5	17	1	7	5	14	2	15	14	12	22	11	3	15	16	16	14	6	1	
Persentase	26,1	26,1	21,7	73,9	4,35	30,4	21,7	60,9	8,7	65,2	60,9	52,2	95,7	47,8	13	65,2	69,6	69,6	60,9	26,1	4,35	
Rata-rata	36,96					29,35					46,74					50,24						
Kriteria	Kurang					Kurang					Cukup					Cukup						
Rerata Umum	40,82																					
Kriteria Umum	Cukup																					

Lampiran 10b: Analisis Respon Siswa Kelas Eskperimen

Kriteria Pengujian

81-100%	Sangat Baik (SB)
61-80%	Baik (B)
41-60%	Cukup (C)
21-40%	Kurang (K)
0-20%	Sangat Kurang (SK)

Pengujian

$$P = \frac{F}{N} \times 100\%$$

Analisis Respon Siswa Terhadap Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Berisikan Integrasi Sains dan Islam

No Responden	Perhatian			Kepuasan			Relevansi Kebutuhan			Percaya Diri												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1 E-01	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
2 E-02	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
3 E-03	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
4 E-04	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	
5 E-05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
6 E-06	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
7 E-07	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
8 E-08	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
9 E-09	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
10 E-10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
11 E-11	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12 E-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
13 E-13	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
14 E-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
15 E-15	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	
16 E-16	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
17 E-17	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
18 E-18	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
19 E-19	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
20 E-20	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
21 E-21	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	
Jumlah	21	20	17	16	18	5	21	18	20	20	11	15	20	14	21	20	19	21	19	18	4	
Persentase	100	95,2	81	76,2	85,7	23,8	100	85,7	95,2	95,2	52,4	71,4	95,2	66,7	100	95,2	90,5	100	90,5	85,7	19	
Rata-rata											78,57										82,84	
Kriteria	Sangat Baik										Baik										Sangat Baik	
Rerata Umum											80,75											
Kriteria Umum											Baik											



## Lampiran 11: Surat Ijin Pra-Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.3969/Un.10.8/D1/TL.00/12/2018 Semarang, 5 Desember 2018  
Lamp : -  
Hal : Permohonan Ijin Observasi Pra Riset

Kepada Yth.  
Kepala MAN 1 Kebumen  
di Kebumen

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam penulisan Skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Fatikhatus Sangadah  
NIM : 1403066039  
Jurusan : Pendidikan Fisika  
Judul Penelitian : Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam Terhadap Hasil Belajar Siswa,

Sehubungan dengan hal tersebut, kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Observasi pra riset di Sekolah yang Bapak/Ibu Pimpin.

Data Observasi tersebut diharapkan dapat menjadi bahan kajian (analisis) bagi mahasiswa kami.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
dan Kelembagaan



Dr. Sanahy M.Pd.

NIP. 19690313 198103 2 007

Tembusan Yth.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )

## Lampiran 12: Surat Ijin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.792/Un.10.8/D1/TL.00/02/2019 Semarang, 18 Februari 2019  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
Kepala MAN 1 Kebumen  
di Kebumen

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Fatikhatus Sangadah  
NIM : 1403066039  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika  
Judul Sekripsi : "Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam Terhadap Hasil Belajar Siswa"

Pembimbing : 1. Edi Daenuri Anwar, M.Sc.  
2. Sheila Rully Anggita, S.Pd., M.Si.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak/Ibu Pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan



Dr. Liahah, M.Pd.

NIP. 19590313 198103 2 007

Tembusan Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )

## Lampiran 13: Surat Keterangan Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN KEBUMEN  
**MADRASAH ALIYAH NEGERI 1**  
Jalan Cincin Kota Nomor 44 Kebumen 54351  
Telepon ( 0287 ) 381546  
website : [www.mansakebumen.sch.id](http://www.mansakebumen.sch.id) Email : [mankebumen1@yahoo.com](mailto:mankebumen1@yahoo.com)

### SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 307/Ma.11.10/TL.00/03/2019

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Madrasah Aliyah Negeri 1 Kebumen , menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

N a m a : FATIKHATUS SANGADAH  
N I M : 1403066039  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Benar-benar telah melaksanakan penelitian mulai tanggal 11 – 30 Maret 2019 pada MAN 1 Kebumen guna memenuhi tugas penyusunan skripsi dengan judul :

*"Efektifitas Penggunaan Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls Bercirikan Integrasi Sains dan Islam Terhadap Hasil Belajar Siswa"*

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kebumen, 30 Maret 2019

Kepala,



H. Mahmudin, S. Pd, M. Ag  
NIP.197506171998031002

Tembusan Yth :

1. Kabid Penma Kankemenag Provinsi Jawa Tengah
2. Kakankemenag Kab. Kebumen



*Lampiran 14: RPP Kelas Eksperimen*

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

**KELAS EKSPERIMEN**

Satuan Pendidikan : MAN 1 Kebumen

Matapelajaran : Fisika

Kelas/Semester :

Materi Pokok : Momentum dan Impuls

Alokasi Waktu : 3 pertemuan (@3×45 menit)

**A. 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 ingintahunya 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 denganbakat 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 metoda sesuai kaidah keilmuan.

## **B. Kopetensi Dasar**

- 1.10 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya
- 2.10 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, skeptis, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kreatif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi

3.10 Mendeskripsikan momentum dan impuls, hukum kekekalan momentum, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

4.10 Memodifikasi roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum.

### **C. Indikator**

1.10.1 Mengintegrasikan ayat Al-Quran terkait hubungan dengan konsep momentum, impuls dan tumbukan dalam kajian ilmu sains

2.10.1 Mengikuti kegiatan belajar-mengajar secara disiplin, aktif, sopan, jujur dan bersungguh-sungguh

3.10.1 Mengamati tentang momentum, impuls, hubungan antara impuls dan momentum serta tumbukan dari berbagai sumber belajar.

3.10.2 Mendiskusikan konsep momentum, impuls, hubungan antara impuls dan momentum serta hukum kekekalan momentum dalam berbagai penyelesaian masalah

3.10.3 Merancang dan membuat roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum secara berkelompok

- 3.10.4 Memformulasikan konsep impuls dan momentum, keterkaitan antar keduanya, serta aplikasinya dalam kehidupan
- 3.10.5 Merumuskan hukum kekekalan momentum untuk sistem tanpa gaya luar
- 3.10.6 Mengintegrasikan hukum kekekalan energi dan kekekalan momentum untuk berbagai peristiwa tumbukan
- 4.10.1 Mempresentasikan modifikasi roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum
- 4.10.2 Mempresentasikan peristiwa bola jatuh ke lantai dan pembuatan roket sederhana

#### **D. Tujuan Pembelajaran**

Melalui proses mengamati, menanya, mencoba, menalar dan mengkomunikasikan diharapkan peserta didik mampu :

1. Bertambah keimanannya terhadap agama Islam dan mempercayai bahwa kedudukan Al-Quran sebagai sumber ilmu dan penjelas ilmu-ilmu lain
2. Mengamalkan nilai-nilai keislaman dalam kehidupan sehari-hari

3. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan momentum, impuls, serta hubungan antara impuls dan momentum
4. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan Hukum Kekekalan Momentum
5. Memahami tumbukan benda yang dihubungkan dengan konsep-konsep momentum, impuls dan hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari
6. Merancang dan membuat roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum
7. Menunjukkan perilaku ilmiah serta bekerja secara individu dan kelompok

#### **E. Materi Pembelajaran**

1. Momentum dan Impuls
2. Hukum Kekekalan Momentum
3. Jenis-jenis Tumbukan

#### **F. Metode Pembelajaran**

Model Pembelajaran : Model Pembelajaran Inkuiri  
Terbimbing

Pendekatan : Saintifik

Metode : Diskusi kelompok, tanya jawab, demonstrasi dan ceramah

## **G. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran**

### 1. Media

- Cetak
- Internet

### 2. Alat

- a. Benang
- b. Balon
- c. Penggaris
- d. Bola pingpong
- e. Selotip
- f. Gunting
- g. Benda-benda  
disekitar
- h. Proyektor
- i. Laptop

### 3. Sumber Belajar

- a. Al-Quran Al-Karim
- b. Modul Fisika Materi Momentum dan Impuls  
Bercirikan Integrasi Sains dan Islam Kelas X  
SMA/MA

## H. Kegiatan Pembelajaran

### Pertemuan Ke-1 (3x45 menit)

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
<b>Pendahuluan (15 menit)</b>	
Orientasi	Mengamati: <ul style="list-style-type: none"><li>- Guru menjelaskan makna dari surat Al-Hajj ayat 1</li><li>- Siswa bersama teman sebangkunya saling menangkap-melempar berbagai macam bola yang bermassa dan berkecepatan yang bervariasi kemudian merasakan apa yang terjadi ketika menangkap bola tersebut.</li><li>- Siswa memukul objek dengan tongkat dengan gaya yang</li></ul>

	berbeda kemudian mengamati dampak akibat pukulan tersebut.
Merumuskan Masalah	<p>Menanya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan apakah yang kalian rasakan ketika menangkap bola?</li> </ul> <p><i>Alternatif jawaban: terasa sakit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan kepada siswa mengapa ketika bola ditangkap dengan massa dan kecepatan yang berbeda tangan terasa sakit?</li> <li>- Guru menanyakan kepada siswa apa yang terjadi ketika objek dipukul dengan keras?</li> </ul> <p><i>Alternatif jawaban: rusak/hancur</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan kepada siswa mengapa benda tersebut hancur?</li> </ul>
<b>Kegiatan Inti (90 menit)</b>	
Merumuskan Hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa memberi dugaan penyebab tangan terasa sakit dan benda yang hancur.</li> </ul>
Mengumpulkan Data	<p>Mengasosiasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa pengertian momentum dan impuls</li> </ul>



	<p>serta faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya momentum dan impuls.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa hubungan antara momentum dengan impuls</li> </ul>
<p>Menguji Hipotesis</p>	<p>Menjawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa melakukan perhitungan untuk mencari besarnya momentum, impuls dan hubungan antara momentum dan impuls secara teori (Latihan Soal)</li> <li>- Sesi diskusi peserta didik dengan guru (20 menit)</li> </ul>
<p><b>Penutup (30 menit)</b></p>	
<p>Merumuskan Kesimpulan</p>	<p>Menyimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan bahwa : (1) momentum adalah tingkat kesulitan benda untuk berhenti atau hasil kali massa dengan kecepatan, (2) impuls adalah besarnya gaya dikalikan dengan selang waktu, (3)</li> </ul>

	<p>besarnya impuls sama dengan perubahan momentum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru memberikan tugas kelompok kepada siswa untuk melakukan percobaan “Roket Sederhana” untuk dibahas dalam pertemuan selanjutnya.</li> </ul>
--	--

### **Pertemuan Ke-2 (3x45 menit)**

<b>Sintak Pembelajaran</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
<b>Pendahuluan (15 menit)</b>	
Orientasi	<p>Mengamati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan makna surat Al-Haqqah ayat 14</li> <li>- Siswa mengamati peristiwa balon ketika penjepit dilepaskan dari mulut balon.</li> <li>- Siswa mengamati 3 video jenis tumbukan.</li> </ul>
Merumuskan Masalah	<p>Menanya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan apa yang terjadi ketika penjepit dilepas?</li> </ul>

	<p><i>Alternatif jawaban: balon bergerak</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan kepada siswa apa perbedaan dari ketiga video yang telah disaksikan?</li> </ul>
<b>Kegiatan Inti (90 menit)</b>	
Merumuskan Hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa memberi dugaan penyebab balon bergerak.</li> <li>- Siswa memberi dugaan perbedaan perilaku benda ketika sebelum dan sesudah tumbukan pada video tersebut.</li> </ul>
Mengumpulkan Data	<p>Mengasosiasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa bahwa ketika penjepit dilepas balon akan bergerak berlawanan arah dengan udara yang keluar pada balon, menjelaskan bahwa peristiwa tersebut menggunakan prinsip hukum kekekalan momentum.</li> <li>- Siswa bersama guru membuktikan hukum kekekalan momentum yang terjadi pada balon secara teoritis.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa jenis-jenis tumbukan serta ciri-cirinya</li> </ul>
Menguji Hipotesis	<p>Menjawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa melakukan perhitungan untuk mencari besaran berkaitan dengan hukum kekekalan momentum dan jenis-jenis tumbukan (Latihan Soal)</li> <li>- Sesi diskusi peserta didik dengan guru (20 menit)</li> </ul>
<b>Penutup (30 menit)</b>	
Merumuskan Kesimpulan	<p>Menyimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan bahwa jika tidak ada gaya eksternal maka jumlah momentum total sebelum dan sesudah tumbukan adalah sama.</li> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan perbedaan ciri-ciri tumbukan lenting sempurna, sebagian dan tak lenting</li> </ul>

### Pertemuan Ke-3 (3x45 menit)

<b>Sintak Pembelajaran</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
<b>Pendahuluan (15 menit)</b>	
Orientasi	Mengamati: <ul style="list-style-type: none"><li>- Guru menjelaskan makna surat Al-Anbiya ayat 30</li><li>- Siswa mengamati video cara kerja roket, mesin jet, ayunan balistik dan tumbukan bola dengan lantai.</li></ul>
Merumuskan Masalah	Menanya: <ul style="list-style-type: none"><li>- Guru menanyakan kepada siswa apakah perbedaan roket dan mesin jet, apakah fungsi dari uji balistik, dan mengapa bola yang memantul tingginya lebih rendah dari tinggi awal?</li></ul>
<b>Kegiatan Inti (90 menit)</b>	
Merumuskan Hipotesis	- Siswa memberi dugaan dari pertanyaan guru

<p>Mengumpulkan Data</p>	<p>Mengasosiasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa perbedaan roket dan mesin jet, fungsi uji balistik dan alasan mengapa tinggi pantulan lebih rendah dari tinggi mula-mula.</li> </ul>
<p>Menguji Hipotesis</p>	<p>Menjawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa melakukan perhitungan untuk besaran pada bola yang bertumbukan dengan lantai dan besaran pada ayunan balistik (Latihan Soal)</li> <li>- Sesi diskusi peserta didik dengan guru (20 menit)</li> </ul>
<p><b>Penutup (15 menit)</b></p>	
<p>Merumuskan Kesimpulan</p>	<p>Menyimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan bahwa : (1) roket dapat bekerja di atmosfer sedangkan mesin jet tidak, (2) gravitasi mengerem laju pantulan bola dan (3) fungsi uji balistik adalah untuk menentukan laju peluru ketika keluar dari senapan.</li> </ul>

	- Guru memberika tugas kelompok kepada siswa untuk melakukan percobaab “Tumbukan Bola dengan Lantai” untuk dibahas pada pertemuan selanjutnya.
--	--

## I. Penilaian

### 1. Sikap (Afektif)

#### Penilaian Observasi

Penilaian observasi berdasarkan pengamatan sikap dan perilaku peserta didik sehari-hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum. Pengamatan langsung dilakukan oleh guru.

No	Nama Siswa	Aspek yang Dinilai					Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		A1	A2	A3	A4	A5			
1	Soenarto	75	75	75	75	75	375	75	B

#### Keterangan :

A1 : menanyakan materi yang belum dipahami

A2 : melaksanakan tugas yang diberikan guru

A3 : menyatakan pendapat di kelas

A4 : menyesuaikan diri di kelas

A5 : memperhatikan materi yang sedang dipelajari

#### Catatan :

a. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:

100 = Sangat Baik

- 75 = Baik
- 50 = Cukup
- 25 = Kurang

b. Nilai Afektif

$$\text{Jumlah Skor} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{Skor Sikap} = \frac{\text{jumlah skor}}{5}$$

c. Kode nilai / predikat :

- 75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)
- 50,01 – 75,00 = Baik (B)
- 25,01 – 50,00 = Cukup (C)
- 00,00 – 25,00 = Kurang (K)

## 2. Keterampilan (Psikomotorik)

### Penilaian Unjuk Kerja

No	Nama Siswa	Aspek yang Dinilai					Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		P1	P2	P3	P4	P5			
1	Soenarto	75	75	75	75	75	375	75	B

#### Keterangan

P1 : Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan

P2 : Menggunakan alat dan bahan sesuai fungsi dan tujuannya

P3 : Mempraktekan sesuai dengan langkah percobaan

P4 : Merangkai alat dan bahan

P5 : Menyelesaikan tugas yang diberikan

#### Catatan :

- a. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:



100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Cukup

26 = Kurang

b. Nilai Psikomotorik

$$\text{Jumlah Skor} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

$$\text{Skor Sikap} = \frac{\text{jumlah skor}}{5}$$

c. Kode nilai / predikat :

75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)

50,01 – 75,00 = Baik (B)

25,01 – 50,00 = Cukup (C)

00,00 – 25,00 = Kurang (K)

### 3. Pengetahuan (Kognitif)

*(Lihat Lampiran)*

Guru Fisika

Peneliti

.....

NIP.

Fatikhatus Sangadah

NIM.1403066039

*Lampiran 15: RPP Kelas Kontrol*

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

**KELAS KONTROL**

Satuan Pendidikan : MAN 1 Kebumen

Matapelajaran : Fisika

Kelas/Semester :

Materi Pokok : Momentum dan Impuls

Alokasi Waktu : 3 pertemuan (@3×45 menit)

**A. 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

ingintahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradabanterkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai denganbakat 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 metoda sesuai kaidah keilmuan.

## **B. Kopetensi Dasar**

- 1.10 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya
- 2.10 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, tekun, skeptis, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kreatif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi

3.10 Mendeskripsikan momentum dan impuls, hukum kekekalan momentum, serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

4.10 Memodifikasi roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum.

### **C. Indikator**

3.10.1 Mengamati tentang momentum, impuls, hubungan antara impuls dan momentum serta tumbukan dari berbagai sumber belajar.

3.10.2 Mendiskusikan konsep momentum, impuls, hubungan antara impuls dan momentum serta hukum kekekalan momentum dalam berbagai penyelesaian masalah

3.10.3 Merancang dan membuat roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum secara berkelompok

3.10.4 Memformulasikan konsep impuls dan momentum, keterkaitan antar keduanya, serta aplikasinya dalam kehidupan (misalnya roket)

3.10.5 Merumuskan hukum kekekalan momentum untuk sistem tanpa gaya luar

3.10.6 Mengintegrasikan hukum kekekalan energi dan kekekalan momentum untuk berbagai peristiwa tumbukan

- 4.10.1 Mempresentasikan modifikasi roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum
- 4.10.2 Mempresentasikan peristiwa bola jatuh ke lantai dan pembuatan roket sederhana

#### **D. Tujuan Pembelajaran**

Melalui proses mengamati, menanya, mencoba, menalar dan mengkomunikasikan diharapkan peserta didik mampu :

1. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan momentum, impuls, serta hubungan antara impuls dan momentum
2. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan Hukum Kekekalan Momentum
3. Memahami tumbukan benda yang dihubungkan dengan konsep-konsep momentum, impuls dan hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari
4. Merancang dan membuat roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum
5. Menunjukkan perilaku ilmiah serta bekerja secara individu dan kelompok

## **E. Materi Pembelajaran**

1. Momentum dan Impuls
2. Hukum Kekekalan Momentum
3. Jenis-jenis Tumbukan

## **F. Metode Pembelajaran**

Model Pembelajaran : Model Pembelajaran Inkuiri  
Terbimbing

Pendekatan : Saintifik

Metode : Diskusi kelompok, tanya jawab,  
demonstrasi dan ceramah

## **G. Media, Alat dan Sumber Pembelajaran**

### 1. Media

- Cetak
- Internet

### 2. Alat

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| j. Benang        | n. Selotip                  |
| k. Balon         | o. Gunting                  |
| l. Penggaris     | p. Benda-benda<br>disekitar |
| m. Bola pingpong | q. Proyektor                |

r. Laptop

3. Sumber Belajar

- a. Buku fisika yang relevan dengan materi pembelajaran
- b. Internet

**H. Kegiatan Pembelajaran**

**Pertemuan Ke-1 (3x45 menit)**

<b>Sintak Pembelajaran</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
<b>Pendahuluan (15 menit)</b>	
Orientasi	Mengamati: <ul style="list-style-type: none"><li>- Siswa bersama teman sebangkunya saling menangkap-melempar berbagai macam bola yang bermassa dan berkecepatan yang bervariasi kemudian merasakan apa yang terjadi ketika menangkap bola tersebut.</li><li>- Siswa memukul objek dengan tongkat dengan gaya yang berbeda kemudian mengamati dampak akibat pukulan tersebut.</li></ul>

<p>Merumuskan Masalah</p>	<p>Menanya:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan apakah yang kalian rasakan ketika menangkap bola?</li> </ul> <p><i>Alternatif jawaban: terasa sakit</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan kepada siswa mengapa ketika bola ditangkap dengan massa dan kecepatan yang berbeda tangan terasa sakit?</li> <li>- Guru menanyakan kepada siswa apa yang terjadi ketika objek dipukul dengan keras?</li> </ul> <p><i>Alternatif jawaban: rusak/hancur</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan kepada siswa mengapa benda tersebut hancur?</li> </ul>
<p><b>Kegiatan Inti (90 menit)</b></p>	
<p>Merumuskan Hipotesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa memberi dugaan penyebab tangan terasa sakit dan benda yang hancur.</li> </ul>
<p>Mengumpulkan Data</p>	<p>Mengasosiasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa pengertian momentum dan impuls serta faktor-faktor yang</li> </ul>



	<p>mempengaruhi besarnya momentum dan impuls.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa hubungan antara momentum dengan impuls</li> </ul>
Menguji Hipotesis	<p>Menjawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa melakukan perhitungan untuk mencari besarnya momentum, impuls dan hubungan antara momentum dan impuls secara teori (Latihan Soal)</li> <li>- Sesi diskusi peserta didik dengan guru (20 menit)</li> </ul>
<b>Penutup (30 menit)</b>	
Merumuskan Kesimpulan	<p>Menyimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan bahwa : (1) momentum adalah tingkat kesulitan benda untuk berhenti atau hasil kali massa dengan kecepatan, (2) impuls adalah besarnya gaya dikalikan dengan selang waktu, (3) besarnya impuls sama dengan perubahan momentum</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru memberikan tugas kelompok kepada siswa untuk melakukan percobaan “Roket Sederhana” untuk dibahas dalam pertemuan selanjutnya.</li> </ul>
--	--

**Pertemuan Ke-2 (3x45 menit)**

<b>Sintak Pembelajaran</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
<b>Pendahuluan (15 menit)</b>	
Orientasi	Mengamati: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa mengamati peristiwa balon ketika penjepit dilepaskan dari mulut balon.</li> <li>- Siswa mengamati 3 video jenis tumbukan.</li> </ul>
Merumuskan Masalah	Menanya: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan apa yang terjadi ketika penjepit dilepas? <i>Alternatif jawaban: balon bergerak</i></li> <li>- Guru menanyakan kepada siswa apa perbedaan dari ketiga video yang telah disaksikan?</li> </ul>
<b>Kegiatan Inti (90 menit)</b>	

<p>Merumuskan Hipotesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa memberi dugaan penyebab balon bergerak.</li> <li>- Siswa memberi dugaan perbedaan perilaku benda ketika sebelum dan sesudah tumbukan pada video tersebut.</li> </ul>
<p>Mengumpulkan Data</p>	<p>Mengasosiasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa bahwa ketika penjepit dilepas balon akan bergerak berlawanan arah dengan udara yang keluar pada balon, menjelaskan bahwa peristiwa tersebut menggunakan prinsip hukum kekekalan momentum.</li> <li>- Siswa bersama guru membuktikan hukum kekekalan momentum yang terjadi pada balon secara teoritis.</li> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa jenis-jenis tumbukan serta ciri-cirinya</li> </ul>
<p>Menguji Hipotesis</p>	<p>Menjawab:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa melakukan perhitungan untuk mencari besaran berkaitan dengan</li> </ul>

	<p>hukum kekekalan momentum dan jenis-jenis tumbukan (Latihan Soal)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sesi diskusi peserta didik dengan guru (20 menit)</li> </ul>
<b>Penutup (30 menit)</b>	
Merumuskan Kesimpulan	<p>Menyimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan bahwa jika tidak ada gaya eksternal maka jumlah momentum total sebelum dan sesudah tumbukan adalah sama.</li> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan perbedaan ciri-ciri tumbukan lenting sempurna, sebagian dan tak lenting</li> </ul>

**Pertemuan Ke-3 (3x45 menit)**

<b>Sintak Pembelajaran</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>
<b>Pendahuluan (15 menit)</b>	
Orientasi	<p>Mengamati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa mengamati video cara kerja roket, mesin jet, ayunan balistik dan tumbukan bola dengan lantai.</li> </ul>

Merumuskan Masalah	Menanya: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menanyakan kepada siswa apakah perbedaan roket dan mesin jet, apakah fungsi dari uji balistik, dan mengapa bola yang memantul tingginya lebih rendah dari tinggi awal?</li> </ul>
<b>Kegiatan Inti (90 menit)</b>	
Merumuskan Hipotesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa memberi dugaan dari pertanyaan guru</li> </ul>
Mengumpulkan Data	Mengasosiasi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guru menjelaskan kepada siswa perbedaan roket dan mesin jet, fungsi uji balistik dan alasan mengapa tinggi pantulan lebih rendah dari tinggi mula-mula.</li> </ul>
Menguji Hipotesis	Menjawab: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa melakukan perhitungan untuk besaran pada bola yang bertumbukan dengan lantai dan besaran pada ayunan balistik (Latihan Soal)</li> <li>- Sesi diskusi peserta didik dengan guru (20 menit)</li> </ul>

<b>Penutup (15 menit)</b>	
Merumuskan Kesimpulan	<p>Menyimpulkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siswa bersama guru menyimpulkan bahwa : (1) roket dapat bekerja di atmosfer sedangkan mesin jet tidak, (2) gravitasi mengerem laju pantulan bola dan (3) fungsi uji balistik adalah untuk menentukan laju peluru ketika keluar dari senapan.</li> <li>- Guru memberika tugas kelompok kepada siswa untuk melakukan percobaab “Tumbukan Bola dengan Lantai” untuk dibahas pada pertemuan selanjutnya.</li> </ul>

## **I. Penilaian**

### **4. Sikap (Afektif)**

#### **Penilaian Observasi**

Penilaian observasi berdasarkan pengamatan sikap dan perilaku peserta didik sehari-hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum. Pengamatan langsung dilakukan oleh guru.

No	Nama Siswa	Aspek yang Dinilai					Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		A1	A2	A3	A4	A5			
1	Soenarto	75	75	75	75	75	375	75	B

Keterangan :

A1 : menanyakan materi yang belum dipahami

A2 : melaksanakan tugas yang diberikan guru

A3 : menyatakan pendapat di kelas

A4 : menyesuaikan diri di kelas

A5 : memperhatikan materi yang sedang dipelajari

Catatan :

- a. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:

100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Cukup

27 = Kurang

- b. Nilai Afektif

$$\text{Jumlah Skor} = A1 + A2 + A3 + A4 + A5$$

$$\text{Skor Sikap} = \frac{\text{jumlah skor}}{5}$$

- c. Kode nilai / predikat :

75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)

50,01 – 75,00 = Baik (B)

25,01 – 50,00 = Cukup (C)

00,00 – 25,00 = Kurang (K)

## 5. Keterampilan (Psikomotorik)

### Penilaian Unjuk Kerja

No	Nama Siswa	Aspek yang Dinilai					Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
		P1	P2	P3	P4	P5			
1	Soenarto	75	75	75	75	75	375	75	B

#### Keterangan

P1 : Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan

P2 : Menggunakan alat dan bahan sesuai fungsi dan tujuannya

P3 : Mempraktekan sesuai dengan langkah percobaan

P4 : Merangkai alat dan bahan

P5 : Menyelesaikan tugas yang diberikan

#### Catatan :

d. Aspek perilaku dinilai dengan kriteria:

100 = Sangat Baik

75 = Baik

50 = Cukup

28 = Kurang

e. Nilai Psikomotorik

$$\text{Jumlah Skor} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

$$\text{Skor Sikap} = \frac{\text{jumlah skor}}{5}$$

f. Kode nilai / predikat :

75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)

50,01 – 75,00 = Baik (B)



25,01 – 50,00 = Cukup (C)

00,00 – 25,00 = Kurang (K)

## 6. Pengetahuan (Kognitif)

*(Lihat Lampiran)*

Guru Fisika

Peneliti

.....

NIP.

Fatikhatus Sangadah

NIM.1403066039

*Lampiran 16 Dokumentasi*

**Pelaksanaan Uji Coba Instrumen**



*Pretest Kelas Kontrol*



*Posttest Kelas Kontrol*



*Pretest Kelas Eksperimen*



*Posttest Kelas Eksperimen*



---

# ***FISIKA***

***Bercirikan SAINS dan ISLAM***

***Untuk MA/SMA kelas XI semester 1***

***Penulis:***

***Vetti Nurkhabibah***

***Dosen pembimbing :***

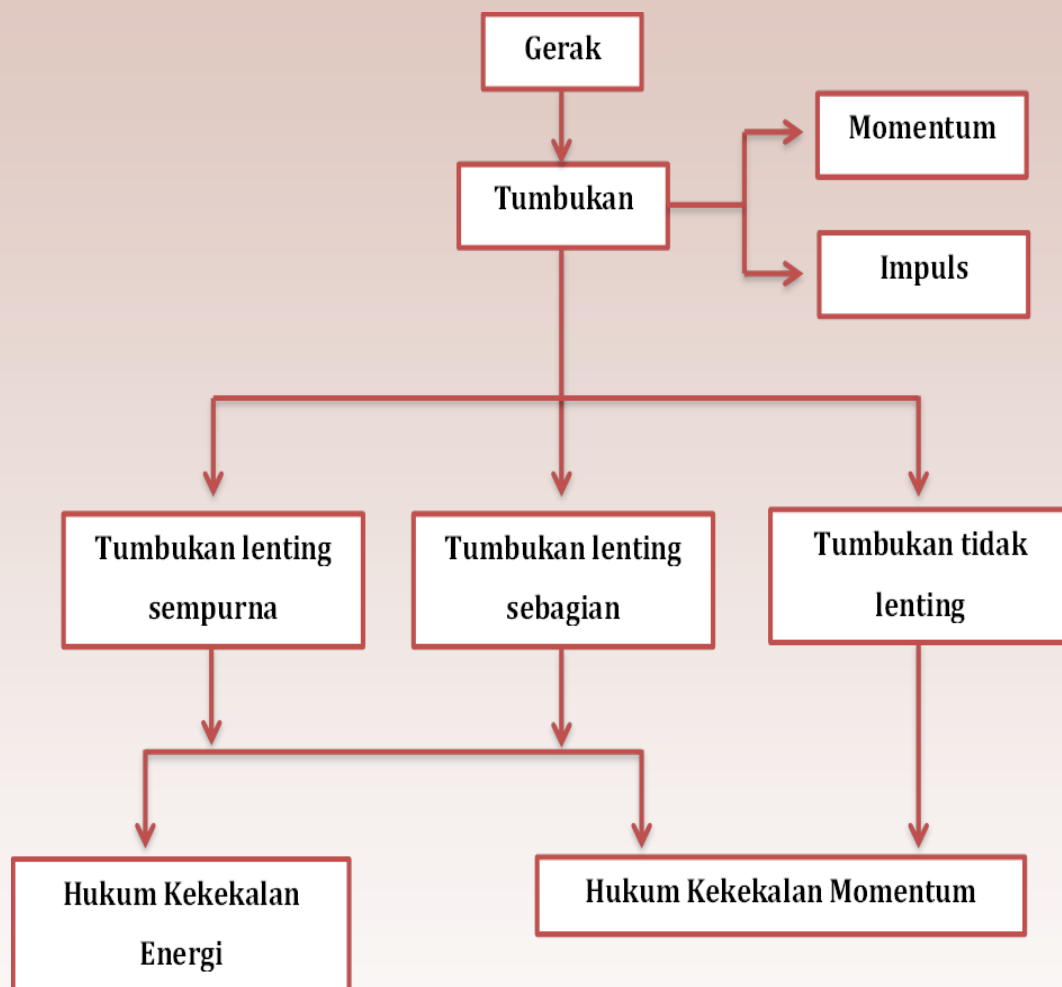
- 1. Nadhifah., S.Th.I.,M.S.I***
- 2. Edi Daenuri Anwar., M.Si***

***Desain Cover:***

- 1. Muhammad Ashadi Kusumo***
-

# Peta konsep

## Bab V Momentum dan Impuls





## Bab V

# Momentum Impuls dan Tumbukan

*Peluncuran roket merupakan contoh spektakuler penerapan hukum kekekalan momentum. Roket memperoleh dorongan dengan membuang massa bahan berkatnya. Pada ketinggian tertentu, roket juga mendapat tambahan kecepatan dengan membuang tanki bahan bakarnya.*

### ***Standar Kompetensi***

1. Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik

### ***Kompetensi Dasar***

- 1.7 Menunjukkan hubungan antara konsep impuls dan momentum untuk menyelesaikan masalah tumbukan

### ***Tujuan Pembelajaran:***

Setelah mempelajari materi ini diharapkan siswa mampu:

1. Memformulasikan konsep impuls dan momentum, keterkaitan antar keduanya, serta aplikasinya dalam kehidupan (misalnya roket)
2. Merumuskan hukum kekekalan momentum untuk sistem tanpa gaya luar
3. Mengintegrasikan hukum kekekalan energi dan kekekalan momentum untuk berbagai peristiwa tumbukan

Alam semesta memang sangat kompleks sehingga seluruh umat manusia memerlukan berbagai besaran yang berbeda dalam menggambarkan aspek – aspek yang ada. Selain panjang, massa dan waktu kita juga sering mendefinisikan besaran seperti kecepatan, percepatan, gaya, usaha, dan energi. Dalam bab ini kita akan mempelajari konsep momentum dan impuls yang dapat membantu semua umat manusia untuk menganalisis perilaku gerak suatu benda.

Perlu diingat bahwa usaha dan energi adalah besaran skalar sehingga hanya memiliki besar, tanpa memiliki arah. Walaupun memiliki sifat fundamental yaitu hukum kekekalan energi, namun hal ini belum menjamin dapat menyelesaikan bagian masalah yang melibatkan interaksi dua benda atau lebih. Contoh yang lebih sederhana adalah penembakan peluru dari senapan. Berdasarkan hukum kekekalan energi, energi kinetik anak peluru dan gerak mundur senapan, ditambah energi panas dan energi bunyi yang terjadi *harus sama* dengan energi kimia yang dilepaskan oleh bahan peleda. Bagaimanapun, hal ini tidak dapat menjawab bagaimana energi total, terbagi antara senapan, anak peluru dan atmosfer. Tentu saja karena energi adalah besaran skalar, maka hukum kekekalan energi bahkan tidak mampu menjelaskan bahwa anak peluru dan senapan mesti bergerak dalam arah yang berlawanan. Untuk memecahkan masalah ini, kita dapat menggunakan *hukum kekekalan momentum*. Maka dalam bab ini kita akan mempelajari tentang momentum, impuls dan tumbukan.

---

### ***Tes Kompetensi Awal***

---

**Sebelum mempelajari lebih lanjut materi Usaha dan Energi, kerjakan soal- soal dibawah ini. Bacalah “*basmalah*” sebelum mengerjakan soal !**

1. Apa yang kalian ketahui tentang momentum impuls dan tumbukan?
2. Sebutkan contoh momentum dan impuls dalam kehidupan sehari – hari yang kalian ketahui?
3. Terdapat berapakah tumbukan yang kalian ketahui? Sebutkan dan jelaskan!.
4. Carilah dalil-dalil dalam Al-Qur’an yang mendukung dalam materi momentum impuls dan tumbukan!

## Kajian Islami

Kajian Islam menjelaskan bahwa tumbukan adalah suatu benturan antara dua benda atau lebih yang telah dijelaskan pada Surah Al-Haqqah ayat 14. Al-Qur'an telah menjelaskan bahwa kata (يومئذ) "yauma'idzin" diambil dari kata (يوم) "yaum" yang memiliki arti saat penyelesaian suatu kejadian baik kejadian singkat maupun kejadian lama. Tidak berarti sehari/sehari semalam. Surah Al-Haqqah ayat 14 menjelaskan yaitu;

وَحُمِلَتِ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ فَدُكَّتَا دَكَّةً وَاحِدَةً ﴿١٤﴾

"14. dan diangkatlah bumi dan gunung-gunung, lalu dibenturkan keduanya sekali bentur." (Qs. Al-Haqqah: 14)

Kehancuran bumi dan kelemahan langit ketika itu boleh jadi karena kehendak Allah dengan tak memfungsikan lagi daya tarik yang selama ini mengatur keseimbangan perjalanan bumi dan planet-planet sehingga mengakibatkan tabrakan dan kehancuran bumi, serta semua planet yang ada dijagat raya ini.

⇒ Kata (دَكَّةً) "dukkata" berasal dari kata (دَكَ) "dakka" menjadi sangat rata dan halus akibat hancurnya bagian-bagiannya, ia serupa dengan kata (دَقَّ) "daqqa" hanya saja kata "daqqa" ini dipahami oleh sementara ulam dalam arti kehancuran dan bercampurnya bagian-bagian itu satu sama lain setelah kehancuran.

Surat Al-Haqqah: 14 terdapat kata "dibenturkan keduanya sekali bentur" kata tersebut dalam fisika dipahami bahwa terdapat dua benda yang saling di benturkan atau saling ditabrakkan, sehingga mengakibatkan tumbukan.



## 5.1 Momentum dan Impuls

Seperti yang kita ketahui bahwa bola sepak yang ditendang dengan keras lebih sulit untuk dihentikan daripada ketika bola tersebut dilemparkan. Kita juga tau bahwa bola besi yang digerakkan untuk olahraga tolak peluru lebih sulit dihentikan dari pada bola sepak, jika keduanya memiliki kelajuan yang sama. Hal ini membuktikan bahwa benda yang bergerak dan melanjutkan gerakannya dalam kelajuan konstan adalah hasil kali massa  $m$  dan kecepatan  $v$ , yang disebut **momentum**. Semakin besar massa suatu benda, semakin besar pula momentumnya. Demikian pula semakin besar kecepatan semua benda, semakin besar pula momentumnya. Jadi, momentum dapat didefinisikan sebagai rumus berikut.

$$P = mv \quad \dots(5.1)$$

Keterangan :

$P$  = momentum ( $kg\ m/s$ )

$m$  = massa ( $kg$ )

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

Ingat bahwa "*Momentum suatu benda adalah hasil perkalian antara besaran skalar massa dan besaran vektor kecepatan benda tersebut pada saat tertentu. Sehingga momentum termasuk besaran vektor*".

Adapun satuan dan dimensi momentum jika dilihat dari Persamaan (5.1) dapat kita peroleh  $[M][L][T]^{-1}$ . karena telah diketahui bahwa satuan dari momentum adalah

Satuan momentum = satuan massa X satuan Kecepatan

$$P = (kg). (ms^{-1})$$

Momentum merupakan besaran vektor yang searah dengan kecepatan benda. Energi kinetik juga merupakan besaran yang bergantung pada massa dan kecepatan, namun energi kinetik adalah besaran skalar sehingga tidak dapat memberikan gambaran arah gerak suatu benda. Berikut ini kita bahas bagai mana perubahan momentum yang dialami oleh suatu benda bermassa  $m$  yang mula – mula bergerak dengan kecepatan  $u$ , kemudia berubah menjadi  $v$  dalam selang waktu  $\Delta t$ .

Newton menyatakan bahwa perubahan momentum benda bergantung pada besar gaya yang bekerja dan lamanya gaya tersebut bekerja pada benda. Hal ini diungkapkannya dalam hukum II Newton untuk momentum, yaitu

Laju perubahan momentum suatu benda sebanding dengan besarnya gaya yang bekerja dan berlangsung dalam arah gaya tersebut.

Momentum awal benda  $= mu$

Momentum akhir benda  $= mv$

Perubahan momentum  $= mv - mu$

Laju perubahan momentum dalam selang waktu adalah

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv - mu}{\Delta t} \quad \dots(5.2)$$

Sesuai dengan hukum II Newton, laju perubahan momentum ini sebanding dengan besarnya gaya  $F$  yang bekerja, sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$F = \frac{mv - mu}{\Delta t} \rightarrow F = \frac{m(v - u)}{\Delta t} \quad \dots(5.3)$$

Keterangan:

$F$  = gaya (N)

$\Delta t$  = selang waktu (s)

$m$  = massa (kg)

$v$  = kecepatan benda sesudah diketahui gaya (m/s)

$u$  = kecepatan benda sebelum diketahui gaya (m/s)

**Impuls (I)** didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya yang bekerja  $F$  dengan selang waktu  $\Delta t$  saat gaya tersebut bekerja pada benda. Berdasarkan Persamaan (5.3), dapat kita tulis

$$\begin{aligned} F &= \frac{mv - mu}{\Delta t} \\ F &= m(v - u) \\ I &= F\Delta t = m(v - u) \end{aligned} \quad \dots(5.4)$$

Dari Persamaan (5.4), tampak bahwa impuls sama dengan perubahan momentum suatu benda pada saat mengalami tumbukan. Tumbukan yang terjadi hanya memerlukan waktu yang sangat singkat walaupun demikian gaya yang bekerja sangat besar. Dalam sistem SI, impuls dinyatakan dengan satuan Ns.



Sumber : slideshere. net



Sumber : helm Monza Vinyl

**Gambar 5.1.** Perlengkapan yang untuk memperlama selang waktu bekerjanya impuls

Sebagai contoh, mengapa ketika seseorang meninju dinding yang keras lebih sakit dibandingkan meninju sebuah bantal? Karena pada saat meninju dinding yang keras, selang waktu yang terjadi pada kepalan tangan langsung dengan dinding sangat singkat, sehingga gaya  $F$  akan sangat besar. Prinsip memperlama selang waktu bekerjanya impuls agar gaya impuls yang bekerja pada suatu benda menjadi lebih kecil ditunjukkan pada beberapa aplikasi keseharian berikut.

- a) **Pejudo** yang dibanting pada matras dapat menahan rasa sakit, akibat impuls yang dikerjakan matras pada diri pejudo dibandingkan jika pejudo dibanting pada ubin (lantai). Selang waktu kontak antara punggung pejudo dengan matras lunak berlangsung lebih lama dibandingkan dengan ubin keras. Ini menyebabkan pejudo menderita gaya impuls yang lebih kecil jika dibanting pada matras daripada dibanting pada ubin.
- b) **Petinju** setiap petinju memakai sarung tangan dengan maksud agar impuls yang diberikan oleh pukulan memiliki waktu kontak lebih lama. Sehingga gaya impuls yang dihasilkan pukulan tidak membahayakan bagi petinju yang menerima pukulan. Hal ini berbeda jika dipukul langsung dengan tangan telanjang.
- c) **Tabrakan** yang dihasilkan kedua mobil saling menempel sesaat setelah tabrakan lebih tidak membahayakan (waktu kontak lebih lama) dibandingkan dengan tabrakan sentral yang menyebabkan kedua mobil terpental sesaat sesudah tabrakan (waktu lebih singkat).
- d) **Helm** pengendara sepeda motor diberi lapisan lunak di dalamnya dengan tujuan memperlama selang waktu kontak ketika terjadi tabrakan. Dengan desain helm tersebut diharapkan bagian kepala pengendara terlindung dari benturan keras (gaya impuls) yang dapat membahayakan jiwanya.

Prinsip kebalikannya yaitu mempersingkat selang waktu kontak agar dihasilkan Impuls yang lebih besar juga terjadi dalam aplikasi keseharian dan teknologi. Sebagai contoh seorang **karateka** selalu menarik kepalan tangannya dengan cepat sewaktu melayangkan pukulan pada lawannya.

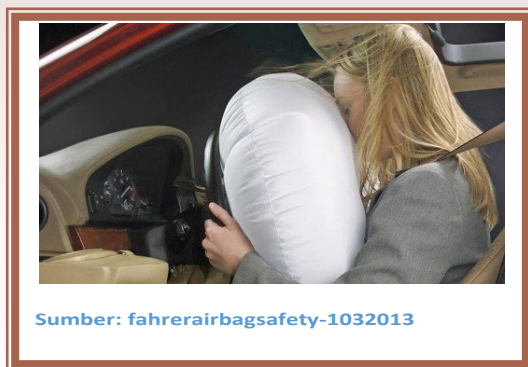
Ini dimaksudkan agar selang waktu lebih singkat sehingga lawan akan menderita gaya impuls yang lebih besar. Sebuah **palu** yang didesain dari sebul logam keras. Hal ini bertujuan agar selang waktu kontak antara palu dan paku menjadi sesingkat mungkin sehingga dihasilkan gaya impuls besar yang mampu menancapkan paku.

## Informasi baru.....!!!

### ***Desain mobil yang memperhatikan keselamatan***

Gaya impuls yang dikerjakan pada benda bergantung pada selang waktu kontak. Contoh dibawah Menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak, makin kecil gaya impuls yang dikerjakan pada benda. Ide itu digunakan untuk mendesain mobil yang memperhatikan keselamatan penumpang. Bagian depan dan belakang sebuah mobil didesain agar dapat menggumpal secara perlahan ketika terjadi tabrakan. Tujuannya adalah untuk memperlama waktu kontak pada saat terjadi tabrakan sehingga sangat mengurangi besar gaya impuls yang akan diterima oleh penumpang.

Apa yang terjadi pada pengemudi ketika tabrakan memberhentikan mobilnya dengan cepat? Karena dipengaruhi gaya inersia, maka pengemudi akan bergerak ke depan dengan kelajuan yang sama dengan kelajuan mobil saat sebelum tabrakan terjadi. Untuk itu diperlukan impuls untuk mengurangi momentum pengemudi menjadi nol (memberhentikan pengemudi). Setir kemudi dapat memberikan sebuah impuls pengemudi pada selang waktu yang singkat. Ini menghasilkan gaya impuls yang sangat besar dan tentu saja berbahaya bagi keselamatan pengemudi. Sebuah kantong udara yang terletak antara setir kemudi dan pengemudi akan mengembang ketika tabrakan terjadi (5.2).



**Gambar 5.2** Gambar kantong udara sebagai keselamatan bagi pengendara mobil

Kantong udara dibuat lunak sehingga impuls yang diberikan kantong udara akan berlangsung lebih lama, dan ini mengurangi daya impuls yang dikerjakan kantong udara pada pengemudi.

Jika sebelum tabrakan kecepatan mobil sangat tinggi, maka ada kemungkinan pengemudi akan menabrak setir kemudi walaupun kantong udara telah berfungsi mengurangi gaya impuls. Ini tentu jasa sangat berbahaya bagi keselamatan pengemudi. Sebuah sabuk pengaman didesain untuk dapat memberikan Impuls yang dapat memberhentikan pengemudi dalam selang waktu tertentu (waktu kontak). Selain itu masih ada lagi usaha untuk mengurangi kemungkinan dada menabrak setir ketika terjadi tabrakan fatal, yaitu menggunakan pegas pada setir kemudi.

Perhatikan, untuk mengurangi korban kecelakaan, pabrik telah melengkapi desain mobilnya dengan pengaman, seperti yang telah dijelaskan. Akan tetapi hal tersebut belum menjamin terhindar dari cedera berat. Pada kecepatan 100 km per jam, mustahil penumpang tidak luka sama sekali jika mengalami kecelakaan. Data kecelakaan menunjukkan bahwa kecepatan ini hamper semua korban pingsan karena mengalami pendarahan atau luka dalam dan 40 persen di antaranya tewas.

### Pertanyaan:

Jika kalian sudah memahami pernyataan diatas coba kalian jawab pertanyaan dibawah ini! Alangkah baiknya sebelum menjawab diutamakan dengan membaca "**Basmalah**".

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

1. Manakah dari pernyataan di atas yang akan menghasilkan impuls? Jelaskan
  - a. Bola jatuh mengenai lantai
  - b. Sebuah mobil bertabrakan dengan mobil lain
  - c. Andi berenang dengan cepat
  - d. Bola kasti dipukul oleh pemukul kayu
  - e. Anda berlari dengan cepat mengitari sebuah lapangan bola
2. Anda tentu telah mengerti bahwa anda lebih dapat menahan sakit ketika anda dibanting di atas lantai yang diberi matras daripada ketika anda dibanting di ataslantai ubin. Jelaskan!
3. Manakah tumbukan yang lebih berbahaya bagi penumpang bus: kedua bus yang bergerak berlawanan arah bertabrakan dan saling terpental atau keduanya bertabrakan dan bergandenga sesaan setelah tabrakan? Jelaskan.

## Contoh Soal 5.1

1. Sebuah benda yang bermassa 1 kg dalam keadaan diam, kemudian dipukul dengan gaya  $F$ , sehingga benda bergerak dengan kecepatan 8 m/s. jika pemukul menyentuh benda selama 0,02 sekon, tentukanlah:
  - a. Perubahan momentum benda
  - b. Besar gaya  $F$  yang bekerja pada benda.

*Penyelesaian:*

- a. Perubahan momentum

$$\Delta p = mv - mu$$

$$\Delta p = (1\text{kg})(8\text{ m/s}) - (1\text{kg})(0\text{ m/s})$$

$$\Delta p = 8\text{ kgm/s}$$

- b. Besar gaya

$$F\Delta t = m(v - u)$$

$$F(0,02\text{ s}) = 8\text{kg m/s}$$

$$F = \frac{8}{0,02}\text{ N} = 400\text{N}$$

2. Sebuah mobil yang massanya 2000 kg melaju dengan kecepatan 30 m/s. bergapakah gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan mobil tersebut jika kita ingin (a) mobil berhenti dengan waktu 10 s (b) mobil berhenti dalam waktu 5 s?

*Penyelesaian:*

- a. Sesuai dengan persamaan (6.3)

$$F = \frac{m(v-u)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{2000(30-0)}{10} = 6000\text{ N}$$

- b. Sesuai dengan persamaan (6.3)

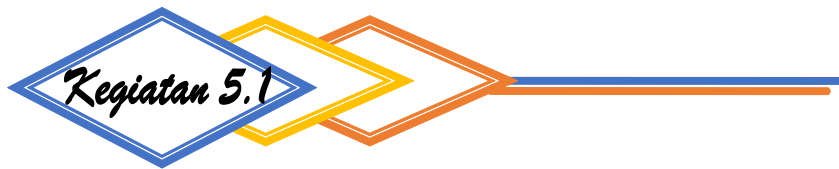
$$F = \frac{m(v-u)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{2000(30-0)}{5} = 12.000\text{ N}$$

## 5.2 Hukum Kekekalan Momentum

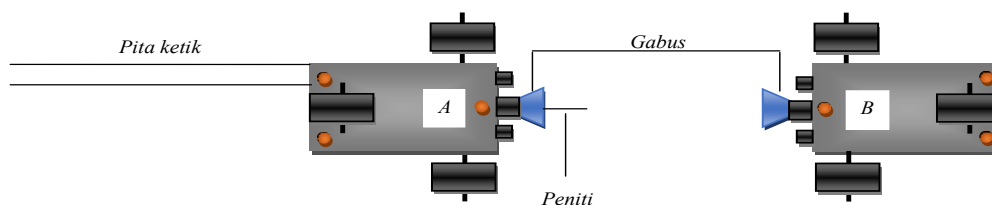
Selain energi mekanik, ternyata pada momentum pun berlaku hukum kekekalan. Yang dinamakan ***hukum kekekalan momentum***. Berdasarkan hukum III Newton tentang gaya aksi – reaksi, kita tahu bahwa gaya yang bekerja pada dua benda sama besar dan berlawanan arah. Berikut ini akan kita bahas hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan antara dua buah benda.

Untuk lebih jelas dan lebih memahami hukum kekekalan momentum, mari kita lakukan percobaan sederhana berikut ini:



### Menyelidiki hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan antara dua buah kereta dinamik.

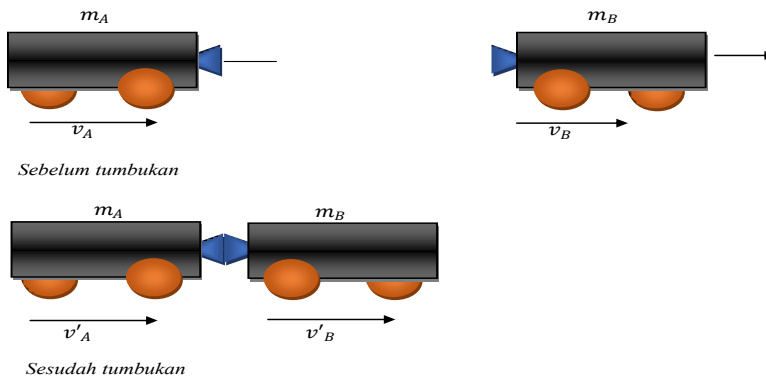
1. Alat – alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebuah pewaktu ketik lengkap dengan pita ketiknya, empat buah kereta dinamik, dan sebuah lintasan licin (lihat gambar 5.3)



**Gambar 5.3.** Menyelidiki hukum kekekalan momentum pada tumbukan kereta dinamik

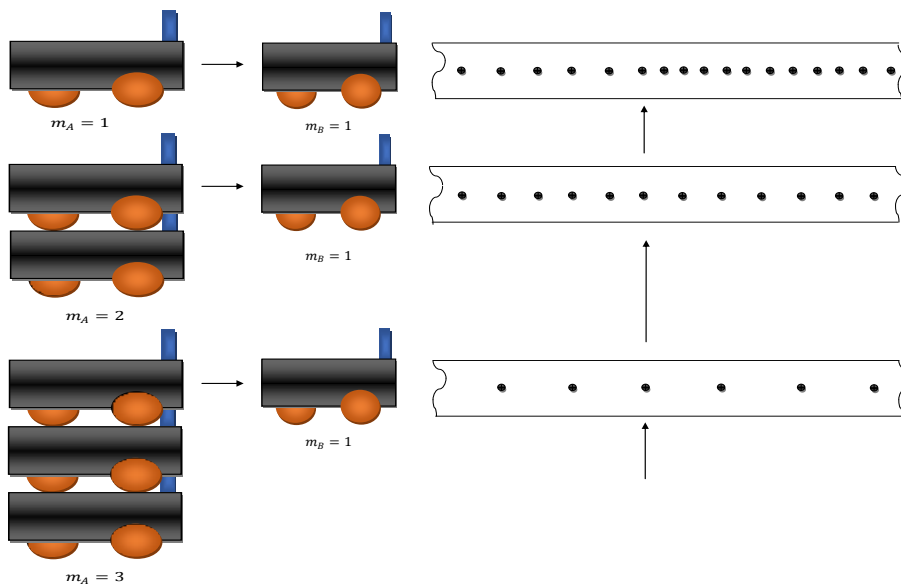
2. Hubungkan pewaktu ketik dengan kereta dinamik A. Pada ujung lain dari kereta A dipasang sebuah gabus berpeniti dan pada ujung kereta B dipasang gabus. Jika terjadi tumbukan maka peniti akan menggandengkan kedua gabus sehingga kereta A dan kereta B akan bergandengan sesudah tumbukan.

3. Mula - mula kereta B diam dan kereta A dijalankan dengan mendorongnya sehingga kereta A bergerak dengan kecepatan tetap pada lintasan tanpa gesekan.
4. Kereta A yang bergerak dengan kecepatan tetap akan menabrak kereta B yang semula diam. Sesudah tumbukan, kedua kereta bergandengan dan bergerak dengan kecepatan yang sama (lihat gambar 5.4)



**Gambar 5.4.** Skema tumbukan dua kereta dinamik

5. Misalkan  $m_A$  dan  $m_B$  adalah massa kereta A dan B;  $v_A$  dan  $v_B$  adalah kecepatan kereta A dan B sebelum tumbukan;  $v'_A$  dan  $v'_B$  adalah kecepatan kereta A dan B sesudah tumbukan. Catatlah data-data pengamatan ini pada Tabel 5.1. Perhatikan,  $v'_A$  sama dengan  $v'_B$  dan nilai ini anda dapatkan dari hasil rekaman pita ketik (lihat gambar 5.5.)



**Gambar 5.5.** Hasil rekaman pita ketik pada tumbukan kereta dinamik



6. Ulangi langkah 2 sampai dengan langkah 5, dengan kereta A berdiri dari 2 buah kereta ditarik yang ditumpuk, kemudian ulangi lagi dengan kereta A terdiri dari 3 buah kereta yang ditumpuk. Catat hasil pengamatan anda pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Hasil pengamatan tumbukan tak lenting sama sekali

Sebelum Tumbukan					Sesudah Tumbukan		
$m_A$	$m_B$	$v_A$	$v_B$	$m_A v_A + m_B v_B$	$v'_A$	$v'_B$	$m_A v'_A + m_B v'_B$
1	1	...	...	...	...	...	...
2	1	...	...	...	...	...	...
3	1	...	...	...	...	...	...

7. Bandingkan hasil yang Anda dapat pada kolom ke - 5 dan kolom ke - 8 dari Tabel 5.1. Nyatakan kesimpulan Anda!

Dari percobaan yang telah dilakukan menghasilkan rekaman pita ketik. Seperti pada Gambar 5.5. Dari sini dapat dibuat hasil pengamatan seperti pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2.** Hasil pengamatan tumbukan sesuai dengan Gambar 5.5

Sebelum Tumbukan					Sesudah Tumbukan		
$m_A$	$m_B$	$v_A$	$v_B$	$m_A v_A + m_B v_B$	$v'_A$	$v'_B$	$m_A v'_A + m_B v'_B$
1	1	10	0	$10 + 0 = 10$	5	5	$5 + 5 = 10$
2	1	15	0	$30 + 0 = 30$	10	10	$20 + 10 = 30$
3	1	20	0	$60 + 0 = 60$	15	15	$45 + 15 = 60$

Hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 5.2 menunjukkan bahwa , momentum total sebelum tumbukan ( $m_A v_A + m_B v_B$ ) sama dengan momentum total sesudah tumbukan ( $m_A v'_A + m_B v'_B$ ). Dengan hasil yang telah diperoleh dapat kita ambil kesimpulan sebagai berikut. *Pada peristiwa tumbukan, jumlah momentum benda - benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah tetap, asalkan tidak ada gaya dari luar yang bekerja pada benda - benda itu.*

Dari pernyataan diatas dikenal dengan sebutan *hukum kekekalan momentum*, yang secara matematis dapat kita nyatakan sebagai

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 \quad \dots(5.5)$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad \dots(5.6)$$

Dengan:

$p_1, p_2$  = 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

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

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

Hukum kekekalan momentum bukan hanya berlaku pada tumbukan, tetapi berlaku secara umum untuk interaksi antara dua benda misalnya pada peristiwa ledakan, peluru yang ditembakkan dari senapan, orang bersepatu roda sambil melempar benda, dan sebagainya. Seperti biasa untuk lebih memudahkan kita dalam menerapkan hukum kekekalan momentum baca dan cermati aplikasi dibawah ini.

### *Strategi pemecahan masalah*

Langkah - langkah berikut sebaiknya anda gunakan untuk menyelesaikan soal - soal interaksi antara dua benda atau soal - soal tumbukan. Perhatikan, hukum kekekalan momentum hanya berlaku untuk sistem di mana tidak bekerja gaya dari luar.

1. Untuk sistem yang melibatkan interaksi atau tumbukan antara dua benda, berikan indeks 1 untuk benda pertama dan indeks 2 untuk benda kedua. Gambar sketsa sesaat *sebelum* kedua benda berinteraksi atau tumbukan, dan tulislah besaran - besaran yang diketahui atau dinyatakan ( $m_1, m_2, v_1, \text{ dan } v_2$ ). Lanjutkan dengan menggambar sketsa sesaat *sesudah* kedua benda berinteraksi, dan tulislah kecepatan atau momentum yang diketahui atau dinyatakan ( $v'_1, v'_2$  atau  $p'_1, p'_2$ ).

**Perhatikan**, momentum adalah besaran vektor, tetapi karena bahasan kita hanya dibatasi oleh interaksi atau tumbukan pada *satu garis lurus (satu dimensi)*, maka arah vektor cukup dinyatakan dengan tanda *positif* dan *negatif*. Untuk gerak mendatar umumnya ditetapkan arah kekanan sebagai acuan arah positif.

Dengan demikian anda harus menuliskan kecepatan atau momentum ke kanan yang diketahui bernilai positif dan negatif bila arah ke kiri. Untuk benda yang sebelum berinteraksi atau diam, baik kecepatan maupun mommentunya bernilai *nol*.

Untuk kecepatan sesaat *sesudah* tumbukan yang belum anda ketahui arahnya, anggap saja kecepatan ( $v'_1$  atau  $v'_2$ ) bernilai positif. Jika perhitungan anda memberikan hasil negatif maka itu berarti arah kecepatan sebenarnya berlawanan dengan acuan arah positif.

2. Hitung momentum sistem sesaat *sebelum tumbukan*  $p$ . Untuk sistem benda 1 dan 2 berlaku .

*Perhatikan* dalam persamaan di atas, tanda positif atau negatif dari  $v_1$  dan  $v_2$  harus dimasukkan.

3. Hitung momentum sistem sesaat *sesudah tumbukan*  $p'$ .
4. Gunakan hukum kekekalan momentum, yaitu:

Momentum sebelum tumbukan = momentum sesudah tumbukan

$$p = p'$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_1v'_2 \quad \dots\dots (*)$$

Aplikasi hukum kekekalan momentum memberi anda sebuah persamaan linier (Persamaan \*)

5. Hitung peubah yang dinyatakan dalam soal dengan menggunakan persamaan (\*). Untuk kasus tumbukan antara dua benda anda mungkin belum bisa menghitung peubah yang dinyatakan. Anda masih membutuhkan satu persamaan linier yang bergantung pada jenis tumbukan yang terlibat.

Tumbukan **lentingsempurna**  $\Delta v' = -\Delta v$

$$(v'_2 - v'_1) = -(v_2 - v_1) \quad \dots\dots (**)$$

Tumbukan **tak lentingsama sekali**

$$v'_2 = v'_1 = v' \quad \dots\dots (**)$$

Tumbukan **lentingsebagian**  $e = \frac{-\Delta v'}{\Delta v}$

$$e = \frac{-(v'_2 - v'_1)}{(v_2 - v_1)} \quad \dots\dots (**)$$

6. Hitung peubah yang dinyatakan secara matematis dengan menggunakan sistem persamaan linier yang terdiri dari Persamaan (\*) dan salah satu Persamaan (\*\*).

## Contoh Soal 5.2

1. Seorang santri memegang sebuah senapan mainan  $3\text{ kg}$  dengan bebas sehingga membiarkan senapan mainan bergeser secara bebas ketika menembakkan sebutir peluru bermassa  $5\text{ g}$ . Peluru tersebut keluar dari moncong senapan dengan kecepatan horizontal  $300\text{ m/s}$ . Berapa kecepatan hentakan senapan ketika peluru ditembakkan?

**Tips:** ketika akan menyelesaikan soal interaksi antara senapan mainan dengan peluru, menggunakan langkah - langkah yang telah kita fahami dalam strategi pemecahan masalah pada aplikasi hukum kekekalan momentum.

**Jawab:**

**Langkah 1** Soal diatas merupakan interaksi antara senapan (indeks 1) dan peluru ( indeks 2). Gambar sketsa soal sesaat *sebelum interaksi* berikut data - data yang telah diketahui ditunjukkan pada **Gambar 5.6**. Sedangkan gambar sesaat *sesudah interaksi* berikut bersama yang diketahui. Dan dari semua yang telah diketahui besaran yang ditanya adalah kecepatan hentakan senapan  $v'_1$ .

**Langkah 2** Hitung momentum sistem (senapan + peluru) sesaat *sebelum tumbukan*  $p$ .

$$p = m_1v_1 + m_2v_2 = 0 \quad (v_1 = v_2 = 0) \text{ sebab baik senapan maupun peluru diam sebelum tembakan dilakukan}$$

**Langkah 3** Hitung momentum sistem sesaat sesudah *tumbukan*  $p'$ .

$$p' = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

$$p' = 3v'_1 + (0,005)(300) \quad v'_1 \text{ dinyatakan dalam soal}$$

$$p' = 3v'_1 + 1,5$$



**Langkah 4** Gunakan hukum kekekalan momentum.

$$p' = p$$

$$3 v_1' + 1,5 = 0$$

..... (\*)

**Langkah 5** Hitung peubah yang dinyatakan  $v_1'$  dengan menggunakan Persamaan (\*).

$$3 v_1' = -1,5 \quad \Leftrightarrow \quad v_1' = -0,5 \frac{m}{s}$$

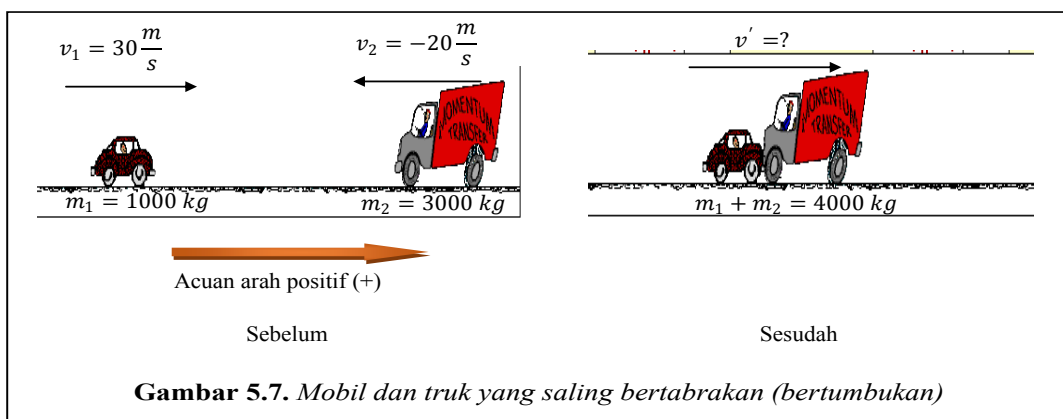
Tanda negatif menyatakan bahwa senapan terpental ke kiri dengan kalajuan  $0,5 \text{ m/s}$ .

2. Sebuah mobil dan sebuah truk yang bergerak saling mendekati pada suatu jalan mendatar bertabrakan sentral dan saling menempel sesaat tabrakan. Sesaat sebelum tabrakan terjadi, mobil melaju pada  $30 \text{ m/s}$  dan truk  $20 \text{ m/s}$ . Massa mobil  $1000 \text{ kg}$  dan truk  $3000 \text{ kg}$ . (a) Berapakah kelajuan keduanya dan dalam arah manakah keduanya bergerak setelah tumbukan? (b) Hitunglah energi mekanik awal dan akhir sistem mobil – truk.

**Jawab:**

- a. Kita selesaikan dengan menggunakan strategi pemecahan masalah.

**Langkah 1** Sistem dalam soal ini adalah mobil (indeks 1) dan truk (indks 2) yang saling bertabrakan (bertumbukan). Gambar sketsa soal saat *sebelum tumbukan* nerikut data – data yang diketahui ditunjukkan pada Gambar 5.7. (a), Sedang sesaat *sesudah tumbukan* ditunjukkan pada Gambar 5.7. (b). besaran yang ditanya adalah kecepatan mobil dan truk yaitu  $v'$  yang saling menempel sesudah tumbukan.



**Gambar 5.7.** Mobil dan truk yang saling bertabrakan (bertumbukan)

**Langkah 2** Momentum sisten (mobil + truk) sesaat *sebelum tumbukan p*.

$$p = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$p = 1.000 (30) + (3.000)(-20) = -30.000 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Langkah 3** Momentum sisten sesaat *sesudah tumbukan p'*. Karena mobil dan truk menjadi satu dan bergerak bersama dengan kecepatan  $v'$  sesudah tumbukan, maka

$$p' = (m_1 + m_2) v'$$

$$p' = 4.000 v_1'$$

**Langkah 4** Kecepatan bersama  $v'$  dapat dihitung dengan menggunakan hukum kekekalan momentum.

$$p' = p$$

$$4.000 v_1' = -30.000$$

$$v_1' = -7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Tanda negatif menyatakan bahwa kecepatan mobil dan truk adalah  $7,5 \text{ m/s}$  dalam arah ke kiri (searah dengan arah truk sebelum tabrakan).

a. Mari kita hitung energi mekanik awal dan akhir sistem.

Energi mekanik awal sistem adalah energi kinetik mobil dan truk sebelum tabrakan.

$$\begin{aligned} EK_{awal} &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\ &= \frac{1}{2} (1.000)(30)^2 + \frac{1}{2} (3.000)(-20)^2 \\ &= 450.000 + 600.000 = 1.050.000 \text{ J} \end{aligned}$$

Energi kinetik akhir sistem adalah energi kinetik mobil dan truk sesudah tumbukan.

$$\begin{aligned} EK_{akhir} &= \frac{1}{2} (m_1 + m_2) (v')^2 \\ &= \frac{1}{2} (4.000) (-7,5)^2 = 112.500 \text{ J} \end{aligned}$$

Pada tumbukan ini sebagian besar energi mekanik awal sistem (937.500 J dari 1.050.000 J atau sekitar 89%) hilang. Kemanakah hilangnya energi ini? Sebagian energi yang hilang tersebut berubah menjadi energi kalor (panas), sebagian masuk untuk memproduksi perubahan bentuk mobil dan truk yang permanen, dan sejumlah kecil berubah menjadi bunyi yang dihasilkan ketika tabrakan terjadi. Tabrakan mobil dan truk merupakan contoh *tumbukan lenting sama sekali*, yang akan kalian pelajari pada subbab selanjutnya 5.3.

## Soal Latihan 5A

Kerjakan soal berikut dengan benar. Sebelum mengerjakan soal biasakanlah membaca "Basmalah" terlebih dahulu!

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

1. Sebuah benda bermassa 5 kg yang diberi gaya konstan 10 N sehingga kecepatannya bertambah menjadi 5 m/s. Hitunglah
  - a) Impuls yang bekerja pada benda
  - b) Lamanya gaya bekerja
2. Sebuah bola dengan massa 50 gram dilemparkan mendatar dengan kecepatan 6 m/s ke kanan, bola mengenai dinding dan dipantulkan dengan kecepatan 4 m/s ke kiri. Hitunglah besar impuls yang dikerjakan dinding pada bola!
3. Sebuah peluru yang bermassa 10 gram ditembakkan dari sebuah senapan bermassa 1,5 kg dengan kelajuan 600 m/s.
  - a) Hitung kecepatan mundur senapan
  - b) Jika dorongan senapan sejauh 5 cm, berapakah gaya rata - rata yang dikerjakan senapan pada bahu penembak?
4. Sebuah bola bermassa 0,2 kg dalam keadaan diam, kemudian dipukul sehingga bola meluncur dengan kelajuan 150 m/s. Bila lamanya pemukul menyentuh bola 0,1 detik, maka besar gaya pemukul adalah

## Ilmuwan Sains Kita



### Christiaan Huygens

Christiaan Huygens lahir pada 14 April 1629 di Hague Belanda. Dari keluarga terpandang ayahnya Constantijn Huygens adalah ilmuwan fisika dan seorang diplomat. Karena ayahnya yang menginginkan Christiaan Huygens menjadi seorang ilmuwan maka sang ayah meminta kepada Mersenne dan Descartes, dua ilmuwan terkenal pada masa itu untuk memberikan kursus pada Christiaan Huygens muda.

Dan sekarang Christiaan Huygens menjadi salah satu ilmuwan terkenal, karena sumbangan pemikiran dan penemuannya dalam bidang astronomi melambungkan namanya sebagai salah seorang terbaik bagi dunia. Salah satu karyanya dari Huygens adalah **Jam Berogetulum**. Percobaan Huygens tentang **tumbukan pada elastis** memperlihatkan kesalahan hukum Descartes tentang tumbukan. Tema tersebut diangkat dalam pertemuan Royal Society pada 1668. Royal Society mengajukan pertanyaan mengenai tumbukan dan Huygens menjawabnya melalui percobaan momentum dua buah benda sebelum tumbukan dengan momentum keduanya setelah tumbukan. Dari jawaban Huygens dinamakan hukum kekekalan momentum.

**Sumber :** *Ensiklopedia fisika, Gaya, Usaha dan Energi*



## 5.3 Jenis - Jenis Tumbukan

Tumbukan atau menumbuk pada Bahasa Arab adalah (دَقَّ - يَدُقُّ) yang dalam kehidupan sehari-hari masyarakat sering mengenal dengan kata tabrakan atau menabrak yaitu (صَدَّمَ - يَصْدِمُ).

Pembahasan selanjutnya yaitu penerapan hukum kekekalan momentum pada beberapa tipe tumbukan antara dua benda. Tumbukan dapat berlangsung sangat singkat misalnya, tumbukan yang terjadi pada sebuah bola biliar, serta tumbukan yang berlangsung lama misalnya, tumbukan antara dua bintang diangkasa. Pada semua proses tumbukan, benda – benda yang saring bertumbukan akan berinteraksi dengan kuat hanya selama tumbukan berlangsung. Kalaupun ada gaya eksternal yang bekerja, besarnya akan jauh lebih kecil dari pada gaya interaksi yang terjadi dan oleh karenanya gaya tersebut diabaikan.

Setiap tumbukan antara dua benda atau lebih, hukum kekekalan momentum selalu berlaku, selama tidak ada gaya luar yang bekerja pada benda tersebut. Namun basanya energi kinetik sebuah benda sebelum dan sesudah tumbukan terjadi tidak sama. itu artinya bahwa sering sekali hukum kekekalan energi kinetik tidak berlaku dalam peristiwa tumbukan. Energi kinetik ini sebagian berubah menjadi energi panas dan suara. Tumbukan semacam ini, dimana total energi kinetik suatu benda tidak kekal, maka disebut tumbukan tak elastis atau tumbukan tak lenting.



Sumber : slideshere. Net

Sumber : fitur keselamatan

Gambar 5.8. Dua mobil yang saling bertabrakan

Sedangkan pada tumbukan ternyata energi mekanik benda kekal. Maka tumbukan tersebut adalah *tumbukan elastik* atau *tumbukan lenting* atau sering juga disebut *elastik sempurna*. Jadi dalam tumbukan elastis, berlaku dua hukum kekekalan yaitu hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi mekanik.

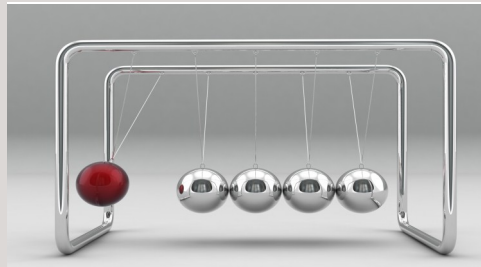
### 5.3.1 Tumbukan Lenting Sempurna

Untuk memahami tumbukan lenting sempurna, lakukanlah percobaan pada Kegiatan 5.2 dibawah ini

## Kegiatan 5.2

Susunlah lima bola identik atau lebih yang digantung vertikal pada dua atang dalam keadaan diam. Kelima bola identik tersebut harus saling bersentuhan (lihat Gambar 5.9). Peralatan pada percobaan ini dapat kalian dapatkan dengan membeli di took buku besar di kota anda.

Anggap bola – bola itu kita beri warna yang berbeda (perhatikan Gambar 5.9). Kemudian tariklah satu bola berwarna merah sehingga posisinya menjadi lebih tinggi daripada keempat bola lainnya. Kemudian lepaskan bola warna merah dan amati apa yang terjadi. Sekarang genggam bola berwarna merah dan satu bola berwarna putih yang berada disamping bola warna merah dalam gengaman tangan anda dan tarik pada posisi tertentu dan lepaskan, serta amati apa yang terjadi. Perdasarakan hasil pengamatan yang sudah anda lakukan jelaskan apa yang terjadi, kemudia catat hasil percobaan berikut kemudian jelaskan dengan teman sekelompok anda serta diskusilah.



*Sumber: Newton first law by forbes.philip*

**Gambar 5.9.** Bola dinamik yang digantung secara vertikal

Seperti yang telah kita ketahui sebelumnya. Bahwa pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik. Perharikan Gambar 5.10 terdapat dua benda bermassa  $m_1$  dan  $m_2$  yang bergerak saling mendekat dengan kecepatan  $v_1$  dan  $v_2$  sepanjang garis lurus. Kedua bola tersebut bertumbukan lenting sempurna dengan kecepatan masing – masing sesudah tumbukan adalah  $v'_1$  dan  $v'_2$  ( lihat Gambar 5.10 ) percepatan dapat bernilai positif atau pun negatif tergantung pada arah benda ke kanan atau ke sebelah kiri.

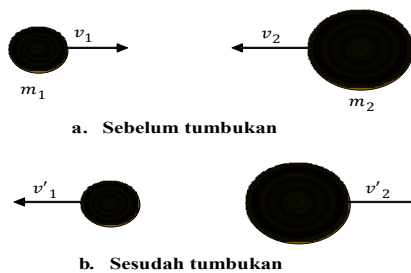
Hukum kekekalan momentum memberikan

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad \dots(5.7)$$

Persamaan (5.7) memberikan hubungan antara kedua kecepatan  $v'_1$  dan  $v'_2$  yang tidak diketahui (diantaranya kecepatan sebelum tumbukan  $v_1$  dan  $v_2$  diketahui). Untuk tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan energi kinetik. Yaitu energi kinetik sistem sebelum dan sesudah tumbukan sama besarnya.

$$Ek_1 + Ek_2 = Ek'_1 + Ek'_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 (v'_1)^2 + \frac{1}{2} m_2 (v'_2)^2 \quad \dots(5.8)$$



Persamaan (5.7) dan Persamaan (5.8) cukup untuk menentukan kecepatan  $v'_1$  dan  $v'_2$ . Namun, bentuk kuadrat pada Persamaan (5.8) memberikan kesulitan aljabar dalam perhitungan. Untuk menghindari kesulitan aljabar, dapat menggabungkan Persamaan (5.8) dan Persamaan (5.7) untuk memperoleh persamaan linear ketiga. Kita peroleh Persamaan (5.7) menjadi:

**Gambar 5.10.** Tumbukan lenting sempurna antara dua bola kertas

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

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

$$m_1 (v_1 - v'_1) = m_2 (v_2 - v'_2) \quad \dots(5.9)$$

Dan persamaan (5.8) menjadi

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2$$

$$m_1 (v_1^2 - v_1'^2) = -m_2 (v_2'^2 - v_2^2)$$

Sesuai pemfaktoran  $(a^2 - b^2) = (a - b)(a + b)$  maka

$$m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1) = m_2 (v_2 - v'_2)(v_2 + v'_2) \quad \dots(5.10)$$

Bagilah persamaan (5.10) dengan persamaan (5.9) maka kita peroleh

$$\frac{m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1)}{m_1 (v_1 - v'_1)} = \frac{m_2 (v_2 - v'_2)(v_2 + v'_2)}{m_2 (v_2 - v'_2)}$$

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

$$v_1 - v_2 = v'_2 - v'_1$$

$$-v_2 - v_1 = v'_2 - v'_1$$

Untuk memudahkan kalian dalam menghafal rumus, kita gunakan notasi delta ( $\Delta$ ) dimana  $\Delta v' = v'_1 - v'_2$  dan  $\Delta v = v_2 - v_1$  sehingga kita peroleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned}\Delta v' &= -\Delta v \\ v'_1 - v'_2 &= -(v_2 - v_1)\end{aligned}\quad \dots(5.11)$$

$\Delta v = v_2 - v_1$  adalah kecepatan relatif benda 2 dilihat oleh benda 1 sebelum tumbukan, sedangkan

$\Delta v' = v'_1 - v'_2$  adalah kecepatan relatif benda 2 dilihat oleh benda sesudah tumbukan, jadi Persamaan (5.11). Dapat kita nyatakan sebagai berikut.

*“untuk tumbukan lenting sempurna, kecepatan relatif sesudah tumbukan sama dengan minus kecepatan relatif sebelum tumbukan.”*

Maka pada Persamaan (5.10) dapat kita tulis

$$\begin{aligned}v'_1 - v'_2 &= -(v_2 - v_1) \\ -\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_2 - v_1)} &= 1\end{aligned}$$

Perbandingan negatif antara selisih kecepatan benda setelah tumbukan dengan selisih kecepatan benda sebelum tumbukan disebut sebagai koefisien elastisitas alias faktor kepegasan (*dalam buku Karangan Bapak Marthen Kanginan disebut koefisien restitusi*). Untuk Tumbukan Lenting Sempurna, besar koefisien elastisitas = 1. ini menunjukkan bahwa total kecepatan benda setelah tumbukan = total kecepatan benda sebelum tumbukan. Lambang koefisien elastisitas adalah  $e$ . Secara umum, nilai koefisien elastisitas dinyatakan dengan persamaan:

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_2 - v_1)}$$

### Contoh Soal 5.3

Dua bola biliar bergerak saling mendekat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.11. kedua bola memiliki massa identik, dan anggap tumbukan antara keduanya adalah lenting sempurna. Kecepatan awal bola adalah  $30 \text{ cm/s}$  dan  $20 \text{ cm/s}$ . tentukan kecepatan masing - masing bola sesudah tumbukan.

## Penyelesaian 5.3

**Jawab:**

Misalkan massa tiap bola biliar  $m_1 = m_2 = m_3$  dan kecepatan berarah ke kanan ditetapkan positif, maka

$$v_1 = +30 \frac{cm}{s} \quad (\text{arah ke kanan, lihat gambar 5.11})$$

$$v_2 = -20 \frac{cm}{s} \quad (\text{arah ke kiri.})$$

Makan kita gunakan persamaan

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

$$m_1 30 + m_2 (-20) = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

Bagi kedua ruas persamaan dengan  $m$ .

$$v'_1 + v'_2 = 10 \quad \dots \dots (*)$$

Persamaan 5.7. memberikan

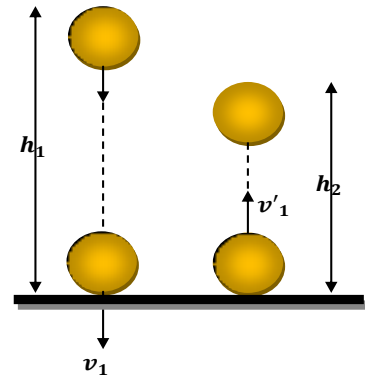
$$v'_1 - v'_2 = -(v_2 - v_1)$$

$$v'_1 - v'_2 = -(-20 - 30) \leftrightarrow v'_1 - v'_2 = 50 \quad \dots \dots (**)$$

Dari persamaan (\*) dan persamaan (\*\*) kita sekarang dapat menghitung kecepatan tiap bola  $v'_1$  dan  $v'_2$ .

$$\begin{aligned} v'_1 + v'_2 &= 10 \\ -v'_1 + v'_2 &= 50 \\ \hline 2v'_2 &= 60 \\ v'_2 &= +30 \text{ m/s} \\ v'_2 - v'_1 &= 50 \quad \leftrightarrow v'_1 = v'_2 - 50 \\ v'_1 &= 30 - 50 = -20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Perhatikan, kecepatan bola sebelum tumbukan adalah  $v_1 = +30 \text{ m/s}$  dan  $v_2 = -20 \text{ m/s}$  sedangkan kecepatan bola sesudah tumbukan adalah  $v'_1 = -20 \text{ m/s}$  dan  $v'_2 = +20 \text{ m/s}$  Jadi, **kedua bola saling bertukar kecepatan!** Ini selalu terjadi dalam kasus kedua benda bermassa identik saling bertumbukan lenting sempurna.



## Pertanyaan:

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar! Sebelum menjawab biasakanlah membaca "*basmalah*" terlebih dahulu!

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

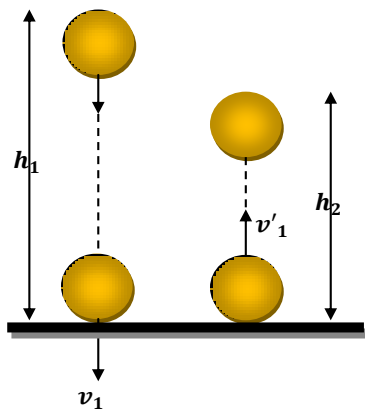
1. Dua bola sodok bermassa sama bergerak saling berdekatan dengan kecepatan masing – masing 40 m/s ke kanan 50 m/s ke kiri. Kedua bola bertumbukan lenting sempurna. Berapakah kecepatan kedua bola sesudah tumbukan.
2. Seorang santri bermain bola bermassa 40 gram yang diglindingkan ke kanan dengan kelajuan 30 m/s menumbuk bola lain bermassa 80 gram yang mula – mula diam. Jika tumbukannya lenting sempurna, berapa kecepatan masing – masing bola sesudah tumbukan?

### 5.3.2 Tumbukan lenting sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian, beberapa energi kinetik akan diubah menjadi energibentuk lain seperti panas, bunyi, dan sebagainya. Akibatnya, energi kinetik sebelum tumbukan lebih besar daripada energi kinetik sesudah tumbukan. Sebagian besar tumbukan yang terjadi antara dua benda merupakan tumbukan lenting sebagian. Pada tumbukan lenting sebagian berlaku hukum kekekalan momentum, tetapi tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik.

Banyak benda – benda yang ada di alam ini mengalami tumbukan lenting sebagian, dimana energi kinetik berkurang selama tumbukan sehingga mengakibatkan hukum kekekalan energi mekanik tidak berlaku. Besarnya kecepatan relatif juga berkurang dengan suatu faktor tertentu yang disebut dengan *koefisien restitusi*. Bila koefisien dinyatakan dengan *e*. maka derajat kecepatan relatif benda berkurang setelah tumbukan dirumuskan sebagai berikut.

$$e = -\frac{v'_1 - v'_2}{v_2 - v_1} \quad \dots(5.12)$$



Gambar 5.11. Tumbukan lenting sebagian antara bola dan lantai

Sebagai contoh, ketika sebuah bola jatuh ke lantai sehingga terjadi tumbukan antara bola dan lantai. Karena besarnya lantai sama dengan massa bumi, maka kecepatan lantai sebelum dan sesudah tumbukan dianggap nol. Persamaan 5.12. Dapat ditulis:  $e = -\frac{v'_1}{v_1}$  Jika tinggi bola ketika dijatuhkan adalah  $h_1$  dan bola memantul setinggi  $h_2$  dari lantai seperti pada Gambar 5.11. maka dengan menggunakan persamaan gerak jatuh bebas diperoleh bahwa.

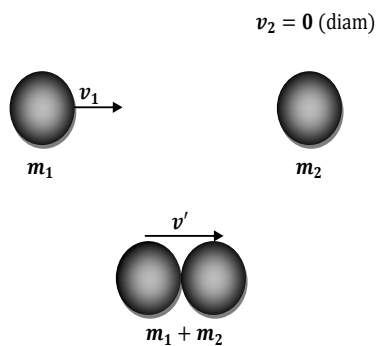
$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \longrightarrow v'_1 = -\sqrt{2gh_2}$$

Dengan memasukkan  $v_1$  dan  $v'_1$  ke persamaan (iii), diperoleh

$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \quad \dots(5.13)$$

### 5.3.3 Tumbukan Tak lenting Sama sekali

Pada tumbukan tak lenting sama sekali, ini terjadi sesaat setelah tumbukan kedua benda bersatu dan bergerak bersamaan dengan kecepatan yang sama. Pada beberapa contoh sebelumnya kita telah membahas jenis tumbukan semacam ini, misalnya tumbukan antara peluru dengan balok kayu. Dimana pada akhir tumbukan peluru dan balok kayu bergerak bersama – sama dengan kecepatan yang sama. contoh yang lain yaitu pada ayunan balistik dimana peluru tertanam dalam sebuah balok.



Gambar 5.12. Tumbukan tak lenting sama sekali antara benda  $m_1$  dan benda  $m_2$  yang semula diam.

Suatu aplikasi praktis dari tumbukan tak lenting sama sekali digunakan untuk mendeteksi glaucoma. Glaucoma adalah Penyakit yang menyerang mata dimana tekanan didalam mata bertambah dan mengarah pada kebutaan karena tekanan ini merusak sel – sel retina. Dalam Aplikasi ini, pada Dokter mata menggunakan suatu alat yang disebut Tonometer untuk mengukur tekanan didalam mata. Alat ini melepaskan suatu tiupan terhadap permukaan depan luar mata dan mengukur kelajuan udara setelah dipantulkan oleh mata.

Karena pada tumbukan tak lenting sama sekali kedua benda bersatu sesudah tumbukan. Berlaku hubungan kecepatan sesudah tumbukan sebagian.

$$v'_2 = v'_1 = v'$$

Dengan demikian tumbukan tak lenting sama sekali dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\begin{aligned} m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2' \\ m_1 v_1 + m_2 v_2 &= (m_1 + m_2) v' \end{aligned} \quad \dots(5.14)$$

Untuk kasus pada tumbukan khusus dimana salah satu benda mula – mula benda diam, kita dapat memperoleh hubungan rasio antara energi kinetik akhir benda dan energi kinetik awal benda. Hubungan tersebut dapat diperoleh dengan menulis energi kinetik dalam bentuk momentum. Misalkan benda yang bermassa  $m_1$  dengan kecepatan  $v_1$  dan benda kedua yang diam bermassa  $m_2$  (Gambar 5.12) momentum awal kedua benda adalah

$$\left. \begin{aligned} p &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ p &= m_1 v_1 \end{aligned} \right\} \quad (*) \text{sebab } v_2 = 0$$

Ek awal suatu benda:

$$Ek = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$Ek = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{(m_1 v_1)^2}{2 m_1}$$

Substitusikan (\*) ke persamaan diatas, diperoleh

$$Ek = \frac{p^2}{2m_1} \quad \dots(5.15)$$

Setelah tumbukan, kedua benda bersatu dan bergerak dengan kecepatan  $v'$ . Momentum akhir kedua benda adalah

$$\left. \begin{aligned} P' &= (m_1 + m_2) v' \\ P &= (m_1 + m_2) v' \end{aligned} \right\} \quad (**) \text{ karena } P' = P$$

Energi Kinetik akhir pada suatu benda tersebut adalah

$$Ek' = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) (v')^2 = \frac{[(m_1 + m_2) v']^2}{2 (m_1 + m_2)}$$

Kemudian substitusikan (\*\*) pada persamaan tersebut dan diperoleh;

$$Ek' = \frac{p^2}{2(m_1 + m_2)} \quad \dots(5.16)$$

Dari Persamaan 5.15 dan Persamaan 5.17 jelas bahwa energi akhir lebih kecil dari pada energi awal. Rasio energi kinetik awal dan akhir suatu benda adalah

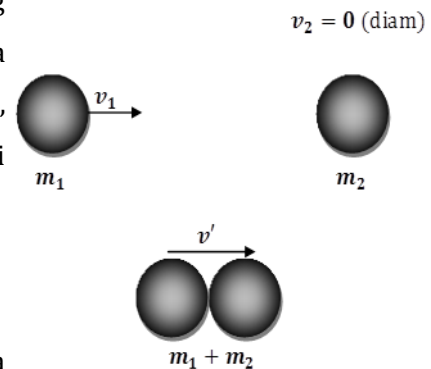
$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{\frac{p^2}{2} (m_1 + m_2)}{\frac{p^2}{2} m_1} \text{ maka } \frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \quad \dots(5.17)$$



Untuk kasus tumbukan tak lenting sama sekali yang melibatkan dua benda  $m_1$  dan  $m_2$  dimana pada awalnya benda  $m_1$  datang dengan kecepatan  $v_1$  dan benda  $m_2$  diam, maka rasio antara energi kinetik akhir sistem dengan energi kinetik awal sistem memenuhi persamaan.

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

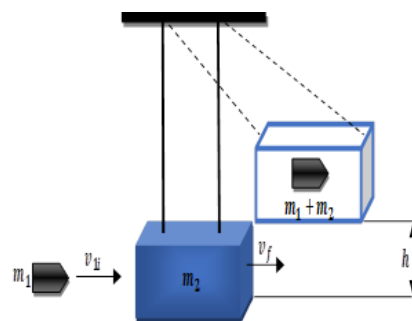
Perhatikan  $m_1$  pada pembilang menunjukkan massa benda yang semua bergerak



### Contoh Soal 5.4

#### 1. Ayunan Balistik

Ayunan balistik adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan sebuah proyektil yang bergerak cepat, misalnya sebuah peluru. Peluru bermassa  $m_1$  ditembakkan kedalam sebuah balok kayu yang besar massa  $m_2$  yang bergantung pada seutas kawat ringan. Peluru tertanam dalam balok, dan keseluruhan sistem balok - peluru berayun melalui jarak vertikal  $h$  mungkin untuk menentukan kecepatan awal peluru  $v_1$  dengan mengukur  $h$  dan massa peluru  $m_1$  dan massa balok  $m_2$ . bagaimanakah hubungan antara  $v_1$  dengan  $h$ ,  $m_1$ , dan  $m_2$ ?



**Gambar 5.13** diagram dari sebuah ayunan balistik. Perhatikan  $v'$  adalah kecepatan sistem sesaat sesudah tumbukan tak lenting sama sekali.

Jawab:

Untuk menyelesaikan soal diatas kita menggunakan Persamaan 5.14. Tumbukan peluru - balok yang terdorong sebagai tumbukan tak lenting sama sekali.

$$\begin{aligned}m_1 v_1 + m_2 v_2 &= (m_1 + m_2) v' && \text{sebab balok mula - mula diam } (v_2 = 0) \\m_1 v_1 + 0 &= (m_1 + m_2) v' \\v_1 &= \frac{(m_1 + m_2) v'}{m_1} && \dots (*)\end{aligned}$$

Untuk dapat menghitung  $v_1$ , kita perlu menentukan kelajuan sistem balok - peluru  $v'$  sesaat sesudah tumbukan. Dengan menerapkan *hukum kekekalan energi mekanik* untuk kedudukan sistem sesaat sesudah tumbukan dan kedudukan sistem pada ketinggian maksimum  $h$ . Diperoleh hubungan

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v'^2 = (m_1 + m_2)gh$$

Jika nilai  $v'$  kita masukkan ke dalam persamaan (\*), sekarang kita peroleh hubungan antara kecepatan awal peluru  $v_1$  dan ketinggian vertikal ayunan  $h$ .

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2)v'}{m_1} \sqrt{2gh} \quad \dots(5.18)$$

Misalkan massa peluru maka  $m_1 = 5,00 \text{ g} = 0,005 \text{ kg}$  massa balok  $m_2 = 1,00 \text{ kg}$ ;  $h = 10,0 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$  dan  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ , maka kelajuan awal peluru  $v_1$  adalah

$$\begin{aligned}v_1 &= \frac{(0,005 \text{ kg} + 1,00 \text{ kg})}{0,005 \text{ kg}} \sqrt{2 \left(9,80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (0,1 \text{ m})} \\&= \frac{1,005}{0,005} \sqrt{2(9,80 \times 10^{-1}) (10^{-1})} \text{ m/s} = 201 (2 \times 7 \times 10^{-1}) \text{ m/s} = 281 \text{ m/s}\end{aligned}$$

2. Tumbukan tak lenting sama sekali antara sebuah benda dengan benda lain yang diam

Sebuah mobil mengangkut kitab bermassa  $2000 \text{ kg}$  yang bergerak dengan kelajuan  $25 \text{ m/s}$  bertabrakan sentral dengan sebuah mobil mengangkut buku tulis bermassa  $150 \text{ kg}$  yang semula diam. Jika tumbukan tak lenting sama sekali, hitunglah:

- Kelajuan kedua mobil setelah tumbukan
- Rasio energi kinetik akhir terhadap energi kinetik awal sistem.

Jawab:

Massa mobil bergerak  $m_1 = 2000 \text{ kg}$ ; kecepatan  $v_1 = 25 \text{ m/s}$

Massa mobil diam  $m_2 = 1500 \text{ kg}$ ; kecepatan  $v_2 = 0$

- a. Kelajuan kedua mobil  $v'$  setelah tumbukan tak lenting sama sekali secara singkat dapat dihitung dengan rumus

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

$$v' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{2000 \text{ kg} \left(25 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) + 0}{2000 \text{ kg} + 1500 \text{ kg}}$$

$$v' = \frac{20(25)}{35} \text{ m/s} = \frac{100}{7} \text{ m/s} = 14,3 \text{ m/s}$$

- b. Rasio energi kinetik akhir terhadap energi kinetik awal  $\frac{Ek'}{Ek}$  dapat dihitung dengan rumus 5.15.

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{\text{massa benda bergerak}}{\text{jumlah massa}}$$

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{2000 \text{ kg}}{3500 \text{ kg}} = \frac{4}{7} = 0.57$$

## 5.4 Prinsip Roket dan Mesin Jet

Sebelum kita membahas tentang prinsip kerja roket, mari kita perhatikan aplikasi hukum kekekalan momentum yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari – hari. Pada subbab sebelumnya telah sedikit dibahas bahwa sebuah balon yang ditiup kemudian dilepaskan, maka balon akan meleset, udara di dalam balon keluar dalam arah yang berlawanan dengan balon. Momentum udara yang keluar dari dalam balon mengimbangi momentum balon yang melesat dalam arah yang berlawanan tersebut. Untuk lebih jelas dan memahami lakukan kegiatan dibawah ini.

**Analogi gerak ke atas dengan prinsip roket**

- 1) Siapkan sebuah balon mainan anak - anak, dan satu jepitan jari
- 2) Tiup balon tersebut hingga mengembang, dan jika udara di dalam balon merasa cukup, tutuplah mulut balon tersebut dengan jepitan jari sehingga udara tidak dapat keluar dari balon.
- 3) Lepaskan jepitan jari yang menutup mulut balon.
- 4) Amati balonn tersebut apakah balon bergerak keatas ?

Kita ketahui bahwa pada persamaan asli hukum II Newton dalam bentuk momentum, yaitu  $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t}$ . Hukum II Newton menyatakan bahwa jika suatu benda mengalami perubahan momentum  $\Delta p = \Delta(mv)$  dalam selang waktu  $\Delta t$ , maka itu artinya pada benda tersebut bekerja suatu resultan gaya  $F$ . Ketika jepit jari pada mulut balon dilepaskan, udara dalam balom keluar dengan cepat melalui mulut balon. Perubahan massa udara dalam balon per satuan waktu  $\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)$  akan menyebabkan perubahan momentum pada udara dalam balon per satuan waktu  $\left(\frac{\Delta mv}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}\right)$ . Sesuai dengan hukum II Newton, itu berarti balon mengerjakan gaya pada udara dalam balon.

Gaya tersebut berarah vertikal ke bawah. Sesuai dengan hukum III Newton, muncul reaksi yaitu udara mengerjakan gaya pada balon, yang memiliki besar yang sama tetapi arahnya yang berlawanan. Yaitu gaya dikerjakan udara pada balon berarah vertikal ke atas. Sebagai akibatnya balon di dorong vertikal ke atas. Prinsip terdorongnya balon udara sama dengan prinsip gaya dorong pancaran gas pada roket. Supaya anda memahami prinsip ini maka nyatakan dengan angka - angka dalam satuan perhitungan.

**Contoh Soal 5.5**

1. sebuah meteor bermassa 2000 kg menumbuk bumi dengan kecepatan 120 m/s. jika massa bumi  $6 \times 10^{24}$  kg, berapakah kecepatan bumi setelah tumbukan bila meteor akhirnya terbenam ke bumi?

**Penyelesaian:**

Besaran yang diketahui:

$$m_m = 2000 \text{ kg} \quad v_m = 120 \text{ m/s}$$

$$m_B = 6 \times 10^{24} \text{ kg} \quad v_B = 0$$

Tumbukan tidak elastis sama sekali

$$m_m v_m = (m_m + m_B) v'$$

$$v' = \frac{m_m v_m}{m_m + m_B}$$

$$v' = \frac{(2000)(120)}{(2000 + 6 \times 10^{24})}$$

$$v' = 4 \times 10^{-20} \text{ m/s}$$

Prinsip terdorongnya balon mainan sama dengan prinsip peluncuran roket, dimana semburan gas panas menyebabkan roket bisa bergerak ke atas dengan kelajuan yang sangat tinggi. Sekarang marilah kita tinjau bagaimana variasi kecepatan roket terhadap jumlah bahan bakar yang dipakai. Apabila massa roket dan bahan bakar mula - mula adalah  $m$  dan bergerak dengan kecepatan  $v$  relatif terhadap Bumi, maka pada saat gas sebanyak  $\Delta m$  keluar dari roket dengan kecepatan  $u$  relatif terhadap roket, maka massa roket berkurang sebesar  $\Delta m$  dan mendapat tambahan kecepatan sebesar  $\Delta v$ . Perlu diingat bahwa  $\Delta m$  adalah pengurangan massa sehingga merupakan besaran yang mempunyai nilai negatif, sedangkan kecepatan gas buang relatif terhadap bumi menjadi  $v - u$ .

Momentum awal:

$$p_{awal} = mv$$

Momentum akhir:

$$\begin{aligned} p_{akhir} &= (m + \Delta m)(v + \Delta v) + (-\Delta m)(v - u) \\ &= mv + m\Delta v + u\Delta m + \Delta m\Delta v \end{aligned}$$

Karena  $\Delta m$  dan  $\Delta v$  relatif kecil, maka hasil perkaliannya yaitu  $\Delta m\Delta v$  dapat diabaikan sehingga  $p_{akhir} = mv + m\Delta v + u\Delta m$

Hukum kekekalan momentum:

$$p_{awal} = p_{akhir}$$

$$mv = mv + m\Delta v + u\Delta m$$

$$\Delta v = -u \frac{\Delta m}{m} \quad \dots(5.19)$$

## Kilas Fisika

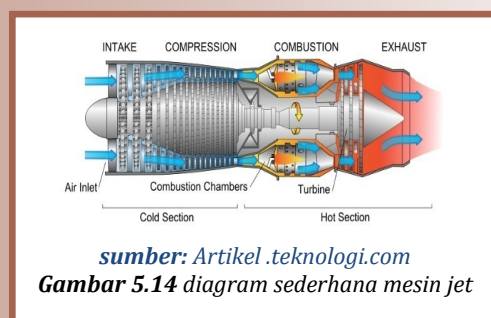
Pesawat ruang angkasa Voyager 2 meluncur pada tahun 1977, menggunakan efek katapel (efek untuk mendapatkan dorongan tambahan pada pesawat ruang angkasa) pada saat terbang melalui Jupiter, Saturnus, dan Uranus. Berkat tambahan energi kinetik pada perjalanannya. Voyager 2 mencapai planet Neptunus pada tahun 1989; tanpa efek katapel, voyager 2 tidak akan pernah mendekati di Neptunus sampai tahun 2008.

## Prinsip Kerja Mesin Jet

Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket, yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaannya adalah pada roket, bahan pembakar oksigen terdapat dalam tangki roket. Sedangkan pada mesin jet, *oksigen diambil dari udara di sekitarnya*. Oleh karena ini roket dapat bekerja di antariksa sedangkan mesin jet tidak dapat. Mesin jet hanya dapat bekerja di atmosfer.

Gambar 5.14. memperlihatkan diagram sederhana sebuah mesin jet. Urutan mesin jet adalah sebagai berikut:

- Udara ditarik ke dalam melalui bagian depan mesin.
- Udara dimantapkan oleh sudu – sudu kompresor.
- Bahan bakar diinjeksikan dalam ruang bakar dan dibakar oleh udara yang ditutup.
- Ledakan gas panas ditekan melalui mesin, memuat sudu – sudu turbin yang selanjutnya memutar kompresor.
- Gas – gas dengan kelajuan tinggi keluar dari belakang mesin dengan momentum tinggi sesuai hukum kekekalan momentum, akan dihasilkan momentum pada mesin jet yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Dengan kata lain mesin jet menerima momentum ke arah depan.



**Gambar 5.14** Mesin jet

## Soal Latihan 5B

Kerjakan soal berikut dengan benar. Sebelum mengerjakan soal biasakanlah membaca “*Basmalah*” terlebih dahulu!!!

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

1. Sebuah massa 3 kg yang bergerak dengan kecepatan 5 m/s ke timur menumbuk sebuah massa 2 kg yang bergerak dengan kecepatan 3 m/s ke selatan. Jika keduanya bersatu setelah tumbukan, tentukan kecepatan akhir keduanya!
2. Sebuah ayunan balistik bermassa 4 kg digantung vertikal. Kemudian sebuah peluru bermassa 25 gram menumbuk ayunan dan bersarang didalamnya hingga titik pusat massanya naik hingga 40 cm. tentukan kecepatan peluru pada saat menumbuk ayunan tersebut? (diketahui  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )
3. Permainan tenis meja merupakan kegemaraan siswa madrasah mkhususnya anak putra. Tak jarang dari mereka sering melepas bola tenis dari ketinggian tertentu. Pada pemantulan pertama dapat dicapai ketinggian 50 cm dan pada pantulan kedua hanya 12,5 cm, hitunglah tinggi mula-mula bola tenis tersebut?
4. lari pagi adalah kegiatan rutin para santri putri Darul Amanah. Tanpa sengaja salah seorang santri bertubuh gemuk (berat 60 kg), menabrak santri yang bertubuh kurus (berat 30 kg) yang sedang berdiri disampingnya. Hitung berapakah kecepatan sebelum dan sesudah bertabrakan?

# Ringkasan

1. Momentum didefinisikan sebagai hasil kali massa  $m$  dan kecepatan  $v$

$$P = mv$$

2. Momentum suatu benda adalah hasil perkalian antara besaran skalar massa dan besaran vektor kecepatan benda tersebut pada saat tertentu. Sehingga momentum termasuk besaran vektor
3. Hukum II Newton untuk momentum, yaitu Laju perubahan momentum suatu benda sebanding dengan besarnya gaya yang bekerja dan berlangsung dalam arah gaya tersebut.
4. Impuls ( $I$ ) didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya yang bekerja  $F$  dengan selang waktu  $\Delta t$  saat gaya tersebut bekerja pada benda.

$$I = F\Delta t$$

5. Hubungan antara momentum dan impuls menunjukkan bahwa impuls sama dengan perubahan momentum

$$I = \Delta p$$

$$F\Delta t = m(v - u)$$

6. Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka momentum total sebelum tumbukan sama dengan momentum total setelah tumbukan.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

7. Berdasarkan sifat kelentingan atau elastisitas benda yang bertumbukan, maka tumbukan dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting sebagian, tumbukan tak lenting sama sekali.
8. Tumbukan lenting sempurna memiliki koefisien restitusi  $e = 1$  serta berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi mekanik.
9. Tumbukan lenting sebagian memiliki koefisien restitusi  $0 < e < 1$  dan hanya berlaku hukum kekekalan momentum, sedangkan hukum kekekalan energi mekanik tidak berlaku karena selama tumbukan terjadi pengurangan energi kinetik.



10. Tumbukan tak lenting sama sekali memiliki koefisien restitusi  $e = 0$  dan hanya berlaku hukum kekekalan momentum.
11. Koefisien restitusi didefinisikan sebagai perbandingan kecepatan relatif benda setelah tumbukan dan sebelum tumbukan.

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{v_1 - v_2}$$

Untuk benda yang memantul pada suatu lantai, maka koefisien restitusi  $e$  dapat dirumuskan sebagai

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

## Refleksi

Setelah mempelajari bab ini, tentu Anda telah memahami tentang momentum, impuls dan tumbukan. Dapatkah anda menyebutkan perbedaan antara roket dan jet, dan jelaskan mengapa roket dapat bekerja di antariksa, sedangkan mesin jet hanya dapat bekerja di atmosfer dan tidak di antariksa ?

## Evaluasi Bab V

Kerjakan dengan membaca "basmalah" terlebih dahulu!

### I. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D atau E untuk jawaban yang benar!

- |   |   |
|---|---|
| <p>1. Dimensi momentum atau Impuls adalah ...</p> <p>A. <math>MLT^{-1}</math></p> <p>B. <math>MLT^{-2}</math></p> <p>C. <math>ML^{-1}T^{-1}</math></p> <p>D. <math>ML^{-2}T</math></p> <p>E. <math>ML^{-2}T^{-2}</math></p> | <p>5. Benda A dan B yang massanya masing-masing 5 kg dan 1 kg bergerak saling mendekati dengan kecepatan masing-masing 2 m/s dan 12 m/s. Setelah tumbukan, kedua benda saling menempel. Kecepatan sesaat setelah kedua benda bertumukan adalah ....</p> |
|---|---|

2. Pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan
- Momentum dan energi kinetik
  - Momentum dan energi potensial
  - Energi kinetik
  - Energi potensial
  - Momentum
3. Dua benda yang massanya masing-masing  $m_1 = m_2 = 2$  kg bergerak saling mendekati dengan kelajuan  $v_1 = 10$  m/s  $v_2 = 20$  m/s. Jika kedua benda bertumbukan lenting sempurna, maka kecepatan masing-masing benda setelah bertumbukan adalah
- $v'_1 = -20$  m/s dan  $v'_2 = 20$  m/s
  - $v'_1 = -20$  m/s dan  $v'_2 = 10$  m/s
  - $v'_1 = -10$  m/s dan  $v'_2 = 20$  m/s
  - $v'_1 = -20$  m/s dan  $v'_2 = 10$  m/s
  - $v'_1 = -5$  m/s dan  $v'_2 = 10$  m/s
4. Momentum adalah
- Besaran vektor dengan satuan kg m
  - Besaran skalar dengan satuan kg m
  - Besaran vektor dengan satuan kg m/s
  - Besaran skalar dengan satuan kg m/s
  - Besaran vektor dengan satuan kgm/s<sup>2</sup>
- 0,25 m/s searah dengan arah gerak benda A semula
  - 0,33 m/s berlawanan arah dengan gerak benda A semula
  - 0,45 m/s searah dengan arah benda A semula
  - 0,45 m/s berlawanan arah dengan gerak benda A semula
  - 0,55 m/s searah dengan gerak benda A semula.
6. Seorang pemburu menembakkan peluru bermassa 20 g secara mendatar ke dalam sebuah balok kayu bermassa 380 g yang diam. Jika kecepatan peluru adalah 200 m/s, berapa kecepatan massa peluru dan balok kayu tersebut jika peluru tersebut mencapai di balok kayu? ...
- 20 m/s
  - 20 m/s
  - 10 m/s
  - 10 m/s
  - 20 m/s<sup>2</sup>
7. Seorang siswa madrasah memiliki bermassa 40 kg melemparkan sebuah batu 2 kg ke arah timur dengan kecepatan 8 m/s. Berapakah kecepatan hijaber itu terlontar kebelakang?

- A. 0,5 m/s ke barat  
 B. 0,6 m/s ke barat  
 C. 0,4 m/s ke selatan  
 D. 0,4 m/s ke barat  
 E. 0,5 m/s ke selatan
8. Sebuah benda bermassa 50 kg, menumbuk tembok madrasah dengan kecepatan 20 m/s. Bila tumbukan ini elasis sebagian dengan koefisien restitusi  $e = 0,4$ , maka besar kecepatan benda setelah tumbukan adalah
- A. 8 m/s berlawanan dengan arah kecepatan semula  
 B. 8 m/s berlawanan dengan kecepatan semula  
 C. 12 m/s berlawanan dengan arah kecepatan semula  
 D. 12 m/s searah dengan kecepatan semula  
 E. 10 m/s searah dengan kecepatan semula.
9. Sebuah bola pada permainan softball bermassa 0,15 kg di lempar mendatar ke kanan dengan kelajuan 20 m/s, setelah dipukul atlit, bola bergerak ke kiri dengan kelajuan 20 m/s. Berapakah impuls yang diberikan oleh kayu pemukul pada bola?
- A. - 5 Ns  
 B. 6 Ns  
 C. - 6 Ns  
 D. 7 Ns  
 E. - 7 Ns
10. Di antara benda berikut, mana yang akan mengalami gaya terbesar bila menumbuk dinding sehingga berhenti dalam selang waktu yang sama?
- A. Benda bermassa 40 kg dengan kelajuan 25 m/s  
 B. Benda bermassa 50 kg dengan kelajuan 15 m/s  
 C. Benda bermassa 100 kg dengan kelajuan 10 m/s  
 D. Benda bermassa 150 kg dengan kelajuan 7 m/s  
 E. Benda bermassa 20 kg dengan kelajuan 5 m/s
11. Sebuah ayunan balistik bermassa 4,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan didalam balok dan balok berayun setinggi 0,2 m dari kedudukan setimbangnya ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ), tentukan kcepatan peluru?
- A. 1.000 m/( s)  
 B. 1.000 m  
 C. 100 m/s  
 D. 100 m  
 E. 100 m/s<sup>2</sup>
12. Sebuah Roket pernah digunakan untuk mendaratkan manusia di bulan. Mesin utama roket tersebut menyemburkan gas dengan laju 13.800 kg perdetik.

Jika laju Raket terhadap gas adalah 2.440 m/s hitunglah gaya lontar yang dihasilkan mesin utama tersebut?

- A.  $33,7 \times (10)^6 \text{ N}$
- B.  $33,7 \times (10)^5 \text{ N}$
- C.  $33,7 \times (10)^{-6} \text{ N}$
- D.  $33,7 \times (10)^{-5} \text{ N}$
- E.  $33,7 \times (10)^4 \text{ N}$

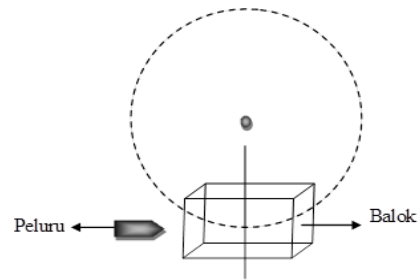
13. Sebutir kelereng bermassa 200 g mengelinding di lantai licin dengan kecepatan 20 m/s. Besarnya momentum kelereng itu adalah

- A. 2 kg m/s
- B. 3 kg m/s
- C. 4 kg m/s
- D. 5 kg m/s
- E. 6 kg m/s

14. Sebuah apel bermassa  $m_b$  digantung pada tali sepanjang R. Balok ditembak dengan peluru bermassa 0,25  $m_b$ , dan ternyata peluru bersarang di dalam balok sehingga terjadi putaran satu kali lingkaran penuh. kecepatan minimum peluru adalah

- A.  $\sqrt{2gR}$
- B.  $\sqrt{5gR}$
- C.  $5\sqrt{gR}$
- D.  $10\sqrt{gR}$
- E.  $\sqrt{10gR}$

15. Sebuah bola bergerak ke utara dengan kelajuan 36 km/jam kemudian bola ditendang ke selatan dengan gaya 40 N hingga kelajuan bola menjadi 72 km/jam ke selatan. Jika massa bola 800 g. Tentukan Impuls pada peristiwa tersebut!

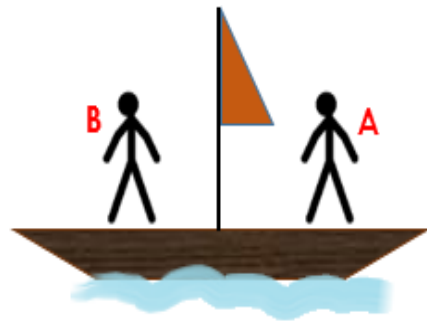


- A. - 24 kg m/s
- B. 24 kg m/s
- C. - 24 kg m/s<sup>2</sup>
- D. 24 kg
- E. 24 m/s

## II. Jawablah pertanyaan - pertanyaan berikut dengan jelas dan benar !

1. Muhammad membawa sekarung beras bermassa 3 kg, berjalan ke kiri dengan kelajuan 2 m/s dan Irfan membawa sekantong bermassa 2 kg berjalan ke kanan dengan kelajuan 4 m/s. Hitung momentum total antara Muhammad dan Irfan!
2. Sebuah bola yang dipukul seorang siswa dengan gaya 100 N hingga mencapai kecepatan 200 m/s dari keadaan diam. Pemukul menyentuh bola selama 0,2 s. Hitung massa bola tersebut?

3. Perhatikan pada gambar. Dua orang anak berada dalam sebuah perahu bermassa 100 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak A bermassa 50 kg dan anak B bermassa 30 kg, maka hitunglah kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 5 m/s!



4. Sebuah granat tiba – tiba meledak dan pecah menjadi dua bagian yang bergerak dalam arah yang berlawanan. Perbandingan dua bagian itu adalah 3 :1. Ternyata, bagian yang bermassa lebih kecil terpantul dengan kecepatan 30 m/s. Tentukan
  - a. Kecepatan bagian yang bermassa lebih besar
  - b. Perbandingan energi kinetik kedua bagian itu.
5. Sebuah guci A yang bermassa 2 kg didorong ke kanan dengan kelajuan 20 m/s menumbuk guci lainnya B yang sedang bergerak ke kiri dengan kelajuan 10 m/s. Jika guci B bermassa 2 kg dan tumbukan yang terjadi lenting sempurna, tentukan kelajuan guci A ketika didorong dan arah geraknya setelah tumbukan!



# **MOMENTUM dan IMPULS**

## **Fisika**

**Bercirikan Integrasi Sains dan Islam**

**Untuk SMA/MA Kelas X Semester II**

**Penulis:**

**Vetti Nurkhabibah**

**Direvisi Oleh:**

**Fatikhatus Sangadah**

**Dosen Pembimbing:**

**Edi Daenuri Anwar, M.Si**

**Sheilla Rully Anggita, S.Pd, M.Si**



# Ucapan Terimakasih

*Assalamualaikum, Wr. Wb*

*Alhamdulillah* *rabbi'l'alam*, atas berkat rahmat Allah YME penulis dapat menyelesaikan revisi modul Fisika Bercirikan Integrasi Sains-Islam. Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu menyelesaikan modul ini baik dalam bentuk dukungan, doa, kritik, saran maupun motivasi.

Ucapan Terimakasih terbesar untuk kedua orang tua yang selalu mendoakan serta dukungan dan motivasi yang sangat luar biasa untuk kelancaran proses pembuatan modul ini.

Terimakasih kepada Bapak Edi Daenuri Anwar, M.Si dan Ibu Shilla Rully Anggita, S,Pd, M.Si selaku dosen pembimbing penulis, serta kepada tim penilai yang sudah berkenan memberikan motivasi, serta kritik dan saran dalam menelaah modul ini. Serta kepada sahabat-sahabat penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu karena sudah menjadi tempat berkeluh kesah dan penyemangat penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam modul ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar kedepanya dapat menyempurnakan modul ini.

*Wassalamualaikum, Wr. Wb*

Penulis



# Kata Pengantar

Modul fisika SMA ini disusun berdasarkan kurikulum 2013 revisi 2016 yang merupakan revisi dari buku fisika materi usaha dan energi, dan materi momentum, impuls dan tumbukan bercirikan integrasi sains Islam karya Vetti Nurkhabibah . Pola penulisan buku ini didesain dengan menggunakan bahasa yang sederhana, pemaparan materi yang rinci, hubungan antara sub pokok bahasan yang berkesinambungan, yang kemudian di padukan dengan ayat-ayat Al-Qur'an yang sesuai dengan pokok bahasan dalam materi, dengan begitu belajar menggunakan buku ini, kita akan mengetahui bahwa sesungguhnya apa yang kita pelajari ada dalam Al-Qur'an.

Selain dikaitkan dengan Islam, modul ini juga dikaitkan dengan lingkungan sekitar sehingga siswa akan dengan mudah memahami konsep-konsep fisika. Oleh karena itu guru diharapkan turut berperan dalam mengembangkan materi yang ada dalam buku ini sehingga tercapai kompetensi yang diharapkan.

Materi yang terdapat pada modul ini adalah bab Momentum dan Impuls. Selain materi buku ini juga dilengkapi dengan contoh soal, soal latihan persubbab, evaluasi pada akhir bab dan informasi-informasi tambahan lainnya.

Demikian, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi siswa dan guru dalam proses kegiatan pembelajaran disekolah. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan oleh penulis sebagai perbaikan buku ini.

Semarang, November 2018

Penulis

# Petunjuk Penggunaan Modul

## Tujuan Pembelajaran



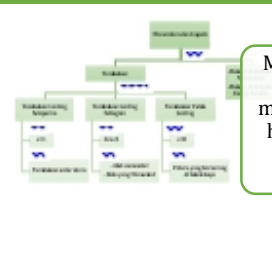
Berisi tujuan yang hendak dicapai suatu bab setelah proses pembelajaran.

## Cover Bab



Berisi gambar yang berkaitan dengan materi.

## Peta Konsep



Membantu kalian mengetahui hubungan antar konsep.

## Tes Awal



Sebagai aperepsi siswa sebelum memulai pembelajaran.

## Kajian Islami



Berisi penjelasan Al-Quran yang terkait dengan materi.

## Materi



Berisi materi yang akan dipelajari.

## Kegiatan



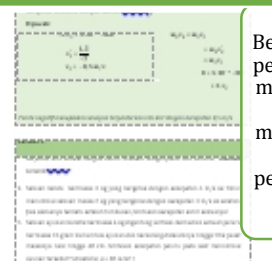
Percobaan sederhana berkaitan dengan materi.

## Diskusi Konsep



Berisi pertanyaan mengenai konsep dasar dalam materi.

## Contoh dan Latihan



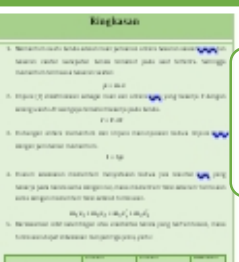
Berisi contoh penyelesaian masalah dan latihan menyelesaikan permasalahan.

## Refleksi & Ilmuwan Sains-Islam



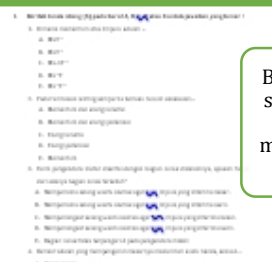
Berisi tugas terkait materi. Berisi tokoh Islam yang berjasa dalam penemuan Sains.

## Ringkasan



Berisi resume materi yang telah dipelajari.

## Evaluasi



Berisi soal-soal dalam materi momentum impuls.

## ***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 ingintahunya 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.

## ***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

## ***Kegiatan Pembelajaran***

1. Mengamati tentang momentum, impuls, hubungan antara impuls dan momentum serta tumbukan dari berbagai sumber belajar.
2. Mendiskusikan konsep momentum, impuls, hubungan antara impuls dan momentum serta hukum kekekalan momentum dalam berbagai penyelesaian masalah
3. Merancang dan membuat roket sederhana dengan menerapkan hukum kekekalan momentum secara berkelompok
4. Mempresentasikan peristiwa bola jatuh ke lantai dan pembuatan roket sederhana



## DAFTAR ISI

<b>UCAPAN TERIMAKASIH .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL .....</b>	<b>iii</b>
<b>KI, KD dan KEGIATAN PEMBELAJARAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>TES KOMPETENSI AWAL .....</b>	<b>1</b>
<b>MOMENTUM dan IMPULS</b>	
A.Momentum dan Impuls.....	2
B.Hukum Kekekalan Momentum .....	12
C. Jenis-jenis Tumbukan	
1. Tumbukan Lenting Sempurna .....	14
2. Tumbukan Lenting Sebagian.....	17
3. Tumbukan Tidak Lenting.....	18
D. Aplikasi Hukum Kekekalan Momentum	
1. Roket.....	19
2. Prinsip Kerja Mesin Jet.....	20
3. Tumbukan Bola dengan Lantai .....	20
4. Ayunan Balistik.....	23
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>29</b>
<b>EVALUASI.....</b>	<b>30</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	





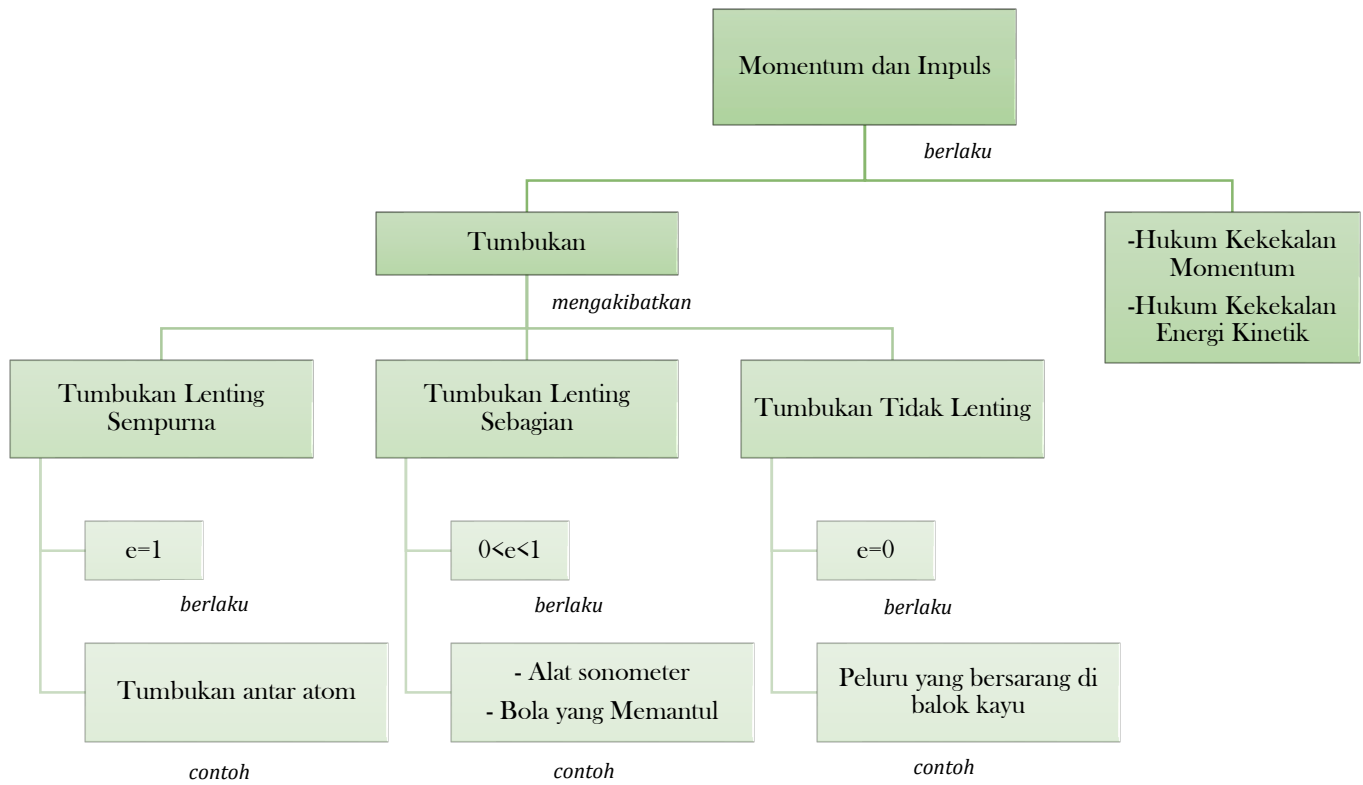
## **Momentum dan Impuls**

*Roket adalah pesawat yang bisa bergerak dalam ruang yang berisi udara (atmosfer) maupun dalam ruang hampa. Ketika menuju bulan, sebagian besar ruang yang di jelajahi roket adalah ruang hampa. Bagaimana mesin roket sehingga bisa menjelajahi ruang angkasa ? darimana gaya yang mendorong roket sehingga bisa mempercepat atau memperlambat roket ? jawabanya akan anda temukan dalam bab momentum dan impuls yang akan kita bahas bersama-sama.*



# Peta konsep

## Momentum dan Impuls



### Kata Kunci

Gaya

Momentum

Impuls

Tumbukan

Koefisien Restitusi

Hukum Kekekalan Energi

Hukum Kekekalan Momentum







## KAJIAN ISLAMI

Sebelum mempelajari materi Allah swt menjelaskan kedudukan manusia berilmu dalam fiman-Nya pada QS Surat Al-Mujadilah ayat 11 yang berbunyi:

...يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ... ﴿١١﴾

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat*

Surat tersebut menjelaskan bahwa orang-orang yang menguasai ilmu pengetahuan akan ditinggikan derajatnya, maka dari itu sudah wajib bagi kita sebagai umat muslim untuk selalu mencari ilmu baik ilmu keagamaan maupun ilmu umum seperti ilmu sosial maupun ilmu sains.

Ayat lain dalam Al-Quran adalah QS Surat As-Sad ayat 29, yang berbunyi:

كِتَابٌ أَنْزَلْنَاهُ إِلَيْكَ مُبَارَكٌ لِيَدَّبَّرُوا ءَايَاتِهِ وَلِيَتَذَكَّرَ أُولُو الْأَلْبَابِ ﴿٢٩﴾

*Ini adalah sebuah kitab yang Kami turunkan kepadamu penuh dengan berkah supaya mereka memperhatikan ayat-ayatnya dan supaya mendapat pelajaran orang-orang yang mempunyai fikiran.*

Surat ini menjelaskan bahwa Al-Quran sebagai sumber ilmu bukan sebagai penjelas ilmu lain. Buktinya adalah jauh sebelum teori Big Bang dipaparkan oleh NASA pada tahun 1989, Al-Quran telah menjelaskan terkait terbentuknya alam semesta.

Melalui dua ayat diatas kita sebagai seorang muslim wajib menuntut ilmu bahkan ketika kita masih di dalam kandungan sampai ke liang lahat, dan juga kita wajib mengimani Al-Quran sebagai kitab suci yang penuh berkah dan sumber ilmu melalui firman-firman Allah swt. Selain Al-Quran sumber ilmu lain bagi setiap muslim adalah Hadist dan Ijtima' Ulama.



## Tes Kompetensi Awal

Sebelum mempelajari lebih lanjut materi momentum dan impuls, kerjakan soal-soal dibawah ini. Bacalah "Basmalah" sebelum mengerjakan soal.

1. Jelaskan secara singkat yang kalian ketahui tentang momentum dan impuls !
2. Sebutkan contoh momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari yang kalian ketahui!
3. Terdapat berapakah jenis tumbukan yang kalian ketahui? Sebutkan dan jelaskan secara singkat!
4. Carilah dalil-dalil dalam Al-Quran yang mendukung dalam materi momentum dan impuls!

### A. MOMENTUM dan IMPULS

Sebelum membahas tinjauan sains mengenai momentum dan impuls, ada baiknya kita mengetahui bagaimana pandangan Al-Quran mengenai subbab momentum dan impuls agar kita senantiasa bertaqwa kepada Allah swt. Berikut adalah ayat Al-Quran surat Al-Hajj ayat 1.

يَا أَيُّهَا النَّاسُ اتَّقُوا رَبَّكُمُ إِنَّ زَلْزَلَةَ السَّاعَةِ شَيْءٌ عَظِيمٌ ﴿١﴾

*Hai manusia, bertakwalah kepada Tuhanmu; sesungguhnya kegoncangan hari kiamat itu adalah suatu kejadian yang sangat besar (dahsyat)*

Surat Al-Hajj ayat 1 terdapat kata goncangan, arti goncangan ditinjau dari ilmu fisika yaitu terjadinya tumbukan oleh gaya luar. Kerusakan yang terjadi akibat goncangan pada hari kiamat yang sangat dahsyat disebabkan oleh gaya luar yang sangat besar. Gaya luar yang dimaksud adalah kuasa atau kekuatan Allah swt yang tidak dapat ditandingi oleh manusia sebagai ciptaan-Nya.

Setelah memahami pandangan dari Al-Quran, mari kita tinjau dari segi sains. Pernahkah kalian menangkap sebuah bola sepak yang sedang ditendang oleh temanmu? Apa yang kalian rasakan ketika menangkap bola sepak yang ditendang dengan kecepatan rendah dan kecepatan tinggi? Bandingkan apa yang kalian rasakan. Pasti kalian lebih sulit menghentikan bola sepak yang ditendang dengan kecepatan tinggi. Kemudian dalam kegiatan olahraga, ketika temanmu melemparkan bola kasti dan bola besi tolak peluru

dengan kecepatan yang sama apa yang kalian rasakan ketika menghentikan kedua bola tersebut? Pasti akan lebih sulit untuk menghentikan bola besi bukan? Kedua contoh peristiwa di atas dapat menunjukkan untuk menghentikan benda yang berkecepatan tinggi dan bermassa besar akan susah dihentikan, hal ini menunjukkan adanya momentum. Definisi dari momentum yaitu kecenderungan suatu benda agar tetap bisa bergerak dengan kecepatan konstan atau tingkat kesukaran benda untuk berhenti. Momentum dipengaruhi oleh massa dan kecepatan benda. Semakin besar massa suatu benda, semakin besar pula momentumnya. Demikian dengan kecepatannya, semakin besar kecepatannya semakin besar pula momentumnya. Jadi, secara matematis momentum dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$p = m v \quad \dots(\text{pers.1})$$

Keterangan:

$p$  = momentum (kg m/s)

$m$  = massa (kg)

$v$  = kecepatan (m/s)

**Momentum ( $p$ )** adalah hasil perkalian antara besaran skalar massa dan besaran vektor kecepatan benda tersebut pada saat tertentu sehingga momentum merupakan besaran vektor.

Berikut ini kita bahas bagaimana perubahan momentum yang dialami oleh suatu benda bermassa  $m$  mula-mula bergerak dengan kecepatan  $v_1$  kemudian berubah menjadi  $v_2$  dalam selang waktu  $\Delta t$ . Newton menyatakan bahwa perubahan momentum benda bergantung pada besar gaya dan lamanya gaya tersebut bekerja pada benda. Hal ini diungkapkan dalam hukum II Newton untuk momentum, yaitu:

*“Laju perubahan momentum suatu benda sebanding dengan besar gaya yang bekerja dan berlangsung dalam arah gaya tersebut.”*

Momentum awal benda =  $p_1 = m v_1$

Momentum akhir benda =  $p_2 = m v_2$

Perubahan momentum =  $\Delta p = p_2 - p_1$

Laju perubahan momentum dalam selang waktu adalah :

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} \quad \dots(\text{pers.2})$$

Sesuai dengan hukum II Newton, laju perubahan momentum sebanding dengan besarnya gaya  $F$  yang bekerja, sehingga dapat ditulis:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Atau

$$F = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t} \quad \dots(\text{pers.3})$$

Keterangan:

$F$  = gaya (N)

$\Delta t$  = selang waktu (s)

$\Delta p = p_2 - p_1$  = perubahan momentum (kg m/s)

$p_2$  = momentum akhir (kg m/s)

$p_1$  = momentum awal (kg m/s)

$v_2$  = kecepatan akhir (m/s)

$v_1$  = kecepatan awal (m/s)

$m$  = massa benda (kg)

### Ingat !

Besaran vektor adalah besaran yang bergantung arah.

Besaran skalar adalah besaran yang tidak bergantung arah.

Kecepatan merupakan besaran vektor. Apabila  $v_2$  berlawanan arah dengan  $v_1$  maka bertanda negatif.

**Impuls (I)** didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya yang bekerja  $F$  dengan selang waktu  $\Delta t$ . Berdasarkan persamaan (3) dapat ditulis:

$$F = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

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

$$I = \Delta p$$

atau

$$I = F \Delta t \quad \dots(\text{pers.4})$$

Dari persamaan (4) tampak bahwa Impuls sama dengan perubahan momentum suatu benda pada saat mengalami tumbukan.

Berikut ini merupakan contoh penerapan impuls dalam kehidupan sehari-hari. Prinsip memperlama selang waktu bekerjanya impuls agar gaya impuls yang bekerja pada suatu benda menjadi lebih kecil ditunjukkan pada:

- a. **Helm** pengendara sepeda. **Helm** pengendara sepeda motor diberi lapisan lunak di dalamnya dengan tujuan memperlama selang waktu kontak ketika terjadi tabrakan. Dengan desain helm tersebut diharapkan bagian kepala pengendara terlindung dari benturan keras (gaya impuls) yang dapat membahayakan jiwanya.
- b. **Tabrakan** yang dihasilkan kedua mobil saling menempel sesaat setelah tabrakan lebih tidak membahayakan (waktu kontak lebih lama) dibandingkan dengan tabrakan sentral yang menyebabkan kedua mobil terpental sesaat sesudah tabrakan (waktu lebih singkat). Berikut adalah contoh lain dari prinsip memperlama selang waktu:
- c. **Petinju** memakai sarung tangan dengan maksud agar impuls yang diberikan oleh pukulan memiliki waktu kontak lebih lama. Sehingga gaya impuls yang dihasilkan pukulan tidak membahayakan bagi petinju yang menerima pukulan. Hal ini berbeda jika dipukul langsung dengan tangan telanjang. Gambar (1c) merupakan petinju 16 tahun Amaiya Zafar, yang terpaksa didiskualifikasi Asosiasi Tinju Internasional alias KO sebelum bertanding, penyebabnya adalah Zafar tidak mau melepaskan jilbabnya saat bertanding, karena dia memang seorang muslim yang taat.



**Gambar (1a)**

Sumber : helm monza vynil

**Ilustrasi Helm**



**Gambar (1b)**

Sumber : slideshare.net

**Ilustrasi Tabrakan**



**Gambar (1c)**

Sumber : Striker.ID

**Ilustrasi Petinju**

d. **Pejudo** yang dibanting pada matras dapat menahan rasa sakit, akibat impuls yang dikerjakan matras pada diri pejudo dibandingkan jika pejudo dibanting pada ubin (lantai). Selang waktu kontak antara punggung pejudo dengan matras lunak berlangsung lebih lama dibandingkan dengan ubin keras. Ini menyebabkan pejudo menderita gaya impuls yang lebih kecil jika dibanting pada matras daripada dibanting pada ubin. Gambar (1d) adalah Wojdan Shaherkani adalah atlet judo asal Arab yang dilarang bertarung pada cabang judo Olimpiade 2012 karena memakai hijab. Tapi dia kemudian bisa tetap unjuk kemampuan dengan memakai penutup kepala.



Gambar (1d)

Sumber : sport.detik.com

Ilustrasi Pejudo

Prinsip kebalikannya yaitu mempersingkat selang waktu kontak agar dihasilkan Impuls yang lebih besar juga terjadi dalam aplikasi keseharian dan teknologi sebagai berikut:

- a. **Bedug** yang dipukul ketika adzan hendak dikumandangkan dipukul dengan kencang oleh seorang muadzin. Kencangnya pukulan bedug akan mengakibatkan selang waktu kontak antara pemukul dan bedug sangat kecil sehingga suara bedug yang dihasilkan lebih keras dibandingkan dengan yang dipukul tidak kencang. Gambar (2a) merupakan kegiatan “*dugderan*” dalam rangka menyambut bulan Ramadhan.
- b. Pemain **rebana** harus memukul rebana dengan gaya yang besar atau dengan kecepatan tinggi sehingga selang waktu yang dihasilkan singkat dan rebana akan berbunyi lebih kencang. Gambar (2c) merupakan sejumlah santri yang mengisi acara dengan rebana dalam rangka menyambut Maulid Nabi Muhammad saw.
- c. Memanah merupakan olahraga yang disunnahkan Rasulullah saw seperti diriwayatkan dalam hadist yang berbunyi “Ajarilah anak-anak kalian berkuda,



Gambar (2a)

Sumber : liputan6.com

Ilustrasi Bedug



Gambar (2b)

Sumber : pecintahanibana.com

Ilustrasi Rebana



berenang dan memanah.” (H.R. Sahih Bukhari dan Muslim). Seorang pemain olahraga **panahan** selalu menarik anak panah dari busurnya dengan gaya yang kuat. Ini dimaksudkan agar selang waktu kontak antara anak panah dan busur lebih singkat sehingga akan dihasilkan gaya impuls yang besar. Gambar (2c) merupakan seorang anak bernama Bulan Karunia yang mempunyai keterbatasan tetapi tidak pantang menyerah untuk belajar memanah.

- d. **Anggar** merupakan salah satu olahraga yang disunnahkan oleh Rasulullah saw. Seorang pemain anggar harus melecut lawanya dengan cepat agar lawan merasa lebih sakit daripada ketika melecut dengan kecepatan rendah. Gambar (2d) merupakan muslimah asal New Jersey, Amerika Serikat bernama Ibtihaj Muhammad. Muslimah ini merupakan seorang atlet anggar wanita pertama di Amerika Serikat yang mengenakan hijab.



**Gambar (2c)**  
Sumber : bobo.ID

#### Ilustrasi Memanah



**Gambar (2d)**  
Sumber : gomuslim.co.id

#### Ilustrasi Pemain Anggar

## TAHUKAH KAMU ???

### **Safety Pada Mobil**

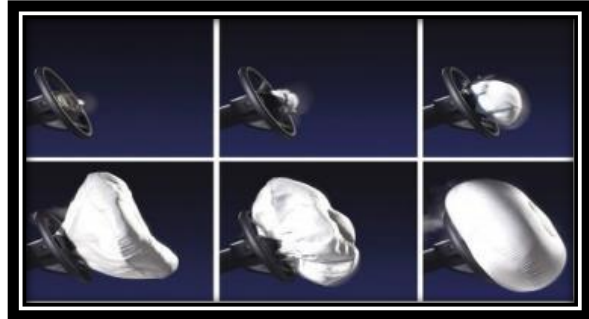
Tahukah kamu bahwa prinsip memperlama selang waktu kontak untuk memperkecil gaya impuls yang dikerjakan pada suatu benda digunakan untuk mendesain mobil yang memperhatikan keselamatan penumpang. Ketika terjadi tabrakan, karena dipengaruhi gaya inersia maka pengemudi akan bergerak ke depan dengan kelajuan yang sama dengan mobil sesaat sebelum terjadi tabrakan. Untuk itu diperlukan impuls untuk mengurangi momentum pengemudi menjadi nol (memberhentikan pengemudi) agar pengemudi tidak menabrak setir. Sebuah kantong udara yang terletak pada setir akan mengembang ketika tabrakan terjadi. Kantong udara dibuat lunak sehingga impuls



yang diberikan akan berlangsung lebih lama dan ini mengurangi daya impuls yang yang dikerjakan kantong udara pada pengemudi. Hal ini tentu mengurangi dampak negatif dari terjadinya tabrakan pada pengemudi.



Sumber: fahrerairbagsafety-1032013



Sumber : Galamedianews.com

Gambar (2)

Kantong udara sebagai keselamatan bagi pengendara mobil.

## **DISKUSI KONSEP**

Jika kalian sudah memahami pernyataan diatas coba kalian jawab pertanyaan dibawah ini! Alangkah baiknya sebelum menjawab diutamakan dengan membaca "**Basmalah**".

1. Manakah dari pernyataan di bawah yang akan menghasilkan impuls? Jelaskan
  - a. Bola jatuh mengenai lantai
  - b. Sebuah mobil bertabrakan dengan mobil lain
  - c. Andi berenang dengan cepat
  - d. Bola kasti dipukul oleh pemukul kayu
  - e. Anda berlari dengan cepat mengitari sebuah lapangan bola
2. Anda tentu telah mengerti bahwa anda lebih dapat menahan sakit ketika anda dibanting di atas lantai yang diberi matras daripada ketika anda dibanting di atas lantai ubin. Mengapa?
3. Manakah tumbukan yang lebih berbahaya bagi penumpang bus: kedua bus yang bergerak berlawanan arah bertabrakan dan saling terpental atau keduanya bertabrakan dan bergandengan sesaat setelah tabrakan? Jelaskan !

### Contoh Soal 1

1. Ahmad dan Yusuf adalah seorang santri dari pondok pesantren Darul 'Ulum. Mereka sedang bermain bola bersama. Ahmad menendang bola yang bermassa 1 kg menghasilkan kecepatan 7 m/s, bola tersebut diarahkan ke Yusuf yang sedang menjaga gawang. Yusuf berhasil menangkap bola yang ditendang Ahmad. Hitunglah tingkat kesukaran Yusuf untuk menghentikan bola tersebut !

Diketahui :

*Data yang didapatkan dari soal adalah massa benda dan kecepatan benda.*

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

$$v = 7 \text{ m/s}$$

Ditanya :

*Tingkat kesukaran untuk menghentikan gerak suatu benda adalah pengertian dari momentum.*

$$p = \dots?$$

Dijawab :

*Momentum didapatkan dari besaran pokok massa dikali dengan besaran turunan kecepatan.*

$$p = m v$$

$$= 1 \cdot 7$$

$$= 7 \text{ kg m/s}$$

*Jadi, Yusuf menghentikan bola dengan tingkat kesukaran 7 kg m/s.*

2. Bilal sedang memukul bedug sebagai pertanda adzan segera dikumandangkan. Apabila bilal memukul bedug dengan pukulan sebesar 15 N dan selang waktu antara pemukul dan bedug adalah 0,002 s. hitunglah impuls yang diterima bedug!

Diketahui:

*Data yang didapatkan dari soal adalah Gaya dan Selang waktu.*

$$F = 15 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0,002 \text{ s}$$

Ditanya :

*Impuls yang diterima bedug?*

$$I = \dots?$$

Dijawab :

*Impuls didapatkan dari perkalian antara gaya dengan selang waktu pemukul-bedug.*

$$I = F \Delta t$$

$$= 15 \cdot 0,002$$

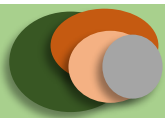
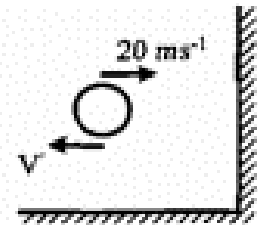
$$= 0,03 \text{ Ns}$$

Jadi impuls yang diterima bedug adalah 0,03 Ns.

### Latihan 1

Kerjakan soal berikut dengan benar. Sebelum mengerjakan soal bacalah "Basmalah" terlebih dahulu !

1. Umi merupakan salah satu anggota grup rebana di madrasah. Dia memukul rebana dengan gaya 3 N dan selang waktu kontak antara tangan Umi dengan rebana adalah 0,2 detik. Hitunglah impuls yang terjadi !
2. Salah satu olahraga yang dianjurkan Rasulullah saw adalah memanah. Fitri belajar memanah dengan anak panah bermassa 0,5 kg yang mula-mula diam dengan gaya 10 N sehingga kecepatannya bertambah menjadi 20 m/s dan anak panah menembus pada dinding. Hitunglah:
  - a. Impuls yang bekerja pada benda
  - b. Lamanya gaya bekerja
3. Nur yang sedang melamun dikagetkan oleh seekor hewan yang berada di depannya. Karena takut oleh najis mugholadoh, ia lalu melempari hewan tersebut dengan bola karet bermassa 75 gram tetapi tidak tepat sasaran. Bola karet membentur dinding. Jika bola karet dipantulkan dengan laju sama, maka besar impuls bola yang terjadi adalah?



#### Kegiatan 1

**Buatlah kelompok bersama temanmu beranggota 3-4 orang, kemudian ikuti kegiatan berikut !**

Tujuan : untuk memahami penerapan hukum kekekalan momentum terhadap prinsip kerja roket sederhana.

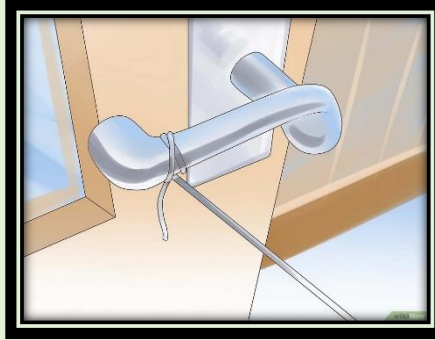
Alat dan Bahan

1. Balon plastik
2. Selotip
3. Gunting
4. Sedotan
5. Benang

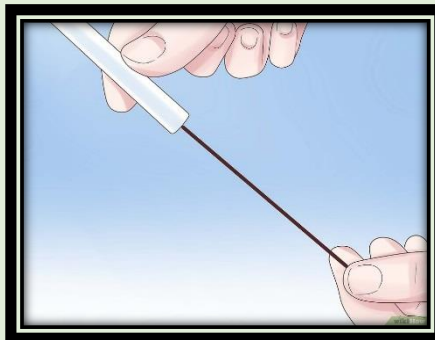
## 6. Penyangga

### Langkah percobaan

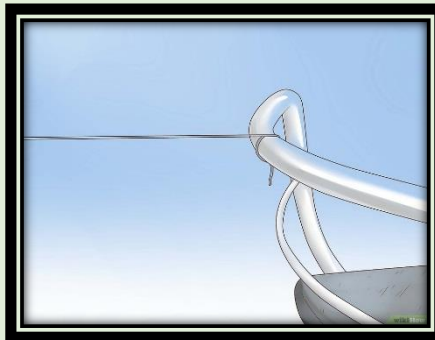
1. Ikat satu ujung benang ke penyangga. Anda bisa menggunakan sandaran kursi atau kenop pintu sebagai penyangga.



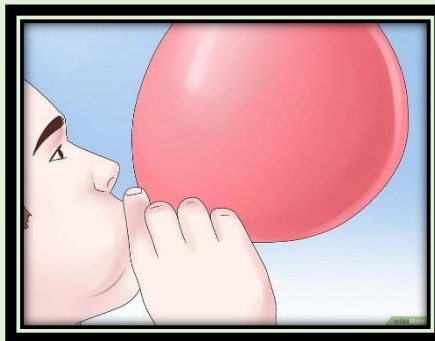
2. Jelajahi (masukkan) benang ke dalam sedotan.



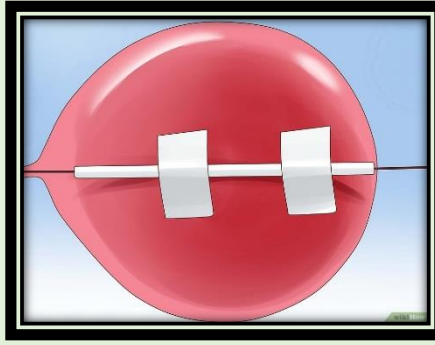
3. Ikat ujung satunya ke penyangga lain. pastikan benang ketat (tidak kendur) sebelum mengikatnya.



4. Tiup balon. Cubit ujung balon agar udaranya tidak keluar. Anda bisa menggunakan jari, klip kertas atau penjepit pakaian.



5. Tempelkan balon ke sedotan menggunakan selotip.



6. Lepaskan penjepit.
7. Amati apa yang terjadi.
8. Simpulkan bersama temanmu.

#### Pertanyaan

1. Mengapa pada saat penjepit dilepaskan, balon dapat bergerak?
2. Bagaimanakah arah udara yang keluar dengan arah balon? (berlawanan atau searah).
3. Ingat kembali Hukum Newton tentang gerak, peristiwa pada balon tersebut sesuai dengan hukum newton ke berapa? Jelaskan.
4. Bagaimana hubungan antara hukum newton dengan hukum kekekalan momentum?

## B. HUKUM KEKALKAN MOMENTUM

Al-Quran surat Al-Haqqah ayat 14 menjelaskan tentang terjadinya hari kiamat, berikut adalah firman Allah swt dalam surat Al-Haqqah ayat 14:

وَحُمِلَتِ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ فَدُكَّتَا دَكَّةً وَاحِدَةً ﴿١٤﴾



Gambar (3)

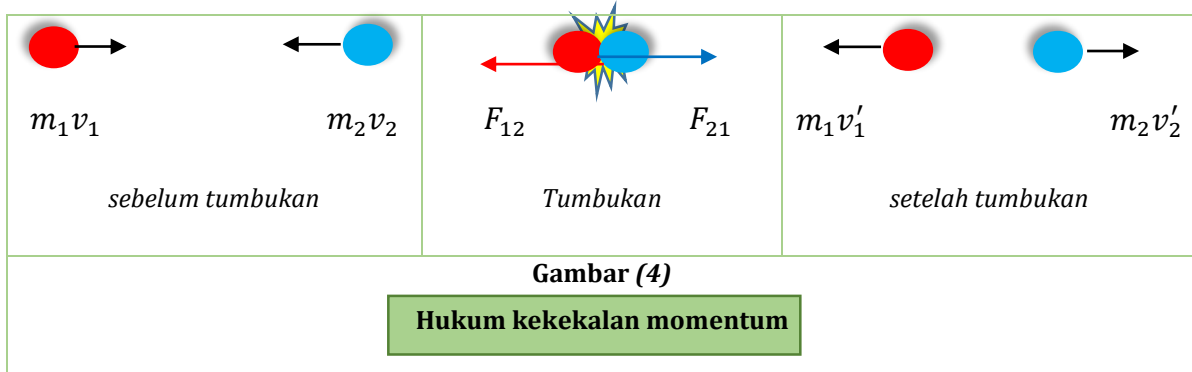
Sumber : bombastis.com

Ilustrasi Terjadinya Kiamat

14. dan diangkatlah bumi dan gunung-gunung, lalu dibenturkan keduanya sekali bentur.

Dua benda yang “diangkat” kemudian “dibenturkan” jika ditinjau dalam ilmu fisika berarti ketika dua benda yang bergerak kemudian terjadi interaksi atau tumbukan. Dari gambaran umum mengenai tumbukan ini kemudian pada pertengahan abad ke-

17, tidak lama sebelum masa Newton, telah diketahui bahwa jumlah vektor momentum dari dua benda yang bertumbukan tetap konstan. Hukum kekekalan momentum ditemukan dari percobaan bola bilyar oleh Huygens ilmuwan fisika asal Belanda. Tumbukan berhadapan dari dua bola bilyar seperti pada gambar (6), kita anggap gaya eksternal total sistem dua bola ini sama dengan nol. Walaupun momentum dari tiap bola berubah akibat terjadi tumbukan, jumlah momentum dua bola sama pada waktu sebelum dan sesudah tumbukan tidak peduli berapapun kecepatan dan massa yang terlibat selama tidak ada gaya eksternal total yang bekerja.



Perhatikan gambar (4). Jika bola satu 1 mengalami perubahan momentum sebesar  $\Delta p_1$  karena gaya  $F_{21}$ , dan bola 2 mengalami perubahan momentum sebesar  $\Delta p_2$  karena gaya  $F_{12}$  maka total gaya pada kedua benda sesuai hukum Newton III adalah:

$$F_{12} + F_{21} = 0$$

Resultan kedua gaya bernilai 0 karena kedua benda saling mengerjakan gaya dengan arah yang berlawanan.

Sesuai hukum Newton II pada persamaan 3, dengan mengalikan kedua ruas dengan  $\Delta t$  maka:

$$F_{12}\Delta t + F_{21} \Delta t = 0$$

$$\Delta p_2 + \Delta p_1 = 0$$

$$m_2(v_2' - v_2) + m_1(v_1' - v_1) = 0$$

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \quad \dots(\text{pers.5})$$

$$p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

Momentum awal = Momentum akhir

Keterangan :

$F_{12}$  : gaya pada benda 1 karena benda 2

$F_{21}$  : gaya pada benda 2 karena benda 1

$\Delta p_1$  : perubahan momentum benda 1

$\Delta p_2$  : perubahan momentum benda 2

$p_1, p_2$  : vektor momentum benda 1 dan benda 2 sebelum tumbukan

$p'_1, p'_2$  : vektor momentum benda 1 dan benda 2 setelah tumbukan

$m_1, m_2$  : massa benda 1 dan benda 2

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

$v'_1, v'_2$  : kecepatan benda 1 dan benda 2 setelah tumbukan

Persamaan 5 dinamakan hukum kekekalan momentum. Hukum ini menyatakan bahwa

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

Hukum kekekalan momentum bukan hanya berlaku pada tumbukan, tetapi berlaku secara umum untuk interaksi dua buah benda misalnya pada peristiwa ledakan, peluru yang ditembakkan dari senapan, orang yang bersepatu roda sambil melemparkan benda da sebagainya.

### C. JENIS-JENIS TUMBUKAN

Semua proses tumbukan pada benda akan berinteraksi dengan sangat kuat hanya selama tumbukan berlangsung. Walaupun ada gaya eksternal yang bekerja , besarnya akan jauh lebih kecil daripada gaya interaksi yang terjadi, dan oleh karenanya gaya total tersebut diabaikan. Melalui ayat ini kita wajib beriman kepada Allah swt atas segala ciptaan-Nya.

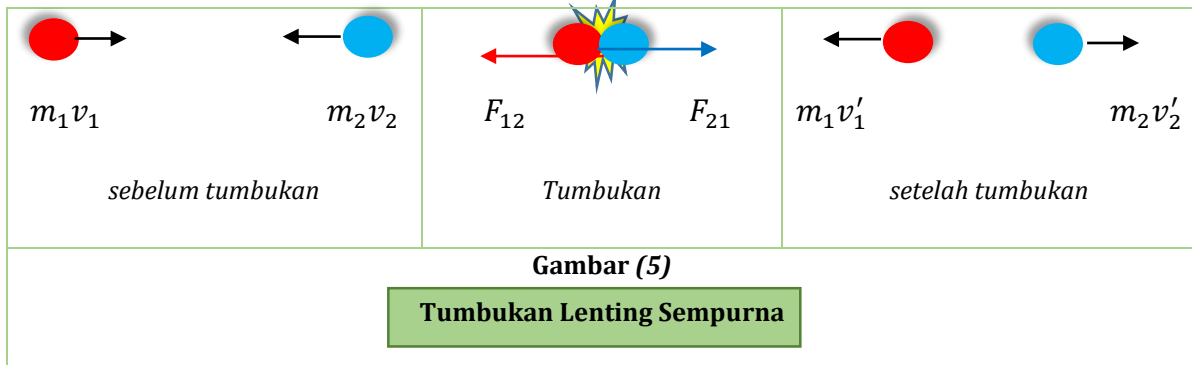
Tumbukan dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

#### 1. Tumbukan Lenting Sempurna

Tumbukan lenting sempurna terjadi apabila tidak ada energi yang hilang selama tumbukan dan jumlah energi kinetik kedua benda sebelum dan sesudah

tumbukan sama. Pada tumbukan ini, berlaku hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi kinetik. Perhatikan gambar (5).

Gambar (5) menunjukkan dua buah benda bermassa  $m_1$  dan  $m_2$  bergerak berlawanan arah dengan kecepatan  $v_1$  dan  $v_2$ . Kedua benda bertumbukan lenting sempurna sehingga setelah tumbukan kecepatan kedua benda menjadi  $v'_1$  dan  $v'_2$ .



Berdasarkan hukum kekekalan momentum dapat dituliskan sebagai berikut:

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

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

$$m_1 (v_1 - v'_1) = m_2 (v'_2 - v_2) \quad \dots(\text{pers.6})$$

Berdasarkan hukum kekekalan energi kinetik diperoleh:

$$Ek_1 + Ek_2 = Ek'_1 + Ek'_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 (v'_1)^2 + \frac{1}{2} m_2 (v'_2)^2$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 (v'_1)^2 + m_2 (v'_2)^2$$

$$m_1 v_1^2 - m_1 (v'_1)^2 = m_2 (v'_2)^2 - m_2 v_2^2$$

$$m_1 (v_1^2 - (v'_1)^2) = m_2 ((v'_2)^2 - v_2^2)$$

Sesuai pemfaktoran  $(a^2 - b^2) = (a - b)(a + b)$ , maka:

$$m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1) = m_2 (v_2 - v'_2)(v_2 + v'_2) \quad \dots(\text{pers.7})$$

Jika persamaan 7 dibagi dengan persamaan 6 maka:

$$\frac{m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1)}{m_1 (v_1 - v'_1)} = \frac{m_2 (v_2 - v'_2)(v_2 + v'_2)}{m_2 (v_2 - v'_2)}$$



$$v_1 + v_1' = v_2' + v_2$$

$$v_1' - v_2' = v_2 - v_1$$

$$v_1' - v_2' = -(v_1 - v_2) \quad \dots(\text{pers.8})$$

Persamaan 8 dapat ditulis:

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

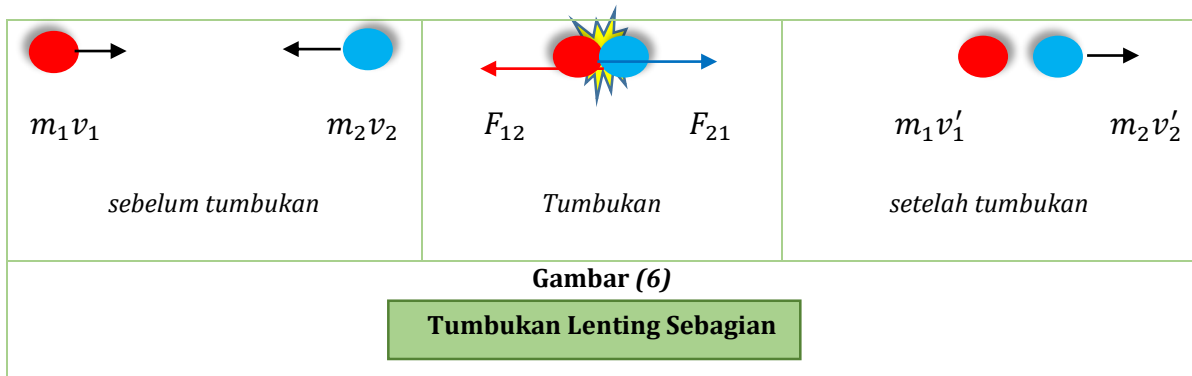
Bilangan  $-\frac{(v_1' - v_2')}{(v_1 - v_2)} = 1$  disebut koefisien restitusi ( $e$ ), yang merupakan relatif perbandingan selisih kecepatan kedua benda setelah tumbukan dengan selisih kecepatan kedua benda sebelum tumbukan.

$$e = -\frac{(v_1' - v_2')}{(v_1 - v_2)} = 1 \quad \dots(\text{pers.9})$$

Pada tumbukan lenting sempurna, nilai koefisien restitusi ( $e$ )=1.

## 2. Tumbukan Lenting Sebagian

Tumbukan lenting sebagian terjadi ketika energi kinetik diubah ke bentuk lain seperti panas, bunyi dan sebagainya. Akhirnya, energi kinetik sebelum tumbukan lebih besar daripada sesudah tumbukan. Tumbukan lenting sebagian berlaku hukum kekekalan momentum tetapi tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik.



Gambar (6) menunjukkan bola 1 setelah tumbukan kehilangan sebagian energinya sehingga kecepatan bola setelah tumbukan lebih kecil dari kecepatan bola sebelum tumbukan.

Lihat proses persamaan 6 sampai persamaan 8, sehingga pada tumbukan lenting sebagian didapatkan:

$$Ek_1 + Ek_2 > Ek_1' + Ek_2'$$

$$v_1 + v'_1 > v'_2 + v_2$$

$$v_1 - v_2 > v'_2 - v'_1$$

$$v_1 - v_2 > -(v'_1 - v'_2)$$

$$1 > -\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_1 - v_2)}$$

$$-\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_1 - v_2)} < 1$$

$$e < 1$$

...(pers.10)

Nilai koefisien restitusi ( $e$ ) pada tumbukan lenting sebagian adalah  $0 < e < 1$  (antara rentang 0 sampai 1).

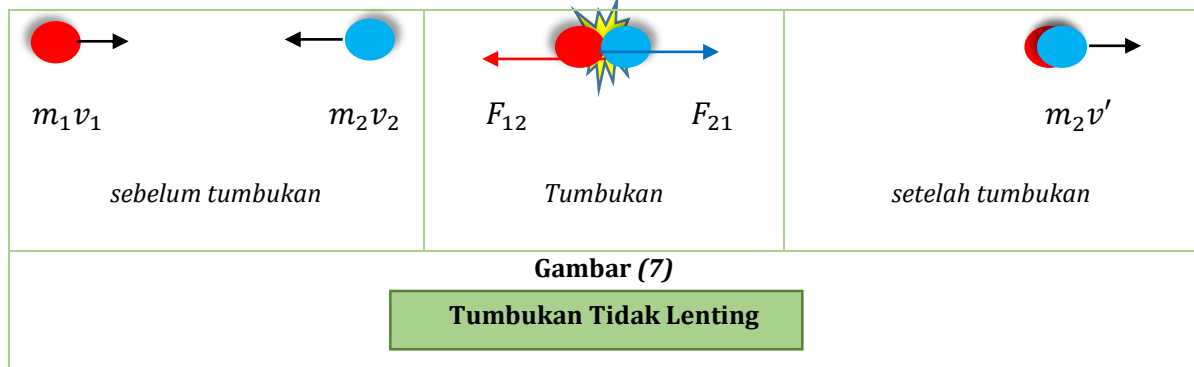
### 3. Tumbukan Tidak Lenting

Tumbukan tidak lenting terjadi ketika sesudah tumbukan kedua benda bersatu, sehingga kecepatan benda kedua tumbukan sama.

$$v'_1 = v'_2 = v'$$

...(pers.11)

Karena  $v'_1 = v'_2$  maka pada tumbukan tidak lenting berlaku hukum kekekalan momentum tetapi tidak berlaku hukum kekekalan energi kinetik.



Gambar (7) merupakan ilustrasi terjadinya tumbukan tidak lenting.

Berdasarkan hukum kekekalan momentum maka:

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

Karena pada tumbukan tidak lenting  $v'_1 = v'_2 = v'$

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

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

...(pers.12)

Karena  $v'_1 = v'_2$  maka  $v'_1 - v'_2 = 0$ , sehingga nilai koefisien restitusi ( $e$ ) adalah:

$$Ek_1 + Ek_2 = Ek'_1 + Ek'_2$$

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

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_1 - v_2)}$$

$$e = -\frac{0}{(v_1 - v_2)}$$

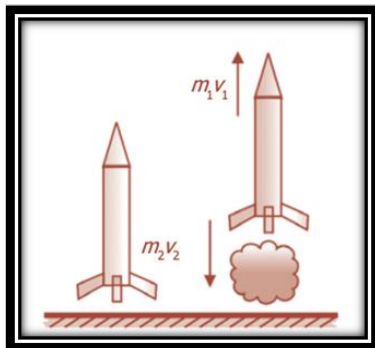
$$e = 0$$

...(pers.13)

Jadi, pada tumbukan tidak lenting nilai koefisien restitusi ( $e$ ) = 0.

## D. APLIKASI HUKUM KEKALAN MOMENTUM

### 1. Roket



**Gambar (8)**

Sumber : <https://www.dictio.id>

**Ilustrasi Roket**

Hukum kekekalan momentum dapat dilihat pada peristiwa balon yang ditiup. Peristiwa tersebut sama halnya dengan prinsip kerja roket. Sebuah roket memiliki tangki yang berisi bahan hidrogen cair dan oksigen cair. Pembakaran bahan-bahan tersebut menghasilkan gas panas yang menyembur keluar melalui ekor roket. Pada saat gas keluar dari roket terjadi perubahan momentum gas selama waktu tertentu sehingga menghasilkan gaya yang dikerjakan

roket pada gas. Roket mendapatkan gaya dorong akibat pelepasan gas hasil pembakaran ke arah belakang. Pelepasan gas menyebabkan munculnya momentum ke arah belakang (momentum gas yang dilepaskan). Adanya momentum ke belakang menyebabkan roket mendapatkan momentum ke arah depan sehingga timbul gaya dorong ke arah depan pada mesin roket. Berdasarkan Hukum III Newton, timbul reaksi gaya yang dikerjakan gas pada roket yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Gaya inilah yang menyebabkan roket terdorong ke atas.

Secara Umum dapat dituliskan:

$$\sum F = m a$$

$$F_{luar} - F_{roket} = m \frac{dv}{dt}$$

$$F_{luar} - v_r \frac{dm}{dt} = m \frac{dv}{dt}$$

$$dv = F_{luar} \frac{dt}{m} - v_r \frac{dm}{dt} \frac{dt}{m}$$

$$dv = -mg \frac{dt}{m} - v_r \frac{dm}{m}$$

$F_{luar}$  bertanda negatif karena arah berlawanan dengan arah roket

$$\int_{v_0}^v dv = - \int_{t_0}^t g dt - v_r \int_{m_0}^m \frac{dm}{m}$$

$$v - v_0 = -gt + v_r \int_m^{m_0} \frac{dm}{m}$$

$$v - v_0 = -gt + v_r \ln \frac{m_0}{m}$$

Perubahan  $g$  terhadap ketinggian sementara diabaikan, jika roket sudah diluar medan gravitasi bumi sehingga  $F_{luar} = 0$ .

$$dv = -v_r \frac{dm}{m} \quad \dots(\text{pers.14})$$

Atau

$$v = v_0 + v_r \ln \frac{m_0}{m}$$

Kecepatan akhir yang dicapai semburan roket bergantung pada kecepatan semburan gas dan jumlah bahan bakar yang dibawanya.

Keterangan:

$m_0$  = massa roket mula-mula (massa roket+massa bahan bakar)

$m$  = massa roket tanpa bahan bakar

$v$  = kecepatan roket saat bahan bakar habis

$v_0$  = kecepatan roket saat ada bahan bakar

## 2. Mesin Jet



**Gambar (9)**

Sumber : <https://www.dictio.id>

**Ilustrasi Gurita**

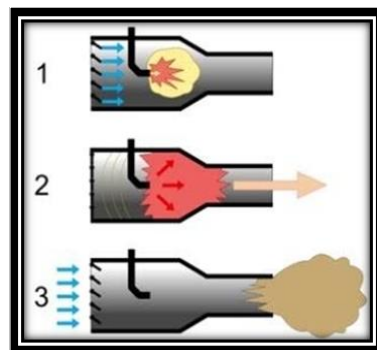
Gurita pada gambar (9) melindungi diri dengan menyemburkan tinta. Gurita bergerak dengan dorongan jet. Namun, alih-alih membakar bahan bakar seperti pada roket, gurita meneguk air dan mengeluarkannya dengan kecepatan yang tinggi

Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket, yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaannya adalah pada roket, bahan pembakar oksigen terdapat dalam

tangki roket. Sedangkan pada mesin jet, *oksigen diambil dari udara di sekitarnya*. Oleh karena ini roket dapat bekerja di antariksa sedangkan mesin jet tidak dapat. Mesin jet hanya dapat bekerja di atmosfer.

Gambar (10) memperlihatkan diagram sederhana sebuah mesin jet. Urutan mesin jet adalah sebagai berikut:

- Udara ditarik kedalam melalui bagian depan mesin.
- Udara dimantapkan oleh sudu-sudu kompressor.
- Bahan bakar diinjeksikan dalam ruang bakar dan dibakar oleh udara yang ditutup.
- Ledakan gas panas ditekan melalui mesin, memuat sudu-sudu turbin yang selanjutnya memutar kompresor.
- Gas – gas dengan kelajuan tinggi keluar dari belakang mesin dengan momentum tinggi sesuai hukum kekekalan momentum, akan dihasilkan momentum pada mesin jet yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Dengan kata lain mesin jet menerima momentum kearah depan.



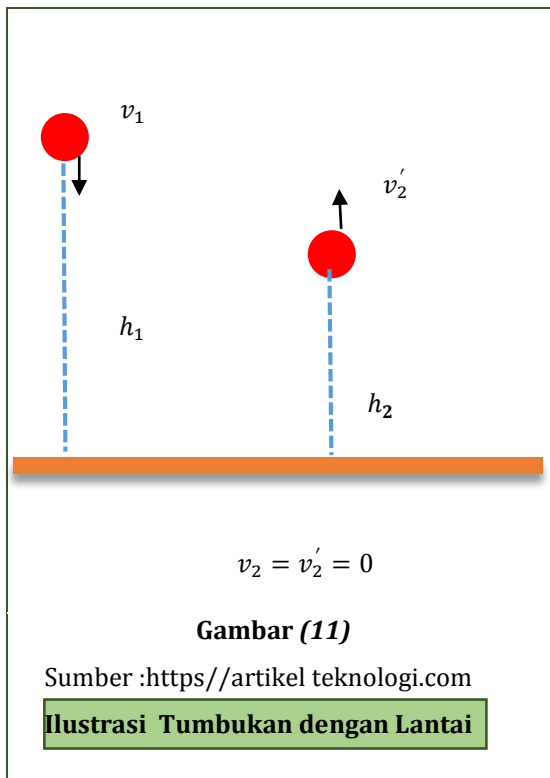
**Gambar (10)**

Sumber : Sumber : <https://artikel-teknologi.com>

**Ilustrasi Diagram Mesin Jet**

## 3. Tumbukan Benda dan Lantai

Cobalah untuk menjatuhkan bola bekel dari ketinggian 2 meter, bisakah kamu mencium bola bekel setelah memantul dari lantai?



Sebuah bola elastis jatuh bebas dari ketinggian  $h_1$  dari lantai, maka akan terjadi tumbukan lenting sebagian antara bola dengan lantai sehingga bola memantul setinggi  $h_2$ . Peristiwa tersebut dapat diilustrasikan pada gambar (11). Tinggi pantulan  $h_2$  pasti akan lebih rendah dari  $h_1$  gravitasi mengerem laju pantulan bola bekel hingga tak melebihi ketinggiannya saat dijatuhkan.

Berdasarkan persamaan gerak jatuh bebas  $v^2 = v_0^2 + 2gh$  dimana  $v_0$  adalah kecepatan awal bola, maka kecepatan benda ketika pertama kali dijatuhkan

didapatkan:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2gh_1$$

$$v_1^2 = 0 + 2gh_1$$

$$v_1^2 = 2gh_1$$

$$v_1 = \sqrt{2gh_1}$$

...(pers.15)

Sedangkan kecepatan benda setelah memantul dari lantai adalah:

$$v_1'^2 = v_0^2 + 2gh_2$$

Karena gerak bola melawan gravitasi, maka  $g$  bernilai negatif

$$v_1'^2 = 0 + 2(-g)h_2$$

$$v_1'^2 = -(2gh_2)$$

$$v_1' = -\sqrt{2gh_2}$$

...(pers.16)

Karena lantai tidak bergerak sebelum dan setelah tumbukan maka:

$$v_2 = v_2' = 0$$

Sehingga koefisien restitusi dapat dicari:

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_1 - v_2)}$$

$$e = -\frac{(v'_1 - 0)}{(v_1 - 0)}$$

$$e = -\frac{v'_1}{v_1}$$

$$e = -\frac{(-\sqrt{2gh_2})}{\sqrt{2gh_1}}$$

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

...(pers.17)

Untuk menghitung tinggi pantulan ke-n adalah:

$$h_n = e^{2n} h_0$$

...(pers.18)

Keterangan:

$v_1$  : kecepatan bola sebelum tumbukan (m/s)

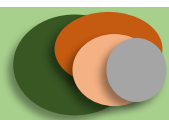
$v'_1$  : kecepatan bola setelah tumbukan (m/s)

$h_1=h_0$  : tinggi bola mula-mula (m)

$h_2$  : tinggi bola setelah dipantukan (m)

$h_n$  : tinggi bola pantulan ke-n (m)

$e$  : koefisien restitusi



## Kegiatan 2

**Buatlah kelompok bersama temanmu beranggota 3-4 orang, kemudian ikuti kegiatan berikut !**

Tujuan:

Mengetahui penerapan hukum kekekalan momentum pada tumbukan bola dengan lantai.

Alat dan Bahan

- Bola pingpong
- Alat ukur panjang (penggaris 1 m)

Langkah percobaan

- Siapkan bola pingpong.

- b) Ukur ketinggian mula-mula bola pingpong sebelum dijatuhkan. Masukkan datanya kedalam tabel.
- c) Jatuhkan bola lalu ukur tinggi pantulan bola pertama, kedua dan ketiga. Masukkan datanya kedalam tabel.
- d) Analisislah bersama temanmu.
- e) simpulkan

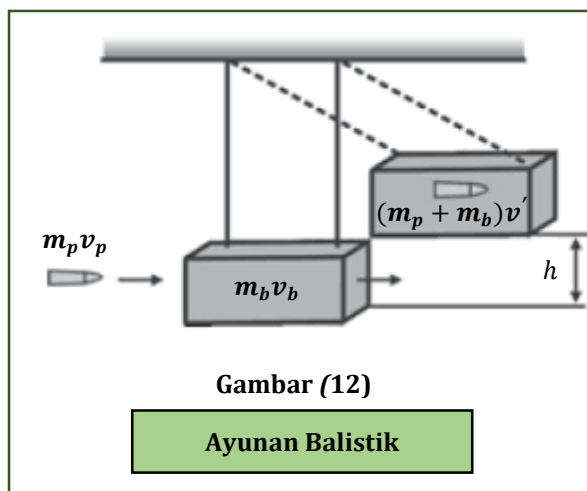
Data percobaan

No	Tinggi mula-mula $h_0$	Pantulan ke- n $n$	Tinggi pantulan ke-n (praktek) $h_n$	Tinggi pantulan ke-n (teori) $h_n$
1				
2				
3				

Pertanyaan

Bagaimanakah hasil tinggi pantulan ke satu, dua dan tiga secara teori dan praktek? Apakah hasilnya sama? Simpulkan bersama teman temanmu

#### 4. Ayunan Balistik



keseluruhan sistem balok - peluru  $(m_p + m_b)$  berayun melalui jarak vertikal  $h$ . Berdasarkan hubungan antara  $m_p$ ,  $m_b$  dan  $h$  kita bisa menentukan kecepatan awal peluru sebelum menumbuk balok.

Ayunan balistik merupakan jenis tumbukan tidak lenting karena setelah tumbukan kedua benda menyatu.



Berdasarkan persamaan 12 maka kecepatan peluru setelah memasuki balok adalah:

$$m_p v_p + m_b v_b = (m_p + m_b) v'$$

Karena balok mula-mula diam maka:

$$m_p v_p = (m_p + m_b) v'$$

$$v' = \frac{m_p}{m_p + m_b} v_p \quad \dots(\text{pers.19})$$

Kecepatan peluru setelah memasuki balok adalah:

$$v' = \sqrt{2gh} \quad \dots(\text{pers.20})$$

Sehingga diperoleh kecepatan peluru sebelum menumbuk balok:

$$v_p = \frac{m_p + m_b}{m_p} \sqrt{2gh} \quad \dots(\text{pers.21})$$

Keterangan:

$m_p$  : massa peluru (kg)

$m_b$  : massa balok (kg)

$v_p$  : kecepatan peluru sebelum menumbuk balok (m/s)

$v'$  : kecepatan peluru setelah menumbuk balok (m/s)

$h$  : selisih ketinggian balok (m)

### Contoh Soal 2

1. Fajar dan Hafiz sedang bermain kelereng yang massanya sama. Kelereng fajar bergerak dengan kecepatan 3 m/s menumbuk kelereng Hafiz yang diam. Setelah terjadi tumbukan, kelereng Hafiz bergerak dengan kecepatan 1 m/s. Hitunglah besar kecepatan dan arahnya kelereng Fajar setelah tumbukan beserta arahnya jika terjadi tumbukan lenting sempurna !

Diketahui:

*Data yang didapatkan dari soal yaitu kedua massa kelereng sama (dimisalkan besarnya  $m$ ), kecepatan sebelum tumbukan kelereng Fajar ( $v_1$ ), kelereng Hafiz ( $v_2$ ) dan kecepatan kelereng setelah tumbukan kelereng Hafiz ( $v_2'$ )*

$$m_1 = m_2 = m$$

$$v_1 = 3 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0$$

$$v'_2 = 1 \text{ m/s}$$

Ditanya:

Kecepatan serta arah kelereng Fajar setelah tumbukan  $v'_1$

Dijawab:

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

$$m \cdot 3 + m \cdot 0 = m \cdot v'_1 + m \cdot 1$$

$$3 \cdot m = m \cdot v'_1 + m$$

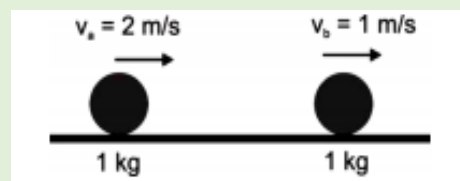
$$m \cdot v'_1 = 2m - m$$

$$m \cdot v'_1 = 2m$$

$$v'_1 = 2 \text{ m/s}$$

Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum, karena nilainya positif (+) maka arah kelereng Fajar setelah tumbukan sama dengan arah kelereng sebelum tumbukan (searah) dengan kecepatan 2 m/s.

2. Dua orang santri pondok pesantren Darul 'Ulum mengadakan pertunjukan sepak bola menggunakan bola api. Bola A dan B yang mula-mula bergerak seperti pada gambar,



kedua bola kemudian bertumbukan tidak lenting sama sekali. Kecepatan dan arah bola A dan B setelah bertumbukan adalah..

Diketahui:

Karena arah kecepatan sebelum tumbukan sama, maka tanda  $v$  pada kedua bola sama (positif).

$$m_A = m_B = 1 \text{ kg}$$

$$v_A = 2 \text{ m/s}$$

$$v_B = 1 \text{ m/s}$$

Tidak lenting:

$$v'_2 = v'_1 = v'$$

Ditanya:

Kecepatan setelah tumbukan  $v'$  serta arahnya.

Dijawab:

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

$$1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 2 \cdot v' + 1 \cdot v'$$

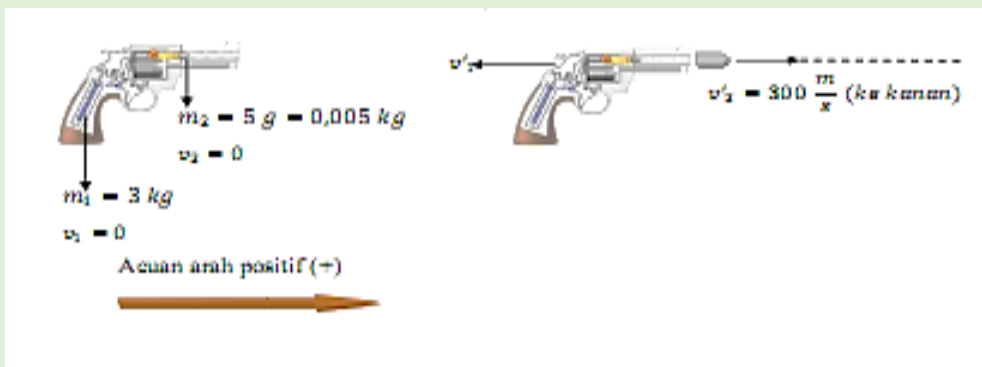
$$3 = 3 \cdot v'$$

$$v' = 1 \text{ m/s}$$

Karena terjadi tumbukan tidak lenting maka setelah tumbukan bola A dan B bergerak bersama. Kemudian, karena hasil dari  $v'$  bernilai positif, maka arahnya ke kanan atau searah dengan arah sebelum terjadi tumbukan dengan kecepatan 1 m/s.

3. Seorang polisi hendak menangkap seorang pencuri tetapi pencuri tersebut melarikan diri sehingga terpaksa polisi menembakkan sebutir peluru bermassa 5 gram dari senapan yang bermassa 3 kg ke kaki pencuri. Peluru tersebut keluar dari moncong senapan dengan kecepatan 300 m/s. berapa kecepatan hentakan senapan ketika peluru ditembakkan ?

Diketahui:



Karena senapan dan peluru sebelum ditembakkan sama-sama diam maka

$$v_p = v_s = 0$$

$$m_p = 5 \text{ g} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$m_s = 3 \text{ kg}$$

$$v'_p = 300 \text{ m/s}$$

Ditanya:

Kecepatan hentakan senapan setelah ditembak  $v'_s$ .

Dijawab:

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

$$0 = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 300 + 3 \cdot v'_s$$

$$-3 \cdot v'_s = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 300$$

$$v'_s = \frac{1,5}{-3}$$

$$v'_s = -0,5 \text{ m/s}$$

## Latihan 2

Kerjakan soal berikut dengan benar. Sebelum mengerjakan soal bacalah "**Basmalah**" terlebih dahulu !

1. Memanah merupakan salah satu olahraga yang dianjurkan Rasulullah saw. Abi memanah dengan anak panah bermassa 3 kg yang bergerak dengan kecepatan 5 m/s ke timur kemudian menumbuk sebuah benda massa 2 kg yang bergerak dengan kecepatan 3 m/s ke barat. Jika keduanya bersatu setelah tumbukan, tentukan kecepatan akhir keduanya!
2. Sebuah ayunan balistik bermassa 4 kg digantung vertikal. Kemudian sebuah peluru bermassa 25 gram menumbuk ayunan dan bersarang didalamnya hingga titik pusat massanya naik hingga 20 cm. tentukan kecepatan peluru pada saat menumbuk ayunan tersebut? (diketahui  $g = 10 \text{ m/s}^2$  )
3. Pada jam istirahat, siswa putri madrasah bermain bola bekel. Ketika bola bekel dijatuhkan (kecepatan awal nol) pada pemantulan pertama tinggi yang dapat dicapai adalah 50 cm dan pada pantulan kedua hanya 12,5 cm, hitunglah tinggi mula-mula bola bekel tersebut?

### Refleksi

Setelah mempelajari bab ini, tentu Anda telah memahami tentang momentum, impuls dan tumbukan. Dapatkah anda membuat peta konsep versi anda sendiri?, setelah dibuat, bandingkan dengan peta konsep versi teman sekelas. Diskusikan bersama teman mana peta konsep yang paling lengkap dan paling mudah dipahami. Jika mengalami kesulitan maka mintalah pendapat pada guru atau orang yang kompeten di bidang ini !

### ***Crack progression* pesawat oleh B.J Habibie**

Di awal 1990an, banyak musibah terjadi pada penerbangan pesawat terbang. Biasanya karena kerusakan konstruksi yang tidak terdeteksi. Seperti kelelahan pada badan pesawat yang masih sulit dideteksi dengan keterbatasan alat. Titik rawan biasanya ada di sambungan antara sayap dan badan, atau antara sayap dan mesin pesawat. Baik saat lepas landas maupun mendarat, elemen-elemen inilah yang mengalami guncangan keras secara terus menerus.



Sampai akhirnya, Bapak B.J.Habibie menemukan bagaimana titik kelelahan pesawat ini bekerja. Perhitungan beliau sungguh rinci, hingga hitungan atomnya. Di dunia penerbangan, teorinya dikenal dengan sebutan *crack progression*. Bahkan, presiden ketiga Indonesia ini mendapat julukan Mr.Crack. Selain membuat pesawat lebih aman, teori ini juga dapat menghindari risiko pesawat jatuh dan membuat pemeliharannya lebih mudah, murah pula.

Beliau bisa meringankan *operating empty weight*—bobot pesawat tanpa berat penumpang dan bahan bakar—sampai 10 persen dari bobot sebelumnya. Angka ini bahkan bisa turun hingga angka 25 persen setelah diberikan material komposit ke dalam badan pesawat. Pengurangan berat ini tidak membuat maksimum *take off weight*-nya ikut merosot. Dengan demikian, daya angkut pesawat meningkat dan daya jangkau akan semakin jauh. Secara ekonomi, kinerja pesawat dapat ditingkatkan.

Sumber:<https://blog.ruangguru.com/5-ilmuwan-indonesia-penemuannya-mendunia>

## Ringkasan

1. Momentum suatu benda adalah hasil perkalian antara besaran skalar massa dan besaran vektor kecepatan benda tersebut pada saat tertentu. Sehingga momentum termasuk besaran vektor.

$$p = m \cdot v$$

2. Impuls (I) didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya yang bekerja F dengan selang waktu  $\Delta t$  saat gaya tersebut bekerja pada benda.

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

3. Hubungan antara momentum dan impuls menunjukkan bahwa impuls sama dengan perubahan momentum.

$$I = \Delta p$$

4. Hukum kekekalan momentum menyatakan bahwa jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka momentum total sebelum tumbukan sama dengan momentum total setelah tumbukan.

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

5. Berdasarkan sifat kelentingan atau elastisitas benda yang bertumbukan, maka tumbukan dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

Jenis	Hukum Kekekalan Momentum	Hukum Kekekalan Energi Kinetik	Koefisien Restitusi
Tumbukan Lenting Sempurna	Berlaku	Berlaku	1
Tumbukan Lenting Sebagian	Berlaku	Tidak Berlaku	$0 < e < 1$
Tumbukan Tidak Lenting	Berlaku	Tidak Berlaku	0

6. Koefisien restitusi didefinisikan sebagai perbandingan kecepatan relatif benda setelah tumbukan dan sebelum tumbukan.

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{(v_1 - v_2)}$$

7. Tumbukan antara bola dengan lantai merupakan contoh dari tumbukan lenting sebagian. Kecepatan benda sesaat sebelum tumbukan:

$$v_1 = +\sqrt{2gh_1}$$

Kecepatan benda setelah tumbukan didapatkan :

$$v'_1 = -\sqrt{2gh_2}$$

Koefisien restitusi  $e$  dirumuskan :

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

Tinggi pantulan ke- $n$  adalah:

$$h_n = e^{2n} h_o$$

8. Kecepatan peluru sebelum memasuki balok pada ayunan balistik adalah:

$$v_p = \frac{m_p + m_b}{m_p} \sqrt{2gh}$$



## Evaluasi



*Kerjakan dengan membaca "basmalah" terlebih dahulu!*

- I. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D atau E untuk jawaban yang benar!
- Salah satu olahraga yang dianjurkan Rasulullah saw untuk dipelari yang sesuai dengan bab momentum dan impuls adalah ...
    - Memanah
    - Lari
    - Tenis
    - Badminton
    - Sepak bola
  - Pada hari kiamat sebagaimana dijelaskan dalam surah Al-Haqqah ayat 14 bumi dihancurkan dengan mengangkat bumi dan gunung kemudian dibenturkan.

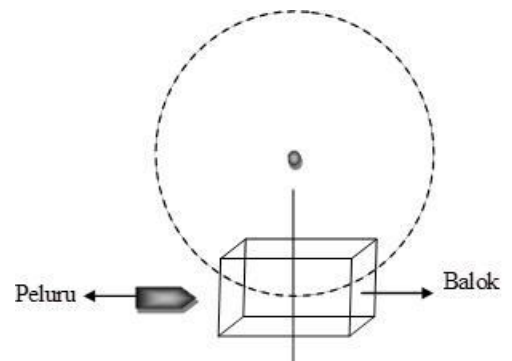
Peristiwa tersebut mencontohkan kejadian pada tumbukan tidak lenting. Pada tumbukan tak lenting berlaku hukum kekekalan...

- A. Momentum dan energi kinetik
  - B. Momentum dan energi potensial
  - C. Energi kinetik
  - D. Energi potensial
  - E. Momentum
3. Pak Ahmad menjaga keselamatan diri ketika berkendara sepeda motor dengan helm. Helm pengendara motor disertai dengan bagian lunak didalamnya, apakah fungsi dari adanya bagian lunak tersebut?
- A. Memperlama selang waktu kontak agar gaya impuls yang diterima besar.
  - B. Memperlama selang waktu kontak agar gaya impuls yang diterima kecil.
  - C. Mempersingkat selang waktu kontak agar gaya impuls yang diterima besar.
  - D. Mempersingkat selang waktu kontak agar gaya impuls yang diterima kecil.
  - E. Bagian lunak tidak berpengaruh pada pengendara motor.
4. Kegiatan melempar batu atau lempar jumrah merupakan salah satu contoh momentum. Berikut adalah yang mempengaruhi besarnya momentum suatu benda, kecuali...
- A. Massa benda
  - B. Kecepatan benda
  - C. Luas penampang benda
  - D. Arah benda
  - E. Selang waktu kontak benda.
5. Ahmad yang sedang melempar jumrah dengan batu bermassa 200 g dan kecepatan 20 m/s. Besarnya momentum batu itu adalah...
- A. 2 kg m/s
  - B. 3 kg m/s
  - C. 4 kg m/s
  - D. 5 kg m/s
  - E. 6 kg m/s
6. Rahmat sedang belajar memanah seperti anjuran Rasulullah saw. Anak panah yang bermassa 0,5 kg mempunyai kecepatan 24 m/s mengenai bola yang sedang menggelinding dari arah berlawanan bermassa 2,5 kg dan kecepatan 4



- m/s. Jika anak panah tepat sasaran, berapakah kecepatan dan arah bola setelah anak panah menancap?
- A. 2,25 m/s searah dengan arah bola semula
  - B. 2,33 m/s searah dengan gerak bola semula
  - C. 2,45 m/s searah dengan arah anak panah semula
  - D. 2,45 m/s berlawanan arah dengan gerak anak panah semula
  - E. 2,55 m/s searah dengan gerak anak panah semula.
7. Seorang pemburu menembakkan peluru bermassa 20 g secara mendatar ke dalam sebuah balok kayu bermassa 380 g yang diam. Jika kecepatan peluru adalah 200 m/s, berapa kecepatan massa peluru dan balok kayu tersebut jika peluru tersebut mencapai di balok kayu? ...
- A. - 20 m/s
  - B. 20 m/s
  - C. - 10 m/s
  - D. 10 m/s
  - E. 20 m/s<sup>2</sup>
8. Sebuah bola tenis dilepas dari ketinggian 200 m, jatuh mengenai lantai sehingga terjadi tumbukan elastis sebagian. Hitunglah tinggi pemantulan pertama yang dapat dicapai bola tenis jika diketahui  $e=0,2$  !
- A. 8 m
  - B. 16 m
  - C. 32 m
  - D. 64 m
  - E. 80 m
9. Santri di pondok pesantren Darul 'Ulum melakukan pertunjukan sepak bola api dalam rangka menyambut bulan Ramadhan. Ulil adalah salah satu pemain yang sedang menendang bola bermassa 2 kg dengan kecepatan 20 m/s tiba-tiba bola keluar lapangan dan menumbuk batu bermassa 5 kg yang diam. Bila tumbukan ini elastis sebagian dengan koefisien restitusi  $e = 0,4$ , maka besar kecepatan benda setelah tumbukan adalah...
- A. 8 m/s berlawanan dengan arah kecepatan semula
  - B. 8 m/s berlawanan dengan kecepatan semula
  - C. 2 m/s berlawanan dengan arah kecepatan semula
  - D. 2 m/s searah dengan kecepatan semula

- E. 10 m/s searah dengan kecepatan semula.
10. Sebuah batu digunakan untuk lempar jumrah bermassa 0,15 kg di lempar mendatar ke kanan dengan kelajuan 20 m/s, setelah menumbuk dinding, batu bergerak ke kiri dengan kelajuan 20 m/s. Berapakah impuls yang diterima batu?
- A. - 5 Ns  
 B. 6 Ns  
 C. - 6 Ns  
 D. 7 Ns  
 E. - 7 Ns
11. Di antara benda berikut jika mula-mula benda diam, manakah yang akan mengakibatkan kerusakan pada dinding yang paling parah?
- A. Benda bermassa 40 kg dengan kelajuan 25 m/s  
 B. Benda bermassa 50 kg dengan kelajuan 15 m/s  
 C. Benda bermassa 100 kg dengan kelajuan 10 m/s  
 D. Benda bermassa 150 kg dengan kelajuan 7 m/s  
 E. Benda bermassa 20 kg dengan kelajuan 5 m/s
12. Terjadi peristiwa perampokan disertai penggunaan senjata api. Polisi yang datang menemukan sebuah peluru kemudian peluru tersebut dibawa untuk penyelidikan lebih lanjut. Sebuah ayunan balistik bermassa 4,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan didalam balok dan balok berayun setinggi 0,2 m dari kedudukan setimbangnya ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ), tentukan kecepatan awal peluru!
- A. 1.000 m/s  
 B. 1.000 m  
 C. 100 m/s  
 D. 100 m  
 E. 100 m/s<sup>2</sup>
13. Sebuah Raket pernah digunakan untuk mendaratkan manusia di bulan. Mesin utama roket tersebut menyemburkan gas dengan laju 13.800 kg perdetik. Jika laju Raket terhadap gas adalah 2.440 m/s hitunglah gaya lontar yang dihasilkan mesin utama tersebut?



- A.  $33,7 \times 10^6 \text{ N}$
- B.  $33,7 \times 10^5 \text{ N}$
- C.  $33,7 \times 10^{-6} \text{ N}$
- D.  $33,7 \times 10^{-5} \text{ N}$
- E.  $33,7 \times 10^4 \text{ N}$

14. Apel bermassa  $m_b$  digantung pada tali sepanjang  $R$ . Apel ditembak dengan peluru bermassa  $0,25 m_b$ , dan ternyata peluru bersarang di dalam apel sehingga terjadi putaran satu kali lingkaran penuh. Kecepatan minimum peluru sebelum bersarang pada apel adalah...

- A.  $\sqrt{2gR}$
- B.  $\sqrt{5gR}$
- C.  $5\sqrt{gr}$
- D.  $10\sqrt{g}$
- E.  $\sqrt{10gR}$

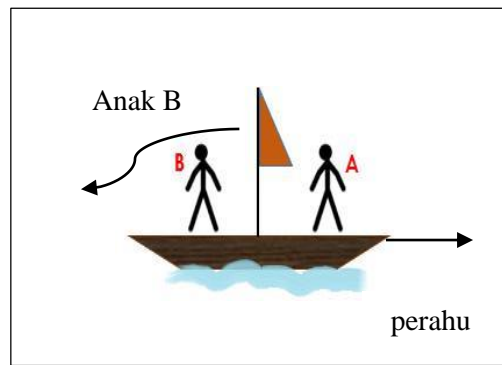
15. Sebuah bola bergerak ke utara dengan kelajuan  $36 \text{ km/jam}$  kemudian bola ditendang ke selatan dengan gaya  $40 \text{ N}$  hingga kelajuan bola menjadi  $72 \text{ km/jam}$  ke selatan. Jika massa bola  $800 \text{ g}$ . Tentukan Impuls pada peristiwa tersebut!

- A.  $-24 \text{ kg m/s}$
- B.  $24 \text{ kg m/s}$
- C.  $-24 \text{ kg m/s}^2$
- D.  $24 \text{ kg}$
- E.  $24 \text{ m/s}$

## II. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jelas dan benar !

1. Muhammad dan Irfan akan berzakat di masjid, tetapi dalam perjalanannya terjadi tabrakan antara Muhammad dan Irfan. Muhammad yang membawa sekarung beras bermassa  $3 \text{ kg}$ , berjalan ke kiri dengan kelajuan  $2 \text{ m/s}$  dan Irfan membawa sekantong bermassa  $2 \text{ kg}$  berjalan ke kanan dengan kelajuan  $4 \text{ m/s}$ . Hitung:
  - a. Momentum total antara Muhammad dan Irfan sebelum bertabrakan !
  - b. Energi kinetik total antara Muhammad dan Irfan sebelum bertabrakan !
2. Alif adalah seorang anak laki-laki yang sudah baligh, ia membuat ibunya marah karena melewatkan sholat dzuhur. Sesuai ajaran Islam, maka ibunya memukulnya dengan pukulan sebesar  $2 \text{ Newton}$ . Apabila selang waktu kontak selama  $0,2 \text{ sekon}$ , hitunglah gaya impuls yang diterima Pradana akibat meninggalkan sholat !

3. Berenang merupakan salah satu olahraga yang disunnahkan. Burhan dan Anam berada dalam sebuah perahu bermassa 100 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak Annas bermassa 50 kg dan anak Burhan bermassa 30 kg, maka hitunglah kelajuan perahu saat



- Burhan tiba-tiba ke belakang dengan kelajuan 5 m/s untuk belajar berenang !
4. Surat Al-Haqqah ayat 14 yang mempunyai arti bahwa “*dan diangkatlah bumi dan gunung-gunung lalu dibenturkan keduanya dalam sekali bentur*”, ayat tersebut menjelaskan tentang kiamat. Jika bumi yang semula diam bermassa  $5,972 \times 10^{24}$  kg dibenturkan dengan gunung X bermassa sebesar  $5 \times 10^{20}$  kg yang bergerak dengan kecepatan sebesar  $3 \times 10^8$  m/s (anggap di bumi terdapat 2000 gunung). Jika setelah dibenturkan terjadi kehancuran antara bumi dengan gunung, hitunglah gaya impuls yang terjadi akibat benturan tersebut !
5. Sebuah guci A yang bermassa 2 kg didorong ke kanan dengan kelajuan 20 m/s menumbuk guci lainnya B yang bermassa 2 kg sedang bergerak ke kiri dengan kelajuan 10 m/s. Jika tumbukan yang terjadi lenting sempurna, hitung kelajuan guci A dan B setelah tumbukan beserta arahnya.





## DAFTAR PUSTAKA

Al-Quran Al-Karim

Abdullah, Mikrajudin. *Diktat Fisika Dasar 1*. Bandung: ITB,\_\_\_\_\_.

Kanginan, Martin.2000. *Fisika jilid 1B untuk SMU kelas 1*, Jakarta: Erlangga.

Kusuma, Hamdan Hadi.2015. *Fisika Dasar 1*. Semarang: CV Karya Abadi Jaya

Nurkhabibah, Vetti. 2017. *FISIKA Bercirikan Integrasi Sains dan Islam: Usaha dan Energi, Momentum, Impuls dan Tumbukan*. Semarang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo

Sarojo, Ganijanti Aby.2014. *Seri Fisika Dasar MEKANIKA Edisi 5*, Jakarta: Salemba Teknika.

Tim Redaksi. *Ensiklopedia Ilmu Pengetahuan Alam Fisika*. Semarang: CV Aneka Ilmu.

Tipler, Paul A. 1998 . *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Terjemahan Lea, Prasetio dan Rahmad Adi W. Jakarta: Erlangga.

<https://blog.ruangguru.com/5-ilmuwan-indonesia-penemuannya-mendunia>; diakses 12

Agustus 2018