

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MODUL
FISIKA BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN
ISLAM PADA MATERI MOMENTUM DAN
IMPULS TERHADAP HASIL BELAJAR
SISWA KELAS X**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh
Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
NIM : 1503066055

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi sains dan Islam Pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar siswa Kelas X

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 1 Desember 2019



Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
NIM. 1503066055

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi sains dan Islam Pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar siswa Kelas X**

Penulis : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055

Jurusan : Pendidikan Fisika

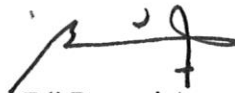
Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan Fisika

Semarang, 3 Januari 2020

Dewan Penguji

Ketua,

Sekretaris,



Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 197602142008011011

Edi Daenuri Anwar, M.Si.
NIP. 197907262009121002

Penguji I

Penguji II



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc.
NIP. 19770320 200912 1 002

Arsini, M.Sc.
NIP. 198408122011012011

Pembimbing I

Pembimbing II



Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 19760214 200801 1011

Edi Daenuri Anwar, M.Si.
NIP.197907262009121002

NOTA DINAS

Semarang, 9 Desember 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X**

Penulis : **Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra**

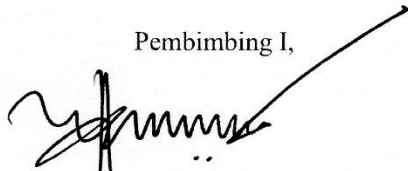
NIM : 1503066055

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Joko Budi Poernomo, M.Pd.

NIP:19760214 200801 1011

NOTA DINAS

Semarang, 04 Desember 2019

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X**

Penulis : **Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra**

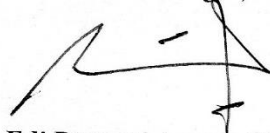
NIM : 1503066055

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum.wr. wb.

Pembimbing II,



Edi Daenuri Anwar, M.Si.
NIP: 197907262009121002

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MODUL FISIKA
BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA
MATERI MOMENTUM DAN IMPULS TERHADAP HASIL
BELAJAR SISWA KELAS X**

ABSTRAK

Oleh : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls terhadap hasil belajar kognitif siswa kelas X di MA Al-Hadi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, metode eksperimen dan rancangan penelitian *Pretest-posttest control group design*. Variabel dalam penelitian ini meliputi variabel bebas yaitu pembelajaran menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls dan variabel terikat yaitu hasil belajar kognitif siswa. Modul yang digunakan dalam pembelajaran kelas eksperimen adalah modul yang telah di validasi oleh para ahli, yaitu meliputi: 3 ahli materi, 2 ahli media, dan 2 ahli integrasi keislaman. Data hasil *pretest* digunakan untuk menguji normalitas dan homogenitas, sedangkan data *posttest* digunakan untuk menguji hipotesis penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *posttest* siswa kelas eksperimen lebih tinggi dari pada nilai *posttest* siswa kelas kontrol dengan $t_{hitung} = 2,466 > t_{tabel} = 1,998$. Penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains pada materi Momentum dan Impuls efektif digunakan dengan kategori efektivitas yaitu sedang dengan nilai N-gain 40%.

Kata Kunci : Modul Fisika, Integrasi Sains dan Islam, Hasil belajar, Efektif.

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Allah, Tuhan Semesta alam. Shalawat serta salam semoga tercurah ke hariban Rasulullah SAW, keluarganya serta para sahabatnya. Berkat rahmat, taufiq dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian skripsi sebagai tugas akhir yang berjudul “ Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa kelas X”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penyusun skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, doa dan peran serta dari berbagai pihak, oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Imam Taufiq, M.Ag. Selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Joko Budi Poernomo, M.Pd. Selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan izin penelitian, memberikan motivasi, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Edi Daenuri Anwar, M.Si. Selaku Pembimbing II yang telah memberikan motivasi, meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Segenap dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Matsalim, S.Pd. dan Ibu Zaeronah selaku orang tua dari penulis, yang telah memberikan segalanya, baik doa, semangat, kasih sayang, ilmu dan bimbingan yang tidak dapat digantikan dengan siapapun
7. Bapak Dzikron Najib, S.Pd. selaku kepala MA Al-Hadi Giri Kusuma, Mranggen, Demak yang telah mengizinkan melakukan penelitian di MA Al-Hadi.
8. Bapak Hammam, S.Pd. selaku guru fisika MA Al-Hadi yang telah membantu dan membimbing dalam pelaksanaan penelitian di MA Al-Hadi.
9. Adikku Sab'ah Asfiya Adiratna S. P., yang telah memberikan motivasi, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Segenap Manajemen serta Pembina Asrama SMP SMA Semesta yang telah memberikan motivasi, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Sahabat-sahabatku Pendidikan Fisika 2015 A dan B yang telah menemani, dan memberikan semangat dalam belajar.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan doa, semangat, dan bantuan sehingga skripsi ini dapat selesai.

Penulis menyadari bahwa penelitian skripsi masih perlu penyempurnaan baik dari segi isi maupun metodologi, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya. Aamiin.

Semarang, 1 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
D. Pembatasan Masalah	7
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Deskripsi Teori	
1. Modul	9
2. Langkah Penyusunan Moul	10
3. Integrasi Sains dan Islam	13
4. Hasil Belajar siswa	16
5. Materi Momentum dan Impuls	18
6. Materi Integrasi sains dan Islam tentang tantangan Allah kepada bangsa jin dan manusia untuk menembus penjuru-penjuru langit	35
B. Kajian Pustaka	39
C. Rumusan Hipotesis	42
BAB III : METODE PENELITIAN	
A. Jenis dan Pendekatan Penelitian	45
B. Tempat dan Waktu Penelitian	46
C. Populasi dan sampel Penelitian	46
D. Variabel dan Indikator Penelitian	47
E. Teknik Pengumpulan Data	49
F. Teknik Analisis Data	51

1. Analisis Uji instrumen	50
2. Analisis Data Awal	54
3. Analisis Data Tahap Akhir	56
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	
1. Tahap Persiapan	63
2. Tahap Pelaksanaan	82
B. Analisis Data	
1. Analisis Tahap Awal	86
2. Analisis Tahap Akhir	89
C. Pembahasan Hasil Penelitian	93
D. Keterbatasan Penelitian	104
BAB V : PENUTUP	
A. Simpulan	105
B. Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	107
Lampiran	
Riwayat Hidup	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tumbukan anantara dua partikel yang saling melakukan gaya yang sama dan berlawanan arah	21
Gambar 2.2	Tumbukan antar benda 1 dan benda 2 dalam satu dimensi	23
Gambar 2.3	Tumbukan antara benda 1 dan benda 2 dalam satu dimensi	26
Gambar 2.4	Tumbukan benda dengan lantai (bumi)	29
Gambar 2.5	Gerak jatuh bebas bola dari ketinggian h_1 dan dipantulkan menjadi h_2	25
Gambar 2.6	Tumbukan menyebabkan dua benda bergabung setelah tumbukan (tumbukan tidak lenting)	26
Gambar 2.7	Grafik dari sebuah gaya yang bekerja pada sebuah partikel dapat berubah terhadap waktu	27
Gambar 2.8	Grafik dari sebuah gaya rata-rata terhadap waktu yang bekerja pada sebuah partikel	28

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Desain <i>pretest-posttest control group</i>	45
Tabel 3.2	Kriteria kesukaran soal	54
Tabel 4.1	Hasil revisi modul fisika (revisi awal)	65
Tabel 4.2	Kategori penilaian kelayakan modul	67
Tabel 4.3	Hasil penilaian modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls	68
Tabel 4.4	Hasil revisi modul (revisi akhir)	70
Tabel 4.5	Kisi-kisi instrumen soal	77
Tabel 4.6	Hasil analisis validitas soal	80
Tabel 4.7	Persentase indeks kesukaran	81
Tabel 4.8	Persentase daya pembeda	82
Tabel 4.9	Tabel penolong untuk menghitung normalitas kelas eksperimen	87
Tabel 4.10	Tabel penolong untuk menghitung normalitas kelas kontrol	88
Tabel 4.11	Hasil perhitungan uji t sampel dependen	90
Tabel 4.12	Hasil perhitungan uji t sampel independen	91
Tabel 4.13	Hasil perhitungan N-gain	92
Tabel 4.14	Perbandingan nilai rata-rata penilaian modul antara modul Vetti Nur Khabibah dengan M. Dzaki Fuad	100
Tabel 4.15	Perbandingan hasil uji t antara penelitian Febri Susilowati dengan M. Dzaki Fuad	101
Tabel 4.16	Perbandingan hasil uji peningkatan antara penelitian Febri Susilowati dengan M. Dzaki Fuad	101

Tabel 4.17	Perbedaan hasil uji t antara penelitian Daniah Syafaati dengan M. Dzaki Fuad	103
Tabel 4.18	Perbedaan hasil uji peningkatan antara penelitian Daniah Syafaati dengan M. Dzaki Fuad	103

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat penunjukan pembimbing
- Lampiran 2 Surat izin penelitian
- Lampiran 3 Surat keterangan telah melaksanakan penelitian
- Lampiran 4 Hasil wawancara
- Lampiran 5 Surat pernyataan validator
- Lampiran 6 Data validasi ahli materi
- Lampiran 7 Data validasi ahli media
- Lampiran 8 Data validasi ahli integrasi
- Lampiran 9 Rekapitulasi penilaian hasil validasi modul
- Lampiran 10 RPP
- Lampiran 11 Soal instrumen uji coba
- Lampiran 12 Lembar soal dan jawaban siswa uji coba
- Lampiran 13 Daftar nama responden uji coba soal instrumen
- Lampiran 14 Validitas soal uji coba
- Lampiran 15 Uji reliabilitas
- Lampiran 16 Indeks kesukaran dan daya beda soal
- Lampiran 17 Daftar nama siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol
- Lampiran 18 Soal *pretest* dan *posttest*
- Lampiran 19 lembar soal dan jawaban siswa eksperimen
- Lampiran 20 Nilai *pretest*
- Lampiran 21 Nilai *posttest*
- Lampiran 22 Uji homogenitas
- Lampiran 23 Uji normalitas
- Lampiran 24 Uji t-test sampel berpasangan
- Lampiran 25 Uji t-test sampel bebas
- Lampiran 26 Uji N-gain
- Lampiran 27 Dokumentasi kegiatan penelitian
- Lampiran 28 Modul Fisika Vetti Nurkhabibah
- Lampiran 29 Modul Fisika Vetti Nurkhabibah yang sudah direvisi oleh peneliti

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seorang Ilmuwan Sains, Albert Einstein mengungkapkan bahwa “ilmu tanpa agama akan buta, sedangkan agama tanpa ilmu akan lumpuh”, ungkapan tersebut menunjukkan bahwa diperlukannya agama dalam berbagai bidang ilmu. Peran agama terhadap sains yaitu menjaga manusia agar tidak terjerumus ke dalam mentalitas pragmatis-instrumental, yang menganggap bahwa sesuatu bernilai jika bermanfaat dan dapat diperalat untuk kepentingan manusia, sedangkan peran Sains terhadap Agama yaitu dengan sikap kritis dan realistis ilmu berguna untuk mengupas hal-hal yang lebih esensial dari agama, karena sesungguhnya segala sesuatu di alam ini memenuhi aturan-aturan Allah, dan agama adalah pegangan hidup bagi manusia. (Wardhana, 2006). Saat ini ilmu Sains masih didominasi oleh para ilmuwan barat, dimana para ilmuwan barat memiliki pandangan yang sekuler tentang sains dan agama, untuk itu para Ilmuwan Muslim berusaha mengintegrasikan antara sains dan islam untuk mengatasi dikotomi keilmuan melalui pendidikan. Pendidikan diharapkan mampu menjadi jembatan antara ilmu dan agama.

Pembelajaran adalah proses interaksi antar peserta didik dengan pendidik serta bahan ajar pada suatu lingkungan belajar baik secara langsung maupun tidak langsung. Pembelajaran mencakup tujuan pembelajaran, model pembelajaran, materi pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran, sehingga proses pembelajaran dapat berjalan dengan sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran (Slameto. 2010).

Hasil Belajar yaitu perubahan perilaku dan pengetahuan siswa setelah melalui proses pembelajaran. Perubahan tersebut diperuntukkan untuk mencapai tujuan pendidikan. Menurut Dr. Slameto hasil belajar tidak hanya dipengaruhi oleh pembelajaran yang disajikan dengan cara menarik dan menyenangkan saja, tetapi media pembelajaran juga akan mempengaruhi hasil belajar. Karena media pembelajaran yang lengkap dan tepat akan membantu siswa dalam memahami materi pelajaran (Slameto. 2010).

Ilmu sains sebagai ilmu yang memiliki peran penting di era modern juga tidak lepas dari pengaruh paham sekuler, oleh karena itu ilmuwan muslim juga seharusnya berupaya untuk mengubah paham sekuler tersebut menjadi ilmu sains yang terintegrasi dengan islam, yang dimaksud dalam hal ini yaitu islamisasi filsafat yang melatar belakangi lahirnya teori-teori fisika tidaklah lahir dari ruang kosong, tapi berangkat dari suatu sandaran metafisika mengenai hakikat alam semesta

(Zarman, 2010). Agus Purwanto, D.Sc adalah seorang Ilmuwan Fisika, melalui bukunya yang berjudul *Ayat-Ayat Semesta* beliau mencoba memberikan pemahaman keterkaitan islam dan sains kepada muslim lainnya.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan oleh penulis dengan Hammam, S.Pd. (guru fisika MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak), selama ini buku atau modul fisika yang digunakan di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak hanya sebatas modul yang teoritik saja, dan belum terdapat integrasi sains dan Islam (Hammam, wawancara 12 Maret 2019). Madrasah sebagai lembaga pendidikan yang berbasis islami juga memiliki peran penting dalam menjembatani antara sains dan islam, sehingga MA Al-Hadi dirasa tepat menjadi subjek penelitian karena MA Al-Hadi sangat membutuhkan modul yang mengintegrasikan antara sains dan islam, Momentum dan Impuls merupakan salah satu materi yang dipelajari pada kelas X semester genap yang konsep penerapannya mudah dijumpai pada kehidupan sehari-hari. Modul Integrasi sains dan islam diharapkan mampu menarik minat peserta didik dan mampu menambah keimanan peserta didik akan semua hal yang ada di alam dan keteraturannya yang hakikatnya merupakan karya dari Allah SWT.

Modul pembelajaran sebagai media pembelajaran saat ini sudah mulai banyak dikembangkan dengan cara

mengintegrasikan antara sains dengan agama islam oleh beberapa mahasiswa UIN Walisongo, dibuktikan dengan banyaknya skripsi sebagai tugas akhir yang mengembangkan modul berbasis integrasi sains dan Islam. Modul dari hasil pengembangan harus divalidasi oleh beberapa ahli untuk mengetahui kualitas modul, ahli tersebut yaitu meliputi: ahli materi, ahli media, ahli integrasi dan guru fisika. Modul perlu diuji coba di kelas terlebih dahulu sebelum siap diimplementasikan. Uji coba modul dilakukan terhadap modul yang sudah dinyatakan valid oleh ahli.

Berpijak dari latar belakang tersebut, penulis mencoba untuk melakukan uji coba modul integrasi sains dan Islam sebelum modul tersebut siap diimplementasikan atau diproduksi secara luas. Penulis melakukan uji Coba Modul yang telah dikembangkan oleh Vetti Nur Khabibah yang berjudul Fisika Bercirikan Sains & Islam Materi ; Usaha dan Energi, Hukum Kekekalan Energi Mekanik, Momentum, Impuls, dan Tumbukan. Uji coba modul dilakukan khusus pada materi Momentum, Impuls dan Tumbukan.

Berdasarkan pemaparan penulis melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X” yang pelaksanaannya di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diurai, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

Bagaimanakah tingkat keefektifan penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains dan Islam materi momentum dan Impuls terhadap hasil belajar kognitif siswa?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang telah dilakukan penulis adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains dan Islam materi Momentum dan Impuls terhadap hasil belajar kognitif siswa.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, adalah sebagai berikut:

a. Manfaat Teoritis

- 1) Sebagai sarana untuk mengembangkan dan menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh dari kuliah dengan yang ada di dalam dunia Pendidikan.
- 2) Dapat memberi tambahan informasi bagi para pembaca yang ingin lebih menambah wacana pengetahuan.

b. Manfaat Praktis

1) Manfaat Bagi Siswa

- a) Modul diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar untuk mempermudah dalam mempelajari materi Momentum dan Impuls, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.
- b) Modul diharapkan dapat menstimulus keaktifan siswa saat proses pembelajaran berlangsung melalui beberapa kegiatan dan latihan soal.
- c) Isi modul diharapkan dapat meningkatkan ketaqwaan dan motivasi siswa dalam belajar materi momentum dan impuls melalui integrasi Sains dan Islam.

2) Manfaat Bagi Guru

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan oleh guru untuk memilih referensi bahan ajar materi momentum dan Impuls. Modul fisika berbasis integrasi sains dan islam dapat dijadikan buku pegangan dan buku pendamping bagi guru sehingga guru mendapatkan referensi lain selain buku yang disediakan oleh sekolah.

3) Manfaat Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan dalam mempertimbangkan proses pembelajaran fisika pada tahun berikutnya dengan bahan ajar yang berbasis integrasi sains dan islam, untuk mendidik siswa menjadi generasi cerdas dan berkarakter islami.

4) Manfaat Bagi Penulis

Penelitian ini dapat menambah pengalaman dan kreativitas penulis dalam penelitian Pendidikan dan khususnya pengetahuan tentang pengembangan modul pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

D. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X IPA 1 (kelas eksperimen) dan X IPA 2 (Kelas kontrol) MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak pada semester gasal tahun pelajaran 2018/2019.
2. Materi yang digunakan adalah Momentum dan Impuls.

3. Perlakuan yang diberikan adalah pembelajaran dengan menggunakan modul berbasis integrasi sains dan Islam pada kelas eksperimen dan pembelajaran dengan menggunakan LKS pada kelas kontrol.
4. Hasil belajar yang diteliti yaitu pada aspek kognitif.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Modul

Modul adalah salah satu jenis bahan ajar yang disajikan secara utuh dan sistematis, yang memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu siswa menguasai tujuan belajar yang spesifik. Modul minimal memuat tujuan pembelajaran, materi substansi belajar, serta evaluasi. Modul memiliki fungsi sebagai sarana belajar yang bersifat mandiri, sehingga siswa dapat belajar secara mandiri (Daryanto, 2013).

Salah satu cara untuk mengembangkan modul yang mampu meningkatkan motivasi belajar yaitu pengembangan modul perlu memperhatikan beberapa karakteristik yang diperlukan, karakteristik tersebut yaitu (Daryanto, 2013):

a. Self Instruction, modul sebagai bahan ajar memungkinkan seorang belajar secara mandiri atau tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self instruction*, maka modul harus memuat beberapa komponen, yaitu: tujuan pembelajaran, materi pembelajaran yang mudah dipelajari, contoh /

ilustrasi, soal-soal latihan, bersifat kontekstual, bahasa yang sederhana dan komunikatif, rangkuman materi, instrument penilaian, serta terdapat umpan balik atas penilaian peserta didik.

- b. *Self Contained*, modul sebagai bahan ajar memuat seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan.
 - c. Berdiri sendiri, modul sebagai bahan ajar tidak bergantung pada bahan ajar lainnya, atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar yang lainnya.
 - d. Bersahabat/akrab, modul hendaknya juga berifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon dan mengakses.
 - e. Adaptif, sebagai bahan ajar modul memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Langkah-langkah Penyusunan Modul

Penulisan modul dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (Daryanto, 2013):

a) Analisis Kebutuhan Modul

Analisis kebutuhan modul merupakan kegiatan menganalisis silabus serta RPP guna memperoleh

informasi modul yang dibutuhkan peserta didik dalam mempelajari kompetensi yang telah diprogramkan.

b) Desain Modul

Desain modul mengacu pada RPP yang telah disusun, termasuk strategi pembelajaran, garis besar materi pembelajaran dan metode penilaian serta perangkatnya yang telah disusun dalam RPP.

c) Uji Coba Modul

Sebelum modul hasil pengembangan siap diimplementasikan, modul perlu diuji coba terlebih dahulu. Uji coba dilakukan terhadap buram modul yang telah dinyatakan valid, tujuannya yaitu untuk mengetahui apakah buram modul dapat diimplementasikan pada situasi dan kondisi sesungguhnya. Setelah dilakukan ujicoba dan didapatkan data hasil uji coba, data tersebut diolah dan disimpulkan hasilnya. Bila uji coba buram modul layak, berarti modul tersebut siap diimplementasikan untuk kepentingan pembelajaran yang sesungguhnya, bila belum layak, maka harus dilakukan perbaikan seperlunya, sesuai dengan masukan pada saat uji coba.

d) Implementasi Modul,

Modul yang sudah layak dapat diimplementasikan dalam kegiatan belajar dilaksanakan sesuai dengan alur yang telah digariskan dalam modul.

e) Penilaian

Penilaian hasil belajar dimaksudkan untuk mengetahui tingkat penguasaan peserta didik setelah mempelajari seluruh materi yang ada dalam modul.

f) Evaluasi dan Validasi,

Modul yang telah dan masih digunakan dalam kegiatan pembelajaran, secara periodik harus dilakukan evaluasi dan validasi. Evaluasi dimaksudkan untuk mengetahui dan mengukur apakah implementasi pembelajaran dengan modul dapat dilaksanakan sesuai dengan desain pengembangannya. Sedangkan validasi merupakan proses untuk menguji kesesuaian modul dengan kompetensi yang menjadi target belajar, apabila isi modul sesuai artinya efektif untuk mempelajari kompetensi yang menjadi target belajar, maka modul dapat dinyatakan valid, namun apabila hasil validasi ternyata menyatakan bahwa modul tidak valid maka

modul tersebut perlu diperbaiki sehingga menjadi valid.

g) Jaminan Kualitas,

Untuk menjamin bahwa modul yang disusun telah memenuhi ketentuan-ketentuan yang ditetapkan dalam pengembangan suatu modul.

3. Integrasi Sains dan Islam

Integrasi Sains dan Islam yaitu penyatuan hingga menjadi kesatuan yang utuh dan bulat. Integrasi disini tidak hanya sekedar memberikan ilmu sains dan agama secara bersama-sama tanpa dikaitkan satu sama lain, sehingga pemberian bekal ilmu dan agama tersebut tidak memberikan pemahaman yang komprehensif pada peserta didik. Integrasi sains dan Islam dalam rangka memberikan pengertian secara utuh kepada peserta didik tentang materi pembelajaran ilmu pengetahuan dan sains teknologi yang diajarkan tanpa mengesampingkan ilmu agama atau sebaliknya (Rusdiana, 2014).

Integrasi ilmu tidak memisahkan ilmu pengetahuan dengan nilai-nilai moral religius. Hubungan antara ilmu dan etika, moral dan agama adalah satu kesatuan, tidak ada batas antara ilmu dan amal, dan tidak ada penghalang antara ilmu dan iman. Mencari ilmu merupakan pembuktian dari iman, karena mencari ilmu

merupakan bagian dari ibadah. Pengetahuan dipelajari karena keimanan dan ilmu dipelajari karena untuk mencapai ridha Allah (Mukhlas, 2006).

Islamisasi sains melalui proses integrasi, yaitu mengintegrasikan sains barat dengan ilmu-ilmu Islam, ide ini dikemukakan oleh Ismail Al-Faruqi. Menurutnya, penyebab dari kemunduran umat Islam di berbagai dimensi, khususnya dalam ilmu sains karena dualisme sistem pendidikan. Sistem pendidikan Islam mengalami penyempitan makna dalam berbagai dimensi, sedangkan di sisi yang lain, pendidikan sekuler sangat mewarnai pemikiran kaum Muslimin. Dualisme sistem pendidikan ini merupakan permasalahan yang harus dicari solusinya oleh kaum Muslimin pada abad ke-15 H. (Handrianto, 2010).

Al-Faruqi memberikan solusi bahwa Sistem Pendidikan perlu dibenahi dan dualisme sistem pendidikan harus dihapuskan dan disatukan dengan jiwa Islam serta berfungsi sebagai bagian yang integral dari paradigmanya. Al-Faruqi menjelaskan pengertian Islamisasi sains sebagai usaha yaitu memberikan definisi baru, mengatur data-data, memikirkan lagi jalan pemikiran dan menghubungkan data-data, mengevaluasi kembali kesimpulan-kesimpulan, memproyeksikan kembali tujuan-tujuan dan melakukan semua itu sehingga disiplin-disiplin itu memperkaya

wawasan Islam dan bermanfaat bagi cita-cita Islam (Handrianto, 2010).

Penghapusan dikotomi keilmuan dapat diupayakan melalui langkah-langkah kurikuler, bagaimana memasukkan sikap hidup keagamaan ke dalam ilmu-ilmu umum. Langkah yang dapat ditempuh yaitu: Pertama, dengan memproduksi bahan ajar yang bernuansa Islam. Kedua, melakukan penataran guru-guru agar secara profesional keguruan mempunyai kompetensi untuk juga berbicara nilai-nilai Islam dalam mata pelajaran umum yang disampaikan di kelas. Ketiga, mengembangkan kurikulum pendidikan di lembaga Pendidikan (Mukhlis, 2006). Adapun beberapa langkah yang dapat dijadikan acuan ke arah pengembangan kurikulum adalah (Barizi, 2011):

- a) Memetakan konsep keilmuan dan ke-Islaman. Guru dihimbau untuk menjelajahi konsep-konsep atau tema-tema sains yang ada di dalam Al-Qur'an, kemudian mengklasifikasikan sains yang ada di dalam Al-Qur'an secara sistematis kedalam berbagai disiplin ilmu.
- b) Memadukan konsep keilmuan dan ke-Islaman (Al-Qur'an). Secara filosofis, integrasi Sains dan Islam adalah suatu bentuk koherensi (perpaduan) antara ilmu-ilmu sains dan Islam, baik sains maupun agama memiliki kerangka normatif dan sosial historis. Secara

normatif, agama maupun sains mengajarkan kepada manusia apa dan bagaimana mengelola dunia dengan baik. Sedangkan Sosial-historis, agama maupun sains adalah “ sabda Allah” yang ditebarkan kepada manusia agar ia senantiasa memanfaatkan sumber-sumber dunia secara serius dan dinamis.

- c) Mengelaborasi ayat-ayat Al-Qur’an yang relevan dan saintifik. Konsep integrasi sains dan Islam menyarankan pentingnya Islam (Al-Qur’an dan Hadist) sebagai paradigma dalam berbagai kajian ilmu pengetahuan. Melalui pemahaman ini ayat-ayat Al-Qur’an dan hadist yang berkaitan dengan ilmu meniscayakan untuk dielaborasi secara saintifik sesuai kebutuhan kerja ilmiah sesuai tema atau konsep ilmu ada masing-masing mata pelajaran. Mengelaborasi dalam hal ini berarti tidak sekedar menjadi pelengkap dari kajian ilmiah melainkan harus menjadi pengawal (pembuka bahasan ilmiah) dari setiap kerja sains.

4. Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar dapat dijelaskan dengan memahami dua kata yang membentuknya, yaitu hasil dan belajar. Pengertian hasil menunjuk pada suatu perolehan akibat dilakukannya suatu aktivitas atau proses yang mengakibatkan berubahnya input secara fungsional

(Purwanto, 2011). Belajar merupakan perubahan dalam tingkah laku yang terjadi melalui pengalaman atau latihan. Perubahan dari tingkah laku dari proses belajar tersebut merupakan hasil belajar yang diperoleh peserta didik.

As Syaikh Az-Zarnujy dalam kitab *Ta'limul Muta'allim* menjelaskan tentang salah satu sya'ir yang di ciptakan oleh Ali bin Abi Thalib tentang faktor yang mempengaruhi hasil dari belajar (ilmu), yaitu (Az-Zarnujy, 2010):

أَلَا لَأَتَنَالُ الْعِلْمَ إِلَّا بِسِتَّةٍ سَأُتِيكَ عَنْ مَجْمُوعِهَا بَيَّانٍ
نِكَأَةً وَجِرْصًا وَاصْطِبَارًا وَبِلُغَةٍ وَإِرْشَادًا أُسْتَنَادًا وَطُولَ زَمَانٍ

Artinya : *Ingat-ingatlah kamu tidak akan mendapatkan ilmu kecuali memenuhi enam persyaratan. Yang akan saya sampaikan ke enam syarat tersebut dengan jelas berikut ini. (1) Kecerdasan akal, (2) Antusias terhadap ilmu, (3) Sabar dan teguh, (4) Biaya yang emncukupi, (5) Petunjuk guru yang benar, (6). Waktu belajar yang cukup panjang.*

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu faktor intern dan faktor ekstern. Faktor intern adalah faktor yang ada dalam diri individu, sedangkan faktor ekstern adalah faktor yang ada diluar individu (Slameto, 2010).

a) Faktor Intern, meliputi:

- 1) Faktor jasmani
- 2) Faktor Psikologis
- 3) Faktor kelelahan.

b) Faktor Ekstern, meliputi:

- 1) Faktor keluarga.
- 2) Faktor Sekolah. Faktor sekolah yang mempengaruhi belajar mencakup: metode mengajar, kurikulum, relasi guru dengan siswa, relasi siswa dengan siswa, disiplin sekolah, alat pelajaran, waktu sekolah, standar pelajaran diatas ukuran, keadaan gedung, metode belajar dan tugas rumah.
- 3) Faktor masyarakat. Pengaruh itu terjadi karena keberadaan siswa dalam masyarakat. Faktor ini meliputi: kegiatan siswa dalam masyarakat, media massa, teman bergaul dan bentuk kehidupan masyarakat.

5. Materi Momentum dan Impuls

a. Pengertian Momentum

Momentum linier atau momentum dari sebuah benda didefinisikan sebagai hasil kali masa dan kelajuannya. Momentum (jamaknya adalah “momenta”) biasanya dinyatakan dengan simbol p . Momentum dimiliki oleh benda yang bergerak. Momentum adalah kecenderungan benda yang bergerak untuk melanjutkan gerakannya pada kelajuan yang konstan atau juga dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan untuk mendiamkan sebuah partikel.

Momentum merupakan besaran vektor yang searah dengan kelajuan benda. Secara sistematis dituliskan:

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

dengan: \vec{p} = momentum (kg.m/s)

m = massa benda (kg)

\vec{v} = kelajuan benda (m/s)

Momentum merupakan besaran vektor karena merupakan hasil kali besaran skalar m dengan vektor arahnya sama dengan v . berdimensi ML/T, dan satuannya dalam SI adalah kg.m/s .

Jika sebuah partikel bergerak dalam arah sembarang, maka p haruslah memiliki tiga komponen dan persamaan 2.1 sama dengan persamaan komponennya

$$\vec{p}_x = m\vec{v}_x$$

$$\vec{p}_y = m\vec{v}_y$$

$$\vec{p}_z = m\vec{v}_z$$

Melalui hukum Newton II, didapatkan hubungan antara momentum sebuah partikel dengan gaya resultan yang bekerja pada partikel. Jika hukum Newton II disubstitusikan dengan definisi percepatan maka:

$$\Sigma F = ma = m \frac{dv}{dt} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Hukum Newton II menjelaskan bahwa massa m dianggap konstan sehingga kita m dapat dimasukkan dalam notasi turunan untuk mendapatkan

$$\sum F = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{dp}{dt} \dots\dots\dots (2.3)$$

Persamaan 2.3 menunjukkan bahwa laju perubahan momentum linier dalam sebuah partikel sama dengan jumlah gaya yang bekerja pada partikel.

Bentuk alternatif dari hukum Newton II ini adalah bentuk asli saat Newton memperkenalkannya, bentuk ini lebih umum daripada bentuk Hukum Newton $\vec{F} = m\vec{a}$. Manfaat sesungguhnya dari persamaan 2.3 sebagai perangkat analisis muncul jika diterapkan pada sistem dua partikel atau lebih. Persamaan 2.3 juga menghasilkan prinsip hukum kekekalan momentum untuk sistem yang terisolasi. Hukum kekekalan momentum dapat mempermudah analisis gerak yang rumit lainnya seperti hukum kekekalan energi (Serway dan Jewett. 2009).

b. Hukum kekekalan Momentum

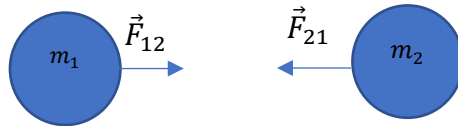
Hukum kedua Newton dapat ditulis dalam kaitannya dengan momentum partikel. Dengan mendiferensialkan persamaan 2.1, didapatkan:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

dengan mensubstitusikan gaya \vec{F}_{neto} untuk $m\vec{a}$ didapatkan

$$\vec{F}_{neto} = \frac{d\vec{p}}{dt} \dots\dots\dots (2.4)$$

jadi, gaya neto yang bekerja pada partikel sama dengan laju perubahan momentum linear partikel terhadap waktu. Konsep momentum penting karena, jika tidak ada gaya eksternal neto bekerja pada sistem partikel, momentum total sistem adalah kekal yang artinya ia tetap konstan sepanjang waktu (Tipler, 1998). Perhatikan gambar 2.1



Gambar 2.1 Tumbukan antar dua partikel yang saling mengerjakan gaya yang sama dan berlawanan arah

Pada gambar 2.1 terdapat dua partikel yang saling mengerjakan gaya yang sama dan berlawanan tetapi tidak mempunyai gaya lain yang bekerja pada keduanya. Jika \vec{F}_{12} adalah gaya yang dikerjakan oleh partikel 1 pada partikel 2 dan F_{21} adalah gaya oleh partikel 2 pada partikel 1, maka kita dapatkan (Tipler, 1998) :

$$\vec{F}_{21} = \frac{d\vec{p}_1}{dt} \dots\dots\dots (2.5a)$$

dan

$$\vec{F}_{12} = \frac{d\vec{p}_2}{dt} \dots\dots\dots (2.5b)$$

dengan menjumlahkan kedua persamaan ini dengan menggunakan kenyataan bahwa dengan hukum ketiga Newton $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$, kita mendapatkan

$$0 = \frac{d\vec{p}_1}{dt} + \frac{d\vec{p}_2}{dt}$$

$$\frac{d(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)}{dt} = 0 \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

atau

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{konstan} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

hasil ini dapat diperluas ke sistem banyak partikel. Momentum total sistem \vec{P} adalah jumlah momentum masing-masing partikel.

$$\vec{P} = \sum_i m_i \vec{v}_i = \text{konstan} \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

“Jika gaya eksternal neto yang bekerja pada sistem partikel adalah nol, maka momentum total sistem tetap konstan (Tipler, 1998)”. sehingga jumlah momentum sebelum dan sesudah tumbukan suatu sistem adalah besarnya sama apabila tidak ada gaya eksternal yang mempengaruhinya .

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f} \quad \dots\dots (2.9)$$

keterangan :

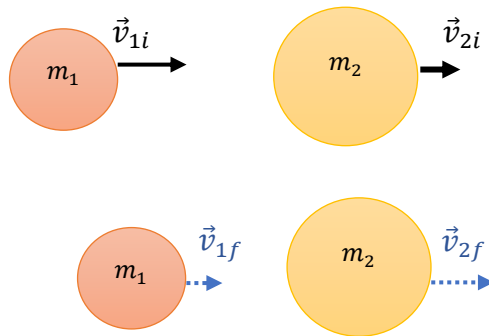
- m_1 = massa partikel 1
- m_2 = massa partikel 2
- \vec{v}_{1i} = kelajuan awal partikel 1
- \vec{v}_{2i} = kelajuan awal partikel 2
- \vec{v}_{1f} = kelajuan akhir partikel 1
- \vec{v}_{2f} = kelajuan akhir partikel 2

Persamaan 2.9 dikenal sebagai hukum kekekalan momentum (Tipler, 1998).

c. Tumbukan Satu Dimensi

Dalam sebuah tumbukan, dua benda saling mendekati, berinteraksi dengan kuat, dan saling menjauh. Sebelum tumbukan, ketika saling berjauhan kedua benda itu bergerak dengan kecepatan konstan, setelah tumbukan, keduanya bergerak dengan kecepatan konstan yang berbeda. Sebuah tumbukan dapat berlangsung dengan singkat seperti beradunya dua bola bilyard, atau namun dalam benda-benda saling berinteraksi secara kuat hanya selama waktu tumbukan itu (Tipler.1998).

Pada proses tumbukan apapun, momentum selalu kekal selama tidak ada gaya luar yang bekerja (gaya luar total nol), tetapi tidak demikian halnya dengan energi kinetik. Tumbukan biasanya diikuti munculnya panas pada permukaan dua benda yang melakukan kontak. Panas tersebut berasal dari energi kinetik benda yang mengalami tumbukan, akibatnya setelah tumbukan terjadi umumnya energi kinetik total lebih kecil daripada energi kinetik total sebelum tumbukan (Tipler.1998).



Gambar 2.2 Tumbukan antara benda 1 dan benda 2 dalam satu dimensi

Jika tidak ada gaya luar yang bekerja maka berlaku hukum kekekalan momentum (persamaan 2.9) sehingga (Serway dan Jewett. 2009):

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$

keterangan :

m_1 = massa partikel 1

m_2 = massa partikel 2

\vec{v}_{1i} = kelajuan awal partikel 1

\vec{v}_{2i} = kelajuan awal partikel 2

\vec{v}_{1f} = kelajuan akhir partikel 1

\vec{v}_{2f} = kelajuan akhir partikel 2

diasumsikan bahwa benda yang mengalami tumbukan masing-masing tidak mengalami perubahan selama proses tumbukan, di samping kelajuan, masing-masing benda sebelum dan setelah tumbukan bisa saja berubah. Contohnya, setelah tumbukan kedua benda tersebut

bergabung, atau setelah tumbukan ada benda yang pecah (Serway dan Jewwett. 2009).

Energi kinetik benda sebelum dan sesudah tumbukan masing-masing

$$K_i = \frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2i}^2 \dots\dots\dots (2.10a)$$

$$K_f = \frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2f}^2 \dots\dots\dots (2.10b)$$

Pada proses tumbukan apa saja akan selalu terpenuhi

$$K_i \leq K_f . \text{Sebelum tumbukan hanya ada energi}$$

kinetik. Setelah terjadi tumbukan akan ada energi

kinetik dan muncul panas pada permukaan kontak.

Panas tersebut berasal dari sebagian energi kinetik awal

sehingga energi kinetik setelah tumbukan berkurang,

sehingga dapat ditulis

$$\frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2i}^2 \geq \frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2f}^2$$

atau

$$m_1\vec{v}_{1i}^2 + m_2\vec{v}_{2i}^2 \geq m_1\vec{v}_{1f}^2 + m_2\vec{v}_{2f}^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

Persamaan (2.9) dapat ditulis sebagai berikut

$$m_1(\vec{v}_{1i} - \vec{v}_{1f}) = m_2(\vec{v}_{2i} - \vec{v}_{2f}) \dots\dots\dots (2.12)$$

Persamaan (2.11) ditulis ulang dan difaktorisasikan

sebagai berikut

$$m_1(\vec{v}_{1i}^2 - \vec{v}_{1f}^2) \geq m_2(\vec{v}_{2i}^2 - \vec{v}_{2f}^2)$$

$$m_1(\vec{v}_{1i} - \vec{v}_{1f})(\vec{v}_{1i} + \vec{v}_{1f}) \geq m_2(\vec{v}_{2i} - \vec{v}_{2f})(\vec{v}_{2f} + \vec{v}_{2i})$$

$$\dots\dots\dots (2.13) \text{ (Serway dan Jewwett. 2009)}$$

Persamaan (2.13) dibagi dengan persamaan (2.12) sebagai berikut

$$\frac{m_1(\vec{v}_{1i}-\vec{v}_{1f})(\vec{v}_{1i}+\vec{v}_{1f})}{m_1(v_{1i}-v_{1f})} \geq \frac{m_2(\vec{v}_{2i}-\vec{v}_{2f})(\vec{v}_{2i}+\vec{v}_{2f})}{m_2(\vec{v}_i-\vec{v}_{2f})}$$

$$(\vec{v}_{1i} + \vec{v}_{1f}) \geq (\vec{v}_{2f} + \vec{v}_{2i})$$

$$\vec{v}_{2f} - \vec{v}_{1f} \leq -(\vec{v}_{2i} - \vec{v}_{1f}) \dots\dots\dots (2.14)$$

dari penurunan rumus tersebut, didapatkan besaran baru, yaitu koefisien elastisitas sebagai berikut

$$e = -\frac{\vec{v}_{2f}-\vec{v}_{1f}}{\vec{v}_{2i}-\vec{v}_{1i}} \dots\dots\dots (2.15)$$

dari definisi koefisien elastis dan persamaan (2.13) dapat disimpulkan bahwa untuk semua jenis tumbukan dua benda berlaku

$$e \leq 1 \dots\dots\dots (2.16)$$

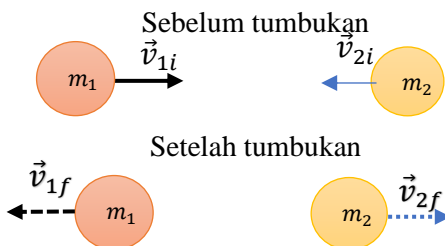
(Serway dan Jewwett. 2009).

Berdasarkan koefisien elastisitas suatu tumbukan, tumbukan dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Tumbukan lenting sempurna

Tumbukan lenting sempurna antara dua benda terjadi apabila energi kinetik total dan momentum total sebelum dan setelah tumbukan adalah sama, sehingga tumbukan lenting sempurna memiliki nilai koefisien elastisitas 1. Tumbukan antara benda-benda tertentu dalam dunia makroskopis, misalnya yang mendekati sempurna adalah bola billiar, namun

sebagian energi berubah menjadi energi suara, panas dll., tumbukan lenting sempurna yang sebenarnya terjadi adalah tumbukan antar partikel-partikel atomik dan subatomik (Serway dan Jewwett. 2009). Perhatikan Gambar 2.3



Gambar 2.3 tumbukan lenting sempurna antar benda 1 dan benda 2 dalam satu dimensi

Gambar 2.3 tersebut terdapat dua benda bermassa m_1 dan m_2 yang awalnya bergerak saling mendekat dengan kelajuan awal v_{1i} dan v_{2i} sepanjang garis lurus. Kedua bola tersebut bertumbukan lenting sempurna dengan kelajuan masing – masing sesudah tumbukan adalah v_{1f} dan v_{2f} . percepatan dapat bernilai positif atau pun negatif tergantung pada arah benda ke kanan atau ke sebelah kiri. Hukum kekekalan momentum memberikan (persamaan 2.9),

$$m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i} = m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}$$

(Serway dan Jewwett. 2009)

Pada tumbukan lenting sempurna hukum kekekalan energi kinetik akan berlaku, yaitu energi kinetik sistem sebelum dan setelah tumbukan besarnya sama (persamaan 2.10).

$$Ek_{1i} + Ek_{2i} = Ek_{1f} + Ek_{2f}$$

$$\frac{1}{2}m_1\vec{v}_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2\vec{v}_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1(\vec{v}_{1f})^2 + \frac{1}{2}m_2(\vec{v}_{2f})^2$$

.... (2.17)

(Serway dan Jewwett. 2009)

Sifat dari tumbukan lenting sempurna adalah berlakunya hukum kekekalan energi kinetik dan hukum kekekalan momentum, maka sesuai persamaan 2.14:

$$\vec{v}_{2f} - \vec{v}_{1f} = -(\vec{v}_{2i} - \vec{v}_{1i})$$

$$-\frac{\vec{v}_{1f} - \vec{v}_{2f}}{(\vec{v}_{2i} - \vec{v}_{1i})} = 1 \dots\dots\dots (2.18)$$

Perbandingan negatif antara selisih kelajuan benda sesudah tumbukan dengan selisih kelajuan benda sebelum tumbukan didefinisikan sebagai koefisien elastisitas sehingga:

$$e = 1 \dots\dots\dots (2.19)$$

(Serway dan Jewwett. 2009)

2. Tumbukan Lenting sebagian

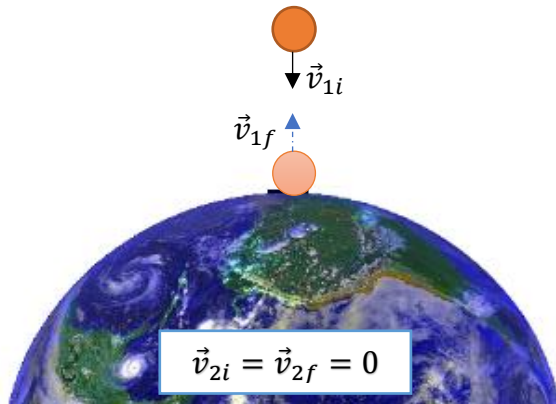
Pada Peristiwa tumbukan lenting sebagian, beberapa energi kinetik berubah menjadi energi bentuk lain seperti bunyi, panas dan sebagainya, sehingga energi kinetik sebelum tumbukan lebih besar daripada energi kinetik setelah tumbukan. Sebagian besar tumbukan yang terjadi antara dua benda merupakan tumbukan lenting sebagian. Pada tumbukan lenting sebagian berlaku hukum kekekalan momentum, namun hukum kekekalan energi kinetik tidak berlaku (Nurkhabibah, 2017).

Koefisien elastisitas e dapat ditentukan dengan mengukur kelajuan sebuah benda yang melakukan tumbukan sebelum dan setelah tumbukan. Salah satu contoh tumbukan lenting sebagian adalah tumbukan benda jatuh dengan lantai (bumi) (Gambar 2.6). Bumi tidak bergerak sebelum dan sesudah tumbukan, atau $\vec{v}_{2i} = \vec{v}_{2f} = 0$, sehingga koefisien elastisitas pada tumbukan benda dengan lantai memiliki bentuk lebih sederhana (Nurkhabibah, 2017)

$$e = -\frac{0 - \vec{v}_{1f}}{0 - \vec{v}_{1i}} = -\frac{\vec{v}_{1f}}{\vec{v}_{1i}} \dots\dots\dots(2.20)$$

sehingga nilai koefisien elastisitas pada tumbukan lenting sebagian adalah

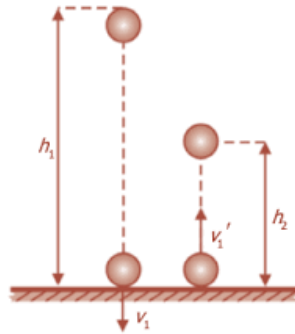
$$0 < e < 1 \quad \dots\dots\dots (2.21)$$



Gambar 2.4 Tumbukan benda dengan lantai (bumi)

Sumber : (Kemendikbud, 2016)

Apabila benda dijatuhkan dari ketinggian h , maka koefisien elastisitas dapat dihitung dari kecepatan benda saat menumbuk lantai dan tepat saat meninggalkan lantai. Kedua kelajuan tersebut dapat dihitung dari ketinggian benda saat dilepaskan dan ketinggian maksimum benda setelah dipantulkan dengan lantai (Nurkhabibah. 2017). Misalkan benda dilepaskan dari ketinggian h_1 dengan kelajuan awal nol atau benda jatuh bebas (lihat gambar 2.4).



Gambar 2.5 Gerak jatuh bebas bola dari ketinggian h_1 dan dipantulkan menjadi h_2

Sumber: (Nurkhabibah, 2017)

Kelajuan benda saat akan menumbuk lantai adalah

$$\vec{v} = -\sqrt{2gh_1} \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

dan kelajuan setelah menumbuk lantai adalah

$$\vec{v}' = -\sqrt{2gh_2} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

dengan demikian, koefisien elastisitas adalah

$$e = -\frac{\vec{v}'}{\vec{v}} = -\frac{-\sqrt{2gh_2}}{\sqrt{2gh_1}} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

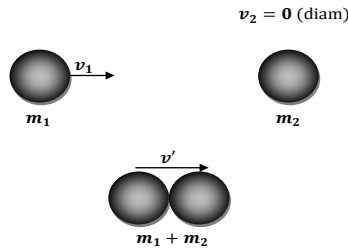
(Nurkhabibah. 2017)

3. Tumbukan tidak lenting sama sekali

Pada tumbukan tak lenting sama sekali, ini terjadi sesaat setelah tumbukan kedua benda bersatu dan bergerak bersamaan dengan kecepatan yang sama. 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 (Nurkhabibah, 2017).

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, para 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 (Nurkhabibah, 2017).



Gambar 2.6. Tumbukan tak lenting sama sekali antara benda m_1 dan benda m_2 yang semula diam.

Sumber : (Nurkhabibah, 2017)

Karena pada tumbukan tak lenting sama sekali kedua benda bersatu sesudah tumbukan. Berlaku hubungan kecepatan sesudah tumbukan sebagian.

$$v'_2 = v'_1 = v' \dots\dots\dots (2.25)$$

Sehingga:

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

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \quad (2.26)$$

(Nurkhabibah, 2017)

Pada kasus 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 pertama yang bermassa m_1 dengan kecepatan v_1 dan benda kedua yang diam bermassa m_2 (Gambar 2.6) momentum awal kedua benda (P) adalah

$$P = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$P = m_1 v_1 \dots\dots\dots (2.27)$$

Ek awal suatu benda

$$Ek = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$Ek = \frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{(m_1v_1)^2}{2m_1} \dots\dots\dots(2.28)$$

Subtitusikan persamaan 2.27 ke persamaan 2.28, diperoleh:

$$Ek = \frac{p^2}{2m_1} \dots\dots\dots(2.29)$$

(Nurkhabibah, 2017)

Setelah tumbukan, kedua benda bersatu dan bergerak dengan kecepatan v' . Momentum akhir kedua benda adalah

$$P' = (m_1 + m_2)v' \dots\dots\dots (2.30)$$

energi kinetik akhir pada suatu benda tersebut adalah

$$Ek' = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)(v')^2 = \frac{[(m_1+m_2)v']^2}{2(m_1+m_2)} \dots\dots\dots (2.31)$$

kemudian subtitusikan 2.30 pada persamaan 2.31 dan diperoleh;

$$Ek' = \frac{p^2}{2(m_1+m_2)} \dots\dots\dots (2.32)$$

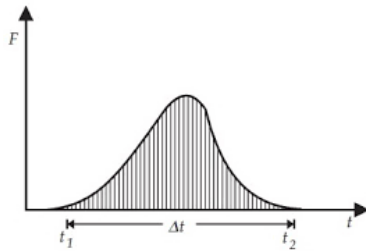
pada persamaan 2.29 dan Persamaan 2.32 jelas bahwa energi akhir lebih kecil dari pada energi awal. Rasio energi kinetik awal dan akhir suatu benda adalah

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{\frac{p^2}{2}(m_1+m_2)}{\frac{p^2}{2}m_1}$$

maka : $\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1+m_2} \dots\dots\dots (2.33)$

(Nurkhabibah, 2017)

d. Impuls dan Rata-rata Waktu sebuah gaya



Gambar 2.7 Grafik dari sebuah gaya yang bekerja pada sebuah partikel dapat berubah terhadap waktu.

Sumber: (Tipler, 1998)

Pada gambar menunjukkan perubahan besarnya gaya khas yang dikerjakan oleh satu benda pada benda yang lain terhadap waktu selama suatu tumbukan. Sebelum waktu t_1 benda-benda berjauhan dan gayanya nol. Ketika benda bersentuhan, gaya naik dengan cepat dan kemudian turun kembali ke nol pada saat t_2 ketika benda-benda terpisah. Waktu persentuhan $\Delta t = t_2 - t_1$. Biasanya sangat singkat, mungkin hanya sekitar satu milisekon. Impuls I dari gaya adalah vektor yang didefinisikan oleh:

$$I = \int_{t_1}^{t_2} F dt \dots\dots\dots (2.34)$$

(Tipler, 1998)

Luas di bawah kurva F terhadap t adalah gaya neto dan dengan menggunakan hukum kedua Newton $F =$

dp/dt , terlihat bahwa impuls sama dengan perubahan momentum total selama waktu itu:

$$I = \int_{t_2}^{t_2} F dt = \int_{t_2}^{t_2} \frac{dp}{dt} dt = p_2 - p_1 = \Delta p \dots\dots\dots (2.33)$$

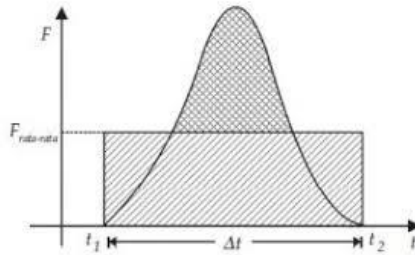
Persamaan 2.32 menunjukkan bahwa satuan impuls adalah newton-sekon atau kilogram-meter per sekon

Impuls dalam gaya umum F bergantung pada waktu t_1 dan t_2 tetapi gaya-gaya yang terjadi dalam tumbukan adalah nol kecuali selama selang waktu yang sangat singkat seperti ditunjukkan dalam gambar 2.7. Impuls dalam gaya tersebut tidak bergantung pada selang waktu asalkan t_1 adalah tiap waktu sebelum tumbukan dan t_2 adalah sembarang waktu sesudahnya. pada jenis gaya inilah konsep impuls sangat berguna (Tipler, 1998).

Gaya rata-rata waktu sebuah gaya untuk selang waktu $\Delta t = t_f - t_i$

$$F_{rata-rata} = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_i}^{t_f} F dt = \frac{I}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.35)$$

Gaya rata-rata adalah gaya konstan yang memberikan impuls yang sama seperti gaya sesungguhnya dalam selang waktu Δt . $F_{rata-rata}$ ditunjukkan dalam gambar 2.8.



Gambar 2.8 Grafik dari sebuah gaya rata-rata terhadap waktu yang bekerja pada sebuah partikel
Sumber : (Tipler, 1998)

6. Tumbukan dalam Al-Quran

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 :

وَحْمِلَتِ الْأَرْضُ وَالْجِبَالُ فَدُكَّتَا دَكَّةً وَاحِدَةً

"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 (دَكَّتَا) “*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 ulama 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. (Nurkhabibah. 2017)

7. Allah menantang bangsa jin dan Manusia untuk menembus penjuru-penjuru langit (Integrasi sains dan islam terkait materi momentum dan impuls)

Tantangan ini diriwayatkan oleh Allah dan surat Arrahman ayat 33-34, yaitu:

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا مِنْ أَقْطَارِ السَّمَاوَاتِ
وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ (۳۳) فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ
(۳۴)

Artinya : ”(33) Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi,

maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan. (34) Maka nikmat Tuhanmu manakah yang kamu dustakan?” (QS. Ar-Rahman: 33-34)

Menurut penafsiran M. Quraish Shihab dalam kitabnya Tafsir Al-Mishbah Jilid 13, ayat tersebut adalah penegasan dari ayat sebelumnya yaitu ayat 31-32 yang mengancam manusia dan Jin bahwa Allah akan berkonsentrasi untuk melakukan perhitungan terhadap amal-amal mereka. Ayat diatas (ayat 33-34) menegaskan bahwa mereka tidak dapat menghindari dari pertanggung jawaban serta akibat-akibatnya. Allah menantang mereka dengan menyatakan. “Hai kelompok jin dan manusia” yang durhaka, jika kamu sanggup menembus keluar menuju penjuru-penjuru langit dan bumi guna menghindari dari pertanggung jawaban atau siksa yang menimpa kamu itu, maka tembuslah keluar. Tatapi sekali-kali kamu tidak memiliki kekuatan! Maka nikmat Tuhan kamu berdua Manakah yang kamu dustakan (Syihab, 2002)?

Thahir ibnu ‘Asyur juga menegaskan bahwa ayat di atas bukanlah merupakan ucapan yang diucapkan kepada mereka dalam kehidupan dunia ini. Maksudnya ia akan diucapkan kelak dihari kemudian sebagaimana dipahami dari konteks ayat-ayat sebelum dan sesudahnya. Penulis menambahkan bahwa memang

sementara ulama terdahulu mengatakan itu diucapkan kepada mereka dalam kehidupan mereka dalam kehidupan dunia ini, tetapi maksudnya dalam arti perintah untuk menghindar dari maut jika mereka mampu. Ayat ini dijadikan oleh sementara orang sebagai bukti isyarat ilmiah al-quran tentang kemampuan manusia keluar angkasa. Pendapat ini menurut Quraish Syihab tidaklah tepat, karena walaupun saat ini dengan ilmu pengetahuan manusia telah dapat sampai ke bulan atau planet yang lain, maka hal itu bukan berarti bahwa manusia telah mampu keluar menembus penjuru-penjuru angkasa langit dan bumi. Walau tanpa memperhatikan konteks ayat sebelum dan sesudah ayat di atas kita dapat menyatakan bahwa ayat ini tidak berbicara tentang kehidupan sebelum kiamat, karena yang ditekankan di sini adalah ketidakmampuan menembus penjuru-penjuru langit serta bumi, dan hingga kini belum lagi bahkan tidak ada yang berhasil melakukannya. Tim penulis Tafsir al-Muntakhab berkomentar bahwa: “sampai saat ini terbukti betapa besarnya upaya tenaga yang dibutuhkan untuk dapat menembus lingkup gravitasi bumi. Kesuksesan eksperimen perjalanan luar angkasa selama ini masih merupakan waktu yang sangat sedikit dan terbatas jika dibandingkan dengan besarnya alam raya. Itupun memerlukan upaya yang luar biasa di

bidang sains dengan segala cabangnya: Teknik, matematika, fisika geologi, dan sebagainya. Hal ini membuktikan dengan jelas bahwa upaya menembus langit dan bumi yang berjarak jutaan tahun cahaya itu mustahil dapat dilakukan oleh jin dan manusia (Syihab, 2002).

Perlu diketahui juga di dalam konstruksi alam semesta ini terdapat benda-benda angkasa, galaksi-galaksi serta bintang-bintang yang sepanjang pengetahuan manusia sampai sekarang ini jumlahnya mencapai lebih dari 120 miliar. Masing-masing benda angkasa ini memiliki miliaran bintang dan angkasa lainnya. Dimanakah letak bumi di Alam semesta?. Bumi berada di bagian alam semesta yang lebih besar bumi terletak di Virgo Supercluster. Virgo Supercluster adalah sekelompok galaksi yang diikat bersama oleh gravitasi, Bumi kita berada dalam kelompok galaksi yang lebih kecil di dalam Super Cluster, yaitu di Local Grup. Planet kita terletak dalam galaksi terbesar kedua di local Group (sebuah galaksi yang disebut Bima sakti. Galaksi Milky Way (Bima sakti) yaitu galaksi yang ditempati oleh Tata surya Matahari. Galaksi ini memiliki luas kira-kira 100 ribu tahun cahaya (satu tahun cahaya- 9,46 triliun KM), atau $100.000 \times 9,46 \text{ Triliun KM} = 236.500 \text{ triliun KM}$. Berdasarkan “perhitungan jarak” dari bumi ke pusat

galaksi ini saja praktis kita langsung sadar bahwa ada luar biasa banyaknya galaksi-galaksi di atas sana yang mustahil dapat kita jangkau dengan menggunakan perangkat apapun yang mungkin dapat diciptakan oleh manusia post-modern sampai saat ini, dengan demikian karena ukuran bumi ini luar biasa kecil dibandingkan dengan ukuran alam semesta ini tetap menjadi rahasia bagi manusia. Hanya Allah Swt sajalah yang paling mengetahui kenapa hal ini dirahasiakan-Nya, di sisi lain, kalau seandainya yang dimaksud ayat ini adalah sekadar keluar beberapa jauh menembus angkasa, maka hal itu sebenarnya telah berhasil dilakukan oleh bangsa jin (Syihab, 2002). Bukankah al-Quran merekam pernyataan jin dalam QS. Al-quran- al-Jinn[72] : 9 yang menyatakan bahwa:

وَأَنَا كُنَّا نَقْعُدُ مِنْهَا مَقْعِدًا لِلسَّمْعِ فَمَنْ يَسْتَمِعِ الْآنَ يَجِدْ لَهُ
شِهَابًا رَّصَدًا (٩)

Artinya : “*Sesungguhnya kami dahulu dapat menduduki beberapa tempat di langit itu untuk mendengar-dengarkan (berita-beritanya). Tetapi sekarang barang siapa yang (mencoba)mendengar-dengarkan (seperti itu) tentu akan menjumpai panah api yang mengintai (untuk membakarnya).*(QS. Al-jin :9)

Perlu diingat bahwa sampai saat ini manusia yang mampu menembus di langit adalah Nabi Idris dan Nabi Muhammad ditemani oleh malaikat Jibril dengan

mengendarai buroq saat Mi'roj, tentunya semua itu atas izin Allah (Syihab, 2002).

B. Kajian Pustaka

Tinjauan Pustaka yang digunakan dalam penulisan laporan penelitian berfungsi sebagai bahan perbandingan terhadap penelitian yang telah dilakukan, baik mengenai kelebihan maupun kekurangan penelitian tersebut

1. Penelitian Vetti Nur Khabibah tentang pengembangan modul fisika bercirikan integrasi sains dan islam pada materi usaha dan energi, hukum kekekalan energi, momentum. Perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh Vetti Nur Khabibah (2017) dengan penelitian ini adalah jenis penelitian yang dilakukan, dimana pada penelitian yang dilakukan oleh Vetti Nur Khabibah termasuk jenis RnD dengan desain model Borg & Gall yang terdiri beberapa langkah diantaranya: studi pendahuluan, perencanaan produk, pengembangan produk, validasi ahli, sedangkan pada penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif deskriptif dimana dalam penelitian ini peneliti menggunakan modul yang telah disusun oleh Vetti Nur Khabibah khususnya pada materi Momentum dan Impuls, yang kemudian direvisi menjadi kurikulum 2013, selanjutnya modul hasil revisi tersebut divalidasi oleh ahli materi, ahli integrasi sains dan

islam, dan ahli media, berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Vetti Nur Khabibah pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan modul melalui uji coba modul ke siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif dan jenis penelitian *true experiment* berjenis *pretest-posttest control grup design*.

2. Penelitian Febri Susilowati (2018) tentang efektivitas penggunaan modul berbasis Integrasi sains dan islam materi gerak lurus pada kelas X menunjukkan penggunaan modul berbasis integrasi sains dan islam dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Berdasarkan hasil uji lapangan terjadi perbedaan hasil nilai rata-rata siswa. Kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata siswa 65,8 dan kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata siswa 59 dengan $t_{hitung} = 2,633$ dan $t_{tabel} = 1,980$, sedangkan melalui persamaan N-gain dapat diketahui tingkat keefektifan penggunaan modul tersebut pada kelas eksperimen adalah sebesar 0,323 dengan kategori efektivitas sedang. Perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh Febri Susilowati (2018) dengan penelitian ini adalah materi yang digunakan dalam penelitian. Materi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Momentum dan Impuls.

3. Penelitian Muhammad Khoirul Anam (2018) mengenai efektivitas penggunaan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi besaran dan pengukuran terhadap hasil belajar siswa pada kelas X dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Berdasarkan hasil penelitiannya terjadi perbedaan hasil nilai rata-rata siswa, kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata siswa 79,487 dan kelas kontrol 65,233 dengan $dk = 41+42-2 = 81$) serta taraf signifikan $\alpha = 5\%$ diperoleh $t_{hitung} = 10,72$ dan $t_{tabel} = 1,990$. Perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Khiorul Anam (2018) dengan penelitian ini adalah materi yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu dalam penelitian ini menggunakan materi momentum dan impuls, selain itu desain penelitian yang digunakan oleh Muhammad Khorul anam (2018) adalah *post-test only control design* sedangkan dalam penelitian ini menggunakan desain *pre-test post-test control design*.
4. Penelitian Daniah Syafaati (2018) tentang efektivita s penggunaan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam pada meteri gelombang elektromagnetik menunjukkan terdapat perbedaan nilai rata-rata siswa, kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata 77,71 sedangkan kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata 70,71 sehingga didapatkan $t_{hitung} = 2,497$, $t_{tabel} =$

1,673 dengan $dk = 54$ dan taraf signifikan $\alpha = 5\%$. Tingkat keefektifan modul tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan N-gain didapatkan gain kelas eksperimen = 0,58 (kriteria sedang), gain kelas kontrol = 0,44 (kriteria sedang). Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Daniah Syafaati (2018) yaitu pada materi yang digunakan pada penelitian ini yaitu momentum dan Impuls.

C. Rumusan Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah dalam penelitian, dikatakan jawaban sementara karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori yang relevan, belum didasarkan pada fakta empiris yang diperoleh sebagai jawaban teoritis (Sugiyono, 2017). Dalam penelitian ini penulis sebagai peneliti mengajukan hipotesis yaitu:

H_0 : Modul Fisika berbasis integrasi sains dan Islam pada materi momentum dan impuls tidak efektif terhadap hasil belajar siswa ditunjukkan dengan hasil belajar siswa yang diajar menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan Islam (kelas eksperimen) tidak lebih baik dibanding dengan siswa yang diajar menggunakan buku konvensional (kelas kontrol).

H_a : Modul Fisika berbasis integrasi sains dan Islam pada materi momentum dan impuls efektif terhadap hasil belajar siswa ditunjukkan dengan hasil belajar siswa

yang diajar menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan Islam (kelas eksperimen) lebih baik dibanding dengan siswa yang diajar menggunakan buku konvensional (kelas kontrol).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif karena data berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik (Sugiyono, 2018). Berdasarkan metode yang digunakan, penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen, yaitu penelitian yang dilakukan dengan melakukan manipulasi tindakan terhadap objek penelitian serta adanya kontrol atau pengendalian terhadap kondisi-kondisi tertentu (Sugiyono, 2018). Desain Penelitian ini adalah *true experiment*. Desain *True experimen* terdiri dari dua jenis, yaitu *posttest only control design* dan *pretest-posttest control grup design* (Sugiyono, 2018). Rancangan penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest control grup design* dikarenakan penulis ingin mengetahui peningkatan hasil belajar kedua kelompok melalui *pretest* dan *posttest*, adapun desain penelitian eksperimen pada kedua kelompok dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 3.1. Desain *Pretest-posttest control grup*

Kelompok	<i>Pretest</i>	<i>Treatmen</i>	<i>Posttest</i>
R ₁	O ₁	X ₀	O ₃
R ₂	O ₂	X	O ₄

Keterangan :

R_1 = Kelas kontrol

R_2 = Kelas eksperimen

O_1 = Pretest kelas kontrol

O_2 = Pretest kelas eksperimen

O_3 = Posttest kelas kontrol

O_4 = Posttest kelas eksperimen

Pretest digunakan untuk mengetahui keadaan awal kedua kelompok, seperti normalitas dan homogenitas. Sedangkan *Posttes* digunakan untuk melihat pengaruh dari pemberian *treatmen* (perlakuan) yang berbeda (Sugiyono, 2018).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu penelitian telah dilaksanakan pada semester II (genap) tahun ajaran 2018/2019. Penulis menggunakan waktu penelitian selama 19 hari mulai 8 April 2019 sampai 26 April 2019. Penelitian ini dilaksanakan di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai karakteristik dan kualitas tertentu yang ditetapkan oleh penulis untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2017). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak. Pertimbangan penentuan populasi dalam penelitian ini adalah karena modul yang digunakan berbasis integrasi sains dan islam

maka sekolah yang digunakan untuk penelitian adalah Madrasah Aliyah

Sampel yaitu bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2017) Teknik pengambilan sampel menggunakan *Nonprobability Sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang tidak memberikan peluang/kesempatan sama bagi setiap unsur anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel, Pertimbangan dalam penentuan sampel dalam penelitian ini karena mata pelajaran yang dipelajari adalah fisika pada materi momentum dan impuls, maka yang dijadikan kelas sampel adalah kelas X jurusan IPA, yang terdiri dari kelas X IPA 1 dan X IPA 2, sedangkan penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2017). Sampel dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan pertimbangan dari guru fisika bahwa kelas X IPA 1 lebih kondusif dalam proses kegiatan belajar mengajar jika dibandingkan kelas X IPA 2, sehingga kelas X IPA 1 lebih tepat digunakan sebagai kelas eksperimen yang menerapkan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam dalam pembelajaran, sedangkan kelas X IPA 2 dijadikan kelas kontrol.

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yaitu suatu atribut atau sifat dari orang obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh penulis untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya, (Sugiyono, 2017). Variabel dalam penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu:

1. Variabel Terikat

Variabel terikat atau variabel dependen (X) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2017). Variabel terikat pada penelitian ini yaitu hasil belajar siswa kelas X IPA MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak pada materi momentum dan impuls.

Indikator pada hasil belajar fisika siswa pada materi momentum dan impuls kelas X IPA MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak yaitu meningkatnya hasil belajar kognitif siswa pada materi momentum dan impuls setelah menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls.

2. Variabel Bebas

Variabel bebas atau variabel independen (Y) merupakan variabel yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono, 2017). Variabel bebas pada penelitian ini adalah pembelajaran dengan

menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam. Perlakuan pada kelas eksperimen yaitu dengan menerapkan proses pembelajaran menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam, sedangkan kelas kontrol tidak mendapatkan perlakuan menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam, melainkan mendapatkan perakuan materi fisika yang sama namun tidak terdapat integrasi dengan islam.

Indikator untuk variabel bebas ini adalah sebagai berikut:

- a. Guru membagikan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam kepada siswa kelas eksperimen,
- b. Guru memberilakan penjelasan kepada siswa kelas eksperimen mengenai keterkaitan materi momentum dan impuls dengan ayat-ayat Al-Quran,
- c. Guru memberikan soal atau pertanyaan kepada siswa terkait materi yang diajarkan.

E. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut:

1. Metode Tes

Metode ini diterapkan pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen, dalam bentuk *pretest dan posttest control group design* yang bertujuan untuk menyelidiki

kemungkinan sebab akibat, dengan memberikan perlakuan kepada kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan.

2. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi adalah mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa foto, catatan, buku, surat kabar, majalah, dan lain sebagainya (Sugiyono, 2018). Dokumentasi ini digunakan untuk memperkuat hasil penelitian yang telah dilakukan dan untuk memperoleh nilai hasil belajar fisika dan materi momentum dan impuls.

3. Metode wawancara

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila penelitian ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti (Sugiyono, 2018). Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis wawancara tidak terstruktur, yaitu wawancara yang bebas dimana penulis tidak menggunakan pedoman wawancara yang telah terstruktur sistematis, melainkan hanya pedoman wawancara yang hanya memuat garis-garis besar permasalahan yang akan ditanyakan, responden yang diwawancarai oleh penulis adalah Bapak Hammam, S.Pd. selaku guru mata pelajaran Fisika di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak. Wawancara ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan

dalam proses pembelajaran, khususnya pada media dan bahan ajar yang diterapkan di kelas.

4. Angket (Kuesioner)

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2018). Angket berfungsi untuk mengetahui kelayakan modul melalui penilaian oleh ahli materi, ahli media, ahli integrasi dan guru fisika.

F. Teknik Analisa Data

Analisa data adalah suatu langkah yang paling menentukan dalam suatu penelitian karena analisis data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian. Teknik Analisis pada penelitian ini menggunakan Statistik inferensial yaitu statistik yang digunakan untuk menganalisis data sampel, dan hasilnya akan digeneralisasikan untuk populasi di mana sampel diambil. Terdapat dua macam statistik inferensial yaitu; statistik parametris dan nonparametris. Statistik parametris digunakan untuk menganalisis data interval atau resio, yang diambil dari populasi yang berdistribusi normal. Sedangkan statistik non-parametris digunakan untuk menganalisis data nominal dan ordinal dari

populasi yang bebas distribusi (tidak harus normal) (Sugiyono, 2017). Analisis data pada penelitian ini meliputi:

1. Analisis Uji Instrumen

Instrumen adalah satu alat yang digunakan untuk mengukur, dalam hal ini adalah mengukur keefektifan penggunaan modul berbasis integrasi sains dan islam. instrumen tes yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah tes objektif berupa tes pilihan ganda. Analisis instrumen penelitian digunakan untuk menganalisis tes sebagai instrumen dalam penelitian ini. Setelah instrumen dalam bentuk tes tersebut disusun kemudian diujicobakan dan dianalisis. Alat ukur dikatakan baik jika syarat-syarat validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran juga baik.

a. Validitas

Validitas adalah ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan dan kesahihan suatu instrumen. Sebuah tes dikatakan memiliki validitas jika hasilnya sesuai dengan kriteria atau memiliki kesejajaran antara hasil tes tersebut dengan kriterium. Teknik yang digunakan adalah korelasi *product moment* sebagai berikut:

$$r_{pbi} = \frac{M_p - M_t}{s_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

- γ_{pbi} = koefisien korelasi biserial
 M_p = rerata skor dari subjek yang menjawab betul bagi item yang dicari
 M_t = rerata skor total
 S_t = standar deviasi dari skor total proporsi
 p = proporsi siswa yang menjawab benar
 q = proporsi siswa yang menjawab salah

Nilai *r produk moment* yang didapat dalam perhitungan dibandingkan dengan *r tabel*. Apabila dalam perhitungan didapat $r_{xy \text{ hitung}} > r_{\text{tabel}}$ taraf signifika 5 % maka instrumen tersebut dapat dikatakan valid. Sebaliknya apabila dalam perhitungan didapat $r_{yx \text{ hitung}} < r_{\text{tabel}}$ taraf signifikan 5 %, maka instrumen tersebut dapat dikatakan tidak valid (Arikunto, 2012).

b. Reliabilitas

Reliabilitas soal adalah ukuran kemampuan perangkat tes atau instrumen. Suatu instrumen dikatakan reliabel jika tes tersebut memberikan kejelasan atau kestabilan dan konsisten dari karakteristik yang diteliti sehingga mampu mengungkapkan data yang bisa dipercaya. Reliabilitas ditentukan menggunakan rumus K-R20 (Arikunto, 2012).

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right) \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

- r_{11} realibilitas instrument
- n banyaknya butir soal
- p proporsi siswa yang menjawab betul pada butir
- q proporsi siswa yang menjawab salah pada butir
- S^2 Varians

Harga r_{11} yang diperoleh dikonsultasikan dengan r_{tabel} dengan taraf signifikan 5%. Jika harga $r_{11} > r_{tabel}$ maka instrumen yang diuji bersifat reliabel dan sebaliknya apabila $r_{11} < r_{tabel}$ maka instrumen yang diuji tidak reliabel.

c. Tingkat Kesukaran

Taraf kesukaran butir soal dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{B}{JS} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

- p = taraf kesukaran
- B = banyak responden yang menjawab benar
- JS = jumlah seluruh peserta tes

klasifikasi tingkat kesukaran soal :

Tabel 3.2 Kriteria kesukaran soal

Interval p	Kategori
$0,00 \leq p < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq p < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq p < 1,00$	Mudah

soal yang dianggap baik yaitu soal-soal sedang, maksudnya soal yang mempunyai indeks kesukaran 0,3 – 0,7.

d. Daya Pembeda

Daya pembeda butir soal dihitung menggunakan rumus (Arikunto, 2012):

$$D = P_A - P_B$$

$$P_A = \frac{B_A}{J_A} \text{ dan } P_B = \frac{B_B}{J_B} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

- D = Indeks Deskriminasi
- P_A = Proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar
- P_B = Proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar
- B_A = Banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab benar
- B_B = Banyaknya peserta bawah yang menjawab benar
- J_A = Banyaknya peserta kelompok atas
- J_B = Banyaknya peserta kelompok bawah

Klasifikasi daya pembeda :

- D : 0,00 - 0,20 : jelek
- D : 0,21 - 0,40 : cukup
- D : 0,41 - 0,70 : baik
- D : 0,71 - 1,00 : sangat baik

2. Analisis data awal

Analisis pada tahap ini menggunakan hasil pretest dari kedua kelas, hasil pretest tersebut akan dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui bahwa data kelas

eksperimen dan kelas kontrol homogen, normal, dan memiliki rata-rata yang sama sebelum penulis memberikan perlakuan. Selain itu sebelum modul diujikan di kelas, modul akan diuji kelayakannya. dengan teknik analisis non tes berupa angket yang berbentuk skala *likert*. Instrumen berbentuk angket ini merupakan angket uji kelayakan modul oleh ahli.

a. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui seragam tidaknya varian sampel yang akan diambil dari populasi yang sama. Dalam penelitian ini jumlah yang akan diteliti ada dua kelas. Homogenitas varians dapat diuji dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = \frac{\text{Varian terbesar}}{\text{Varian terkecil}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Kriteria pengujian yaitu kedua varians tersebut bersifat homogen jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dengan $\alpha = 5\%$, dengan $dk = k-1$.

b. Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan untuk menentukan apakah kelas tersebut berdistribusi normal atau tidak. Untuk mengetahui suatu data terdistribusi normal dapat menggunakan rumus uji Chi-kuadrat, yaitu:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

x^2 = Chi kuadrat

f_o = Frekuensi hasil pengamatan

f_h = Frekuensi yang diharapkan

Jika $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$, maka populasi berdistribusi normal, dengan taraf signifikan 5% dan dk = k-1.

3. Analisis Data Tahap Akhir

a. Uji komparatif

Hipotesis dalam penelitian ini adalah jenis hipotesis komparatif dua sampel, karena membandingkan hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hipotesis ini dapat diuji menggunakan uji t-test. Uji t-test ada 2 yaitu

1. Uji t Sampel Dependen (berkorelasi)

Uji t sampel dependen digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai rata-rata kelas eksperimen sebelum dan setelah diberikan perlakuan berupa belajar menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls.

Hipotesis statistik untuk penelitian ini adalah:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Keterangan :

- μ_1 = nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen
 μ_2 = nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen
 H_0 = tidak terdapat perbedaan nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen dan nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen
 H_a = terdapat perbedaan nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen dengan nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen

Hipotesis diuji menggunakan rumus (Sugiyono, 2018):

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

- \overline{X}_1 = mean nilai *posttest* kelas eksperimen
 \overline{X}_2 = mean nilai *pretest* kelas eksperimen
 n_1 = jumlah siswa *posttest* kelas eksperimen
 n_2 = jumlah siswa *pretest* kelas eksperimen
 r = korelasi dua sampel
 s_1^2 = varian *posttest*
 s_2^2 = varian *pretest*

Kriteria pengujian yaitu t_{hitung} dibandingkan dengan t_{tabel} dengan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ dengan $dk = n-1$. Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak, dan sebaliknya jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima artinya terdapat perbedaan antara nilai rata-rata sebelum dan setelah

menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls.

2. Uji t sampel Independen (tidak berkorelasi)

Uji ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dua kelompok data yang independen (bebas).

Hipotesis statistik untuk penelitian ini adalah:

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2,$$

$$H_a: \mu_1 > \mu_2,$$

Keterangan :

μ_1 = Nilai rata-rata hasil belajar siswa yang diajarkan dengan menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam (kelompok eksperimen)

μ_2 = Nilai rata-rata hasil belajar siswa yang diajarkan tanpa menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam (kelompok kontrol)

H_0 = Hasil belajar kelompok eksperimen lebih rendah dari hasil belajar kelompok kontrol

H_a = Hasil belajar kelompok eksperimen lebih tinggi dari hasil belajar kelompok kontrol.

Uji t sampel bebas memiliki dua rumus *t-test*, yaitu: (Sugiyono. 2018)

a. *Separated Varians*

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2 s_2^2}{n_1 n_2}}} \dots\dots\dots (3.8a)$$

b. *Polled Varians*

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \dots (3.8b)$$

Keterangan :

\overline{X}_1 = skor rata-rata dari kelompok modul berbasis integrasi sains dan islam

\overline{X}_2 = skor rata-rata dari kelompok LKS

n_1 = banyaknya subjek dari kelompok modul berbasis integrasi sains dan islam

n_2 = banyaknya subjek dari kelompok LKS

S_1^2 = varians kelompok modul berbasis integrasi sains dan islam

S_2^2 = varians kelompok LKS

terdapat beberapa pertimbangan dalam memilih rumus *t-test* yaitu:

- 1) Jumlah anggota dari dari dua sampel (n),
- 2) Homogenitas Varians data dari dua sampel.

Berdasarkan dua hal tersebut, maka berikut adalah petunjuk untuk memilih rumus t-test:

- a) Bila jumlah anggota sampel $n_1 = n_2$ dan varians adalah homogen, maka dapat menggunakan rumus *t-test separated* maupun *polled varians*.
- b) Bila $n_1 \neq n_2$, varians homogen dapat digunakan t-test dengan *polled varians*, dengan $dk = n_1 + n_2 - 2$.
- c) Bila $n_1 = n_2$ varians tidak homogen dapat digunakan rumus *Separated varians* maupun *Polled varians*.
- d) Bila $n_1 \neq n_2$ dan varians tidak homogen, maka hanya bisa menggunakan rumus *Separated varians*.

Kriteria pengujian terima H_0 apabila $-t_{tabel} < t_{hitung} < t_{tabel}$, dengan $dk = n_1 + n_2 - 2$, taraf signifikan 5%. Sehingga ada dua kemungkinan hasil akhir terbukti signifikan atau terbukti tidak signifikan.

- 1) Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka hasil akhir signifikan (H_0 ditolak, H_a diterima)
 - 2) Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka hasil akhir tidak signifikan (H_0 diterima, H_a ditolak).
- b. Uji Peningkatan hasil Belajar

Uji Peningkatan hasil belajar untuk mengetahui seberapa besar peningkatan hasil belajar siswa sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi

perilaku. Uji peningkatan hasil belajar dihitung dengan rumus *gain*, yaitu:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{100 - S_{pre}} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan :

S_{pre} = skor rata-rata pre test

S_{post} = skor rata-rata post test

Nilai *g* yang diperoleh dapat menunjukkan tingkat peningkatan hasil belajar, kategori *gain* peningkatan hasil belajar tersebut adalah:

$0,0 \leq g < 0,3$ = rendah

$0,3 \leq g < 0,7$ = sedang

$0,7 \leq g \leq 1,0$ = tinggi

(Hakke, 1999).

BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Data

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal sebelum melakukan penelitian ini. Penulis terlebih dahulu melakukan wawancara, merevisi modul fisika berbasis integrasi sains dan islam dan menyusun instrumen soal.

a. Wawancara

Metode wawancara yang dilakukan adalah wawancara tidak terstruktur, yaitu wawancara bebas dimana penulis tidak menggunakan pedoman wawancara yang tersusun secara sistematis dan lengkap untuk mengumpulkan data (Sugiyono, 2018).

Wawancara dilakukan di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak, penulis melakukan wawancara dengan guru mata pelajaran fisika, yaitu Bapak Hammam, S.Pd. pertanyaan dalam wawancara tersebut menanyakan tentang proses pembelajaran, dan media pembelajaran yang digunakan di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak. Hasil wawancara tersebut dapat dilihat pada lampiran 4.

b. Revisi Modul awal

Modul yang digunakan untuk penelitian ini adalah modul yang dikembangkan oleh Vetti Nurkhabibah, yang di dalam modul tersebut terdapat materi Usaha dan Energi, Hukum Kekekalan Energi Mekanik, Momentum, Impuls, dan Tumbukan. Modul tersebut telah divalidasi oleh beberapa ahli, meliputi: 2 ahli materi yaitu Agus Sudarmanto, M.Si (dosen fisika UIN Walisongo dan Ellya Susanti (guru fisika MA Darul Amanah), 2 ahli media yaitu Qisthi Fariyah, M.Pd (dosen fisika UIN Walisongo) dan Hesti Nurul Yusufiyah, M.Sc (Dosen fisika UIN Walisongo), 2 ahli integrasi sains dan islam yaitu Drs. H. Jasuri, M.SI. dan Biaunik Niski Kumila. S.Si, M.S.

Modul yang telah dikembangkan oleh Vetti Nurkhabibah, khususnya pada materi momentum, impuls dan tumbukan selanjutnya direvisi dan dikembangkan oleh penulis. Proses merevisi modul meliputi kepenulisan, lay-out dan materi.

Tahap yang dilakukan penulis dalam merevisi modul fisika adalah dengan membaca kembali modul, kemudian menganalisis hal-hal yang perlu ditambahi atau di revisi, selanjutnya pengumpulan materi dengan cara mencari sumber atau referensi berupa buku-buku fisika sebagai referensi konten materi, dan

buku tafsir Al-Qur'an yang relevan untuk mengetahui isi kandungan ayat Al-Quran dalam modul.

Berikut adalah hasil revisi modul fisika.

Tabel 4.1 Hasil Revisi Modul Fisika (revisi awal)

Sebelum direvisi	Sesudah direvisi
File dibuat menggunakan MS Publisher. Teks persamaan berformat jpg	File ditulis dalam Ms. Word, Teks Persamaan ditulis menggunakan format <i>equation</i> dan untuk memudahkan dalam proses editing
Berdasarkan kurikulum KTSP	Berdasarkan kurikulum K-13
Peta konsep belum terdapat koefisien restitusi	Peta konsep ditambah koefisien restitusi
Dalam tes kompetensi, siswa diinstruksikan untuk membaca basmalah (halaman 48)	Dalam tes kompetensi siswa diinstruksikan membaca bismillah (ditulis dengan huruf arab) (halaman 3)
Simbol momentum ditulis dengan huruf kapital "P" (halaman 50)	Simbol momentum diubah huruf kecil "p" (halaman 5)
Terdapat strategi pemecahan masalah (halaman 59)	Strategi pemecahan masalah dihapus
Contoh soal 5.2 terdapat butir soal yang kurang realistis (halaman 60)	Kalimat dalam butir soal Contoh soal 2 diubah mejadi lebih realistis (halaman 14)
Prinsip kerja roket belum terdapat gambar ilustrasinya (halaman 78)	Prinsip kerja roket ditambah gambar ilustrasinya (halaman 28)

Modul yang telah direvisi oleh penulis selanjutnya divalidasi oleh para ahli. Penulis juga mengembangkan angket penilaian kelayakan modul meliputi: ahli materi, ahli media dan ahli integrasi keislaman yang menggunakan skala likert 5 kategori

yaitu 1 = sangat kurang, 2= kurang 3 = cukup, 4 = Baik, 5 = sangat baik.

Data yang diperoleh dari hasil validasi modul, kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas dari modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi gelombang elektromagnetik dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Menghitung skor rata-rata tiap aspek

$$\bar{X} = \frac{\Sigma x}{N} \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan :

\bar{X} = skor rata-rata penilaian ahli
 Σx = jumlah skor yang diperoleh
 N = jumlah skor total

- 2) Mengubah skor rata-rata ke dalam bentuk kualitatif.

Kategori kualitatif ditentukan terlebih dahulu dengan membuat interval jarak antara jenjang kategori Sangat Baik (SB) hingga Sangat Kurang (SK). Berikut adalah rumus untuk menentukan jarak interval:

$$\begin{aligned} \text{jarak interval } (i) &= \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{Jumlah kelas interval}} \dots (4.2) \\ &= \frac{5 - 1}{5} = 0,8 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh interval kategori penilaian kelayakan modul sebagai berikut (Widoyoko, 2014):

Tabel 4.2 Kategori Penilaian Kelayakan Modul

Skor rata-rata (\bar{X})	Kategori ahli materi, ahli media, dan ahli integrasi
$4,2 < \bar{X} \leq 5,0$	Sangat Baik
$3,4 < \bar{X} \leq 4,2$	Baik
$2,6 < \bar{X} \leq 3,4$	Cukup
$1,8 < \bar{X} \leq 2,6$	Kurang
$1,0 < \bar{X} \leq 1,80$	Sangat Kurang

(Syafaati Daniah, 2018)

3) Persentase kelayakan modul

Persentase kelayakan modul dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{persentase kelayakan} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad \dots (4.3)$$

Modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls dinilai oleh 3 Ahli Materi yaitu Qisthi Fariyani, M.Pd. (dosen Pendidikan Fisika UIN Walisongo), Biaunik Niski Kumila, M.Sc. (dosen Pendidikan Fisika UIN Walisongo) , dan Hammam, S.Pd. (Guru Mapel Fisika), 2 ahli Integrasi sains dan islam yaitu: Andy Fadllan M.Sc. (dosen Pendidikan Fisika UIN Walisongo) dan Drs. Jasuri, M.Si. (dosen

Pendidikan Fisika UIN Walisongo), serta 2 ahli media yaitu: Arsini, M.Sc (dosen Pendidikan Fisika UIN Walisongo) dan Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd. (dosen Pendidikan Fisika UIN Walisongo). Berikut adalah hasil penilaian kelayakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls:

Tabel 4.3 Hasil Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum dan Impuls

Validasi	Skor rata-rata	Persentase kelayakan	kategori
Ahli Materi	3.6	72.6 %	Cukup
Ahli Media	4.2	83.3 %	Baik
Ahli Integrasi	4.0	80.0 %	Baik

Perhitungan nilai validasi modul oleh ahli dapat dilihat pada lampiran 9.

c. Revisi modul akhir

Setelah Modul Fisika berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum dan Impuls dinilai kelayakannya oleh para ahli kemudian direvisi sesuai komentar dan saran para ahli. Tahap yang dilakukan penulis dalam merevisi bahan ajar diantaranya adalah dengan pengumpulan materi dan analisis ayat Al-Quran.

1) Pengumpulan materi

Pengumpulan materi dengan mencari sumber atau referensi berupa buku-buku fisika sebagai referensi konten fisika dan tafsir Al-Quran sebagai referensi konten keislaman.

2) Analisis Ayat Al-Quran

Penulis menggunakan metode tafsir tematik dalam menganalisis ayat Al-Qur'an, yaitu berdasarkan permasalahan yang ingin diketahui solusinya melalui ayat atau sejumlah ayat Al-Qur'an secara utuh. Penulis menggunakan langkah-langkah metode tafsir tematik menurut Bagir Al-Shadr, yaitu (Rosadisastra, 2007):

- a) Analisis realitas atau fenomena. Penelitian terfokus pada fenomena momentum dan impuls,
- b) Pengelompokan hasil analisis berdasarkan kategori tertentu. Pada materi momentum dan impuls penulis mengelompokkan menjadi beberapa subbab,
- c) Sejumlah analisis didialogkan dengan ayat-ayat yang relevan. Pada setiap subbab penulis mencari ayat yang relevan pada berbagai referensi, terutama menggunakan tafsir Al-Qur'an.

Berikut adalah hasil revisi modul akhir :

Tabel 4.4 Hasil revisi modul akhir

Sebelum direvisi	Setelah direvisi
<p>Judul kurang kontras dengan <i>background</i>,</p> <p>Penulisan kurikulum dengan berbasis integrasi yang berdampingan memberikan makna ganda seperti pada gambar berikut:</p> 	<p><i>Background</i> diubah agar judul menjadi lebih kontras, Tulisan integrasi sains dan islam dijadikan satu dengan judul</p> <p>Seperti pada gambar berikut:</p>
<p>Dalam modul, Penulisan huruf kapital pada macam-macam tumbukan tidak konsisten</p> <p>“Lenting sempurna”, “Lenting sebagian”, “Tidak lenting” (terdapat dalam modul pada halaman 1)</p>	<p>Dalam modul, penulisan huruf kapital pada macam-macam tumbukan diubah menjadi:</p> <p>“Lenting Sempurna”, “Lenting Sebagian”, “Lenting Tidak Lenting”, (terdapat dalam modul pada halaman 1)</p>
<p>Kalimat pertanyaan dalam tes kompetensi kurang efektif, (terdapat dalam modul pada halaman 3)</p>	<p>Kalimat pertanyaan diubah menjadi lebih efektif, (terdapat dalam modul pada halaman 3)</p>

Sebelum direvisi	Setelah direvisi
<p>Penulisan Surat Al-Haqqah: 14 terdapat kesalahan harakat “... دَكَّاتُونَ...” (dakkatun) (terdapat dalam modul pada halaman 4)</p>	<p>Penulisan Surat Al-Haqqah : 14 diperbaiki menjadi “... دَكَّاتُونَ...”(dakkatan), (terdapat dalam modul pada halaman 4)</p>
<p>Penulisan simbol momentum tidak konsisten, yaitu antara “p” dengan “P” (terdapat dalam modul pada halaman 5)</p>	<p>Penulisan simbol momentum diubah menjadi konsisten “p” Halaman (5)</p>
<p>Kalimat pertanyaan yang digunakan tidak efektif, No 1 kata “di atas” No 2 kata “jelaskan) (terdapat dalam modul pada halaman 9)</p>	<p>Kalimat diubah menjadi lebih efektif, No 1 kata “di atas” diubah menjadi “berikut” No 2 kata “jelaskan” diubah menjadi “kenapakah hal tersebut bisa terjadi?” (terdapat dalam modul pada halaman 8)</p>
<p>Terdapat kesalahan dalam penulisan simbol satuan kilogram, yaitu “Kg” yang seharusnya adalah “kg”. (terdapat dalam modul pada halaman 10)</p>	<p>Penulisan simbol kilogram diubah menjadi “kg”. (terdapat dalam modul pada halaman 9)</p>
<p>Pada kegiatan 1, alat percobaan yang digunakan tidak sesuai karena menggunakan alat tambahan berupa jarum dan gabus (steorofoam) untuk menyatukan kedua kereta setelah tumbukan,</p>	<p>Pada kegiatan 1, percobaan di lengkapi dengan tujuan percobaan, teori percobaan, alat dan bahan percobaan, form tabel hasil percobaan dan form kesimpulan. Steorofoam dan jarum diganti menggunakan pegas</p>

Sebelum direvisi	Sesudah direvisi
<p>sedangkan pada kenyataannya proses tumbukan jarum dan steorofoam akan mempengaruhi besar momentum setelah tumbukan, dan penggunaannya alat tersebut tidak efektif dan reliabel. (terdapat dalam modul pada halaman 11-12)</p>	<p>penumbuk pada kedua kereta tersebut. (terdapat dalam modul pada halaman 12-13)</p>
<p>Pada tabel hasil percobaan dan kesimpulan percobaan sudah diberikan, sehingga tifak melatih siswa untuk mandiri. (terdapat dalam modul pada halaman 13)</p>	<p>Pada tabel hasil percobaan hanya dibuat format tabel dan kesimpulan hanya diberi kolom kosong yang dapat diisi siswa secara mandiri. (terdapat dalam modul pada halaman 14)</p>
<p>Pada bagian ilmuwan sains kita, tulisan terlalu rapat dan gambar terlalu kecil, (terdapat dalam modul pada halaman 16)</p>	<p>Tulisan diubah sedemikian rupa agar tidak terkesan rapat, dan gambar diperbesar, (terdapat dalam modul pada halaman 19)</p>
<p>Materi menerangkan dari kesimpulan percobaan pada kegiatan (1), karena setelah direvisi, tabel dan kesimpulan belum disajikan, maka perlu diubah (terdapat dalam modul pada halaman 13)</p>	<p>Materi hukum kekekalan momentum diperbaiki dan diberi gambar ilustrasi tumbukan antara dua benda (terdapat dalam modul pada halaman 15)</p>

Sebelum direvisi	Setelah direvisi
<p>Indeks yang digunakan untuk penamaan senapan dan peluru menggunakan 1 dan 2</p> <p>m_1 = massa senapan v_1 = kecepatan pistol m_2 = masa senapan v_2 = kecepatan peluru</p> <p>Dan penambahan tanda aksen (...) untuk peristiwa setelah tumbukan (terdapat dalam modul pada halaman 14)</p>	<p>Indeks yang digunakan untuk penamaan senapan dan peluru diubah menggunakan A dan B</p> <p>m_A = massa senapan v_A = kecepatan pistol m_B = masa senapan v_B = kecepatan peluru</p> <p>(terdapat dalam modul pada halaman 16)</p>
<p>Jumlah butir soal yang disediakan sebanyak 4, dan pada butir soal nomor 4 kalimat yang digunakan kurang efektif</p> <p>“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, <u>maka besar gaya pemukul adalah</u> “</p>	<p>Terdapat penambahan 1 butir soal,</p> <p>Yaitu :</p> <p>1) Perhatikan gambar berikut!</p> <div data-bbox="677 882 960 938" style="text-align: center;"> </div> <p>Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 4 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah....</p> <p>Pada butir soal nomor 4 kalimat diubah menjadi: “4. Sebuah bola bermassa 0,2 kg dalam keadaan</p>

Sebelum direvisi	Sesudah direvisi
	diam, kemudian dipukul sehingga bola meluncur dengan kelajuan 150 m/s. bila lamanya pemukul menyentuh bola 0,1 detik, <u>maka berapakah besar gaya pemukul?</u> “
Pada materi jenis tumbukan lenting sempurna pada paragraf pertama terdapat kalimat yang merujuk pada kegiatan 2, namun kegiatan 2 diletakkan setelah paragraf ke 2 (halamn 19)	Kegiatan 2 diletakkan setelah paragraf pertama atau setelah kalimat perujuk (terdapat dalam modul pada halaman 22)
Terdapat kesalahan penulisan penomoran kegiatan dan gambar (kegiatan 5.2) dan (gambar 5.9) . (terdapat dalam modul pada halaman 19)	Penomoran kegiatan dan gambar perbaiki menjadi: (kegiatan 2) dan (gambar 8). (terdapat dalam modul pada halaman 22)
Terdapat gambar yang menidih, seharusnya gambar tersebut berada digeser ke bawah untuk memberikan keterangan tambahan (eliminasi) persamaan dibawahnya, seperti pada gambar berikut:	Gambar yang menidih dihapus, karena gambar tersebut adalah keterangan tambahan (eliminasi), sehingga boleh tidak di tampilkan / dihapus (terdapat dalam modul pada halaman 24)

Sebelum direvisi	Setelah direvisi
$m_1 v_1 - m_1 v'_1 = m_2 v'_2 - m_2 v_2$ $m_1 (v_1 - v'_1) = m_2 (v'_2 - v_2)$ <p>Dan persamaan (7) menjadi</p> $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 (v'_1)^2 + \frac{1}{2} m_2 (v'_2)^2$ $m_1 (v_1^2 + v_1'^2) = -m_1 (v_2^2 + v_2'^2)$ <p>Sesuai pemfaktoran $(a^2 - b^2) = (a + b)(a - b)$</p> $m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1) = m_2 (v_2 - v'_2)(v_2 + v'_2)$ <p>Bagilah persamaan (10) dengan persan</p> $\frac{m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1)}{m_1 (v_1 - v'_1)} = \frac{m_2 (v_2 - v'_2)(v_2 + v'_2)}{m_2 (v_2 - v'_2)}$ $(v_1 + v'_1) = (v_2 + v'_2)$ $v_1 v'_1 = v_2 v'_2$ <p>(terdapat dalam modul pada halaman 20)</p>	
<p>sSub bab D. Prinsip kerja roket dan mesin jet terletak di halaman yang sama dengan sub bab sebelumnya, sehingga terkesan rapat (terdapat dalam modul pada halaman 26)</p>	<p>Sub bab D. Prinsip kerja roket dan mesin jet diletakkan di halaman yang berbeda (halaman setelahnya), agar terkesan rapi (terdapat dalam modul pada halaman 31)</p>
<p>Dalam modul belum terdapat materi yang menjelaskan keterkaitan antara background sampul dengan materi</p>	<p>Dalam modul diberi tugas tambahan yang bertujuan agar siswa secara mandiri mampu mengaitkan antara background sampul modul dengan materi momentum dan impuls (terdapat dalam modul pada halaman 34)</p>
<p>Dalam modul, letak kolom prinsip kerja mesin jet menutupi sebagian footer</p>	<p>Kolom prinsip kerja roket diubah menjadi sedemikian rupa agar tidak menutupi footer</p>

Sebelum direvisi	Sesudah direvisi
(terdapat dalam modul pada halaman 29)	(terdapat dalam modul pada halaman 33)
Dalam modul belum terdapat integrasi antara materi dengan Islam	Dalam modul terdapat penambahan kolom integrasi Sains dan Islam (terdapat dalam modul pada halaman 34-36)

d) Penyusunan Instrumen

Penyusunan Instrumen ini dimaksudkan untuk mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap materi Momentum dan Impuls. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan oleh penulis dalam menyusun instrumen soal:

- 1) Analisis variabel penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar fisika siswa pada materi Momentum dan Impuls. Maka, instrumen soal uji coba berisi soal kognitif materi Momentum dan Impuls.
- 2) Menetapkan jenis instrumen. Jenis instrumen yang digunakan berupa tes objektif pilihan ganda berjumlah 40 butir soal yang kemudian akan di uji coba ke kelas XI IPA.
- 3) Menyusun kisi-kisi instrumen. Kisi-kisi instrumen disusun berdasarkan indikator pada

materi momentum dan impuls. Berikut adalah kisi-kisi instrumen soal.

Tabel 4.5 Kisi-Kisi Instrumen Soal

Indikator	Aspek kognitif				Jumlah
	C1	C2	C3	C4	
Menghafal persamaan yang menghubungkan antara momentum dan impuls	A1,				1
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas		A19, B7, B8	A2		4
Menghitung besar Gaya, Impuls dalam penyelesaian tumbukan		A3, A4, A17, A18, B5			6
Menyimpulkan konsep peristiwa tumbukan		A5			
Mencontohkan peristiwa tumbukan		A6			1
Menganalisis peristiwa tumbukan menggunakan konsep hukum kekekalan momentum				A7	1
Menerapkan hukum kekekalan momentum			A8, A9 B15		3

Menerapkan konsep momentum dan impuls pada kehidupan sehari-hari			A10, A11, A12, A13, B4, B12, B13, B16		8
Menganalisis konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari				A14, A15,	2
Menyatakan konsep peristiwa tumbukan	A16				1
Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari				A20, B9	2
Membandingkan besar momentum pada suatu contoh		B1			2
Menganalisis kecepatan awal peluru yang menumbuk ayunan balistik				B2	1
Menguraikan Dimensi momentum dan Impuls		B3			1
Menyimpulkan prinsip kerja roket		B10			1
Menyebutkan jenis besaran dan satuan momentum	B11				1

Membedakan koefisien restitusi pada tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali		B14			1
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian untuk menghitung koefisien restitusinya			B17, B18, B6		3
Mengetahui hewan yang mampu menggunakan prinsip hukum kekekalan momentum untuk bergerak seperti mesin jet	B19				1
Membedakan cara kerja mesin jet dan mesin roket		B20			2
Jumlah	4	15	15	6	40
Persentase	10 %	37,5 %	37,5 %	15 %	100 %

dalam penyusunan soal instrumen, penulis membagi 40 soal menjadi 2 paket soal, yaitu paket soal A dan paket soal B yang masing-masing paket soal terdiri dari 20 butir soal, hal ini dimaksudkan agar tidak menberatkan responden uji coba soal instrumen.

- 4) Menyusun item instrumen. Item pertanyaan disusun sesuai dengan kisi-kisi instrumen yang digunakan.
- 5) Menguji coba instrumen. Uji coba instrumen dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas dan reliabilitas tiap item. Berikut adalah hasil analisis perhitungan instrumen soal.

Tabel 4.6 Hasil Analisis Validitas Soal

Kriteria	No. Butir soal	Jumlah	Persentase
Valid	A2, A3, A4, A7, A9, A10, A11, A16, B2, B4, B5, B7, B8, B10, B12, B15, B16, B20	18	45%
Gugur / tidak valid	A1, A5, A6, A8, A12, A13, A14, A15, A17, A18, A19, A20, B1, B3, B6, B9, B11, B13, B14, B17, B18, B19	22	55%
Jumlah		40	100%

Hasil perhitungan validitas dapat dilihat pada lampiran 14.

Soal yang telah diuji validitas kemudian dianalisis reliabilitas soal menggunakan rumus K-R20 untuk mengetahui soal tersebut reliabel atau tidak. Berdasarkan hasil perhitungan pada

soal instrumen Paket A didapatkan nilai r_{11} dari rumus KR-20 adalah 0,33, sedangkan nilai r_{tabel} adalah 0,37, hal ini menyatakan bahwa butir soal memiliki kriteria yang tidak reliabel. Pada soal instrumen paket B didapatkan nilai r_{11} dari rumus KR-20 adalah 0,70 sedangkan nilai r_{tabel} adalah 0,37, hal ini menyatakan bahwa butir soal memiliki kriteria yang reliabel. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran 15.

Soal instrumen kemudian dilakukan analisis indeks kesukaran dan daya pembeda soal, berikut adalah tabel hasil analisis indeks kesukaran soal dan daya pembeda:

Tabel 4.7 Persentase Indeks Kesukaran

Kriteria	No butir soal	Persentase
Sangat Sukar	A20	2,5 %
Sukar	A2, A11, A15, A18, A19, B2, B7, B8, B16	22,5 %
Sedang	A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, B4, B12, B15, B20	27,5 %
Mudah	A1, A3, A12, A13, A14, A16, A17, B1, B3, B5, B6, B9, B10, B13, B14, B17, B18, B19,	45 %
Sangat mudah	B11,	2,5 %
Jumlah	40 butir soal	100%

Tabel 4.8 Persentase Daya Pembeda

Kriteria	No Butir Soal	Persentase
Jelek sekali	A19	2,5 %
Jelek	A15, A20,	5 %
Cukup	A6, A11, A18, B2, B7, B8, B16,	17,5 %
Baik	A2,	2,5 %
Baik Sekali	A1, A3, A4, A5, A7, A8, A9, A10, A12, A13, A14, A16, A17, B1, B3, B4, B5, B6, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B17, B18, B19, B20	72,5 %
Jumlah	40 Butir soal	100%

hasil perhitungan indeks kesukaran dan Daya pembeda dapat dilihat pada lampiran 16.

2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di MA Al-Hadi Girikusuma pada hari Kamis, 11 April 2019- Jumat 26 April 2019. Sampel pada penelitian ini yaitu 33 siswa dari kelas X IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan 32 siswa dari kelas X IPA 2 sebagai kelas kontrol.

Proses pembelajaran penelitian ini sebelumnya telah direncanakan oleh penulis menggunakan RPP dalam 10 jam pertemuan atau 5 kali pertemuan, dalam pembelajaran tersebut penulis menggunakan pendekatan *Scientific Learning*, dan metode pembelajaran ATM (amati, tiru, modifikasi) dan diskusi kelompok. Berikut adalah tujuan setelah dan selama proses pembelajaran dalam RPP.

- 1) Pertemuan Pertama, Penulis melakukan *pretest* materi momentum, Impuls dan tumbukan kemudian menjelaskan hubungan implus dan momentum,
- 2) Pertemuan kedua, siswa diharapkan mampu melakukan percobaan untuk membuktikan hukum kekekalan momentum serta mampu menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum.
- 3) Pertemuan ketiga, Siswa diharapkan mampu mengerjakan contoh soal Hukum kekekalan momentum dengan bimbingan guru (penulis), kemudian diharapkan siswa mampu memahami dan mengidentifikasi jenis-jenis tumbukan berdasarkan sifat keelastisitasannya.
- 4) Pertemuan ke empat, diharapkan siswa mampu memahami dan mengidentifikasi perbedaan prinsip kerja roket dengan mesin jet berdasarkan hukum kekealam momentum. Siswa diharapkan mampu

memahami keterkaitan antara sains dan islam pada prinsip kerja roket agar memperoleh pemahaman yang komprehensif dan diharapkan mampu menambah iman terhadap Allah SWT.

- 5) Pertemuan ke Lima, Siswa dengan dibimbing oleh guru (penulis) mereview materi Momentum, Impuls dan Tumbukan sebelum melakukan *posttest*. Siswa mampu mengerjakan soal *posttest* dengan baik.

Tujuan Pembelajaran dalam RPP pada kelas eksperimen dan kontrol adalah sama, yang membedakan hanya pada kelas eksperimen menggunakan modul yang telah terintegrasi sains dan islam, sedangkan kelas eksperimen menggunakan LKS yang telah diberikan oleh madrasah. RPP lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 10.

Selama proses pembelajaran penulis telah melakukan *pretest* untuk mengetahui kemampuan kognitif awal kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang kemudian dianalisis homogenitas dan normalitas kedua kelas, setelah siswa diajar materi momentum dan impuls siswa diberikan *posttest* untuk mengetahui hasil belajarnya, dan dari nilai *posttest* tersebut dianalisis uji perbedaan rata-rata menggunakan uji t sampel berpasangan dan uji t sampel bebas, dan juga analisis n-gain untuk mengetahui

peningkatan hasil belajar. Berikut adalah nilai *pretest* dan *posttest* dari kelas eksperimen dan kontrol:

a. Nilai *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

Nilai *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 20. Berdasarkan nilai yang telah diperoleh sesuai tabel di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari rata-rata nilai *pretest*, berikut adalah perhitungan rata-rata *pretest* kelas eksperimen dan kontrol:

1. Rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen

$$\bar{X}_{pre-E} = \frac{\Sigma X_{pre-E}}{n_E}$$

$$\bar{X}_{pre-E} = \frac{1480}{33} = 44,8$$

2. Rata-rata nilai *pretest* kelas kontrol

$$\bar{X}_{pre-K} = \frac{\Sigma X_{pre-K}}{n_K}$$

$$\bar{X}_{pre-K} = \frac{1400}{32} = 43,8$$

b. Nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

Setelah kelas eksperimen diberi perlakuan atau pembelajaran dengan menggunakan media bahan ajar berupa modul fisika berbasis integrasi sains dan islam, sedangkan kelas kontrol menggunakan LKS Fisika, kemudian siswa diberikan uji soal *posttest* untuk mengetahui kemampuan yang dicapai siswa

setelah berakhirnya pembelajaran. Nilai posttest siswa kelas eksperimen dan kontrol selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 21.

Berdasarkan nilai yang telah diperoleh sesuai dengan tabel diatas, kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari rata-rata nilai *posttest*

1. Rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen

$$\bar{X}_{post-E} = \frac{\Sigma X_{post-E}}{n_E}$$

$$\bar{X}_{post-E} = \frac{2200}{33} = 66,7$$

2. Rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol

$$\bar{X}_{post-K} = \frac{\Sigma X_{post-K}}{n_K}$$

$$\bar{X}_{post-K} = \frac{1967}{32} = 61,5$$

B. Analisis Data

1. Analisis Tahap Awal

a. Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui seragam tidaknya varian sampel yang akan diambil dari populasi yang sama. Sampel dalam penelitian ini ada dua kelas yaitu kelas 10 IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas 10 IPA 2 sebagai kelas kontrol. Homogenitas kedua data tersebut di hitung menggunakan rumus F. Berikut adalah perhitungan nilai F untuk menentukan homogenitas data awal

$$F = \frac{\text{Varian terbesar}}{\text{Varian terkecil}} = \frac{163,3}{153,2} = 1,07$$

karena $F_{\text{hitung}} = 1,07 < F_{\text{tabel}} = 1,76$, maka data awal kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah homogen. Perhitungan homogenitas lebih lengkap dapat dilihat dalam lampiran 22.

b. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak, uji normalitas data dilakukan dengan menggunakan uji chi-kuadrat. Data awal yang di uji normalitas pada penelitian ini yaitu nilai *pretest*. Berikut adalah hasil perhitungan uji normalitas keadaan awal kelas eksperimen.

Tabel 4.9. Tabel penolong untuk menghitung normalitas kelas eksperimen

Interval	f_0	f_h	$f_0 - f_h$	$(f_0 - f_h)^2$	$\frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h}$
20-28	2	1	1	1	1
29-37	6	4	2	4	1
38-46	8	11	-3	9	0.8
47-55	9	11	-2	4	0.4
56-64	7	5	2	4	0.8
65-73	1	1	0	0	0
Jumlah	33	33	0		4.0

Hasil perhitungan dalam tabel tersebut menunjukkan bahwa χ^2_{hitung} yaitu 4,0 dan telah diketahui bahwa χ^2_{tabel} dengan taraf signifikan 5% adalah 11. 07, yang

berarti bahwa nilai $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ sehingga data pretest kelas eksperimen terdistribusi normal, sedangkan pada kelas kontrol perhitungan chi kuadrat yaitu :

Tabel 4.10 Tabel penolong untu menghitung normalitas kelas kontrol.

Interval	f_o	f_h	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
20-28	2	1	1	1	1
29-37	6	4	2	4	1
38-46	9	11	-2	4	0,4
47-55	9	11	-2	4	0,4
56-64	5	4	1	1	0,25
65-73	1	1	0	0	0
Jumlah	32	32	0		3,0

dari perhitungan tersebut telah didapatkan x^2_{hitung} adalah 3,0 dan telah diketahui bahwa x^2_{tabel} dengan taraf signifikan 5% adalah 11, 07 yang berarti bahwa nilai $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ sehingga data kelas *posttest* terdistribusi normal.

Nilai pretest kelas kontrol dan eksperimen dari penelitian ini keduanya terdistribusi normal sehingga eksperimen dapat digunakan sebagai sampel penelitian dan dapat dianalisis dengan analisis parametris. Perhitungan normalitas data lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 23.

2. Analisis Tahap Akhir

Analisis tahap akhir yaitu analisis terhadap hipotesis yang dilakukan oleh penulis, Uji Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji t sampel berpasangan, uji t sampel bebas dan uji gain. Berikut adalah analisis tahap akhir penelitian ini:

1. Uji t Sampel Dependen (Berkorelasi)

Uji t sampel dependen atau uji perbedaan rata-rata pre-test dan posttest kelas eksperimen (kelas X IPA2). Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan hasil belajar siswa setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran yang menggunakan modul Fisika berbasis integrasi sains dan islam. Rumusan t-test yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi yaitu menggunakan persamaan 3.7

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

Kriteria yang digunakan adalah jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan di- n-1 dengan taraf signifikan 5% maka H_a diterima. Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan uji t sampel berpasangan

Tabel 4.11 hasil perhitungan Uji t sampel dependen.

Kelas	Posttest	Pretest
Mean (rata-rata)	66,67	44,85
Variance (varian)	67,52	163,26
Observations (jumlah sampel)	33	33
Pearson Correlation (r)	0.50	
Df (dk)	32	
t Stat (t_{hitung})	11,139	
t Critical two-tail (t_{tabel})	2.037	

Hasil perhitungan pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan. Adapun hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 24.

2. Uji t Sampel Independen (tidak berkorelasi)

Uji t sampel bebas atau uji perbedaan rata-rata *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil belajar siswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Rumus yang digunakan dalam uji t sampel independen pada penelitian ini adalah rumus *polled* varians

dikarenakan varians kedua sampel adalah homogen dan jumlah anggota sampel kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak sama ($n_1 \neq n_2$). Kriteria yang digunakan adalah jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan $dk = n_1 + n_2 - 2$ dengan taraf signifikan 5 % maka H_a diterima. Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan uji t sampel bebas.

Tabel 4.12 hasil perhitungan Uji t sampel independen

Kelas	<i>Kelas Eksperimen</i>	<i>Kelas Kontrol</i>
<i>Mean</i> (rata-rata)	66.667	61.458
<i>Variance</i> (Varian)	67.515	77.534
<i>Observations</i> (Jumlah sampel)	33	32
<i>Pooled Variance</i> (varian gabungan)	72.445	
<i>Df</i> (dk)	63	
<i>t Stat</i> (t_{hitung})	2.466	
<i>t Critical two-tail</i> (t_{tabel})	1.998	

Hasil perhitungan pada tabel 4. 13 menunjukkan bahwa nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara pembelajaran Fisika menggunakan modul Fisika berbasis integrasi sains dan islam dengan pembelajaran Fisika menggunakan LKS Fisika.

Adapun hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 25.

3. Uji Peningkatan Hasil Belajar

Uji peningkatan hasil belajar bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan hasil belajar siswa kelas eksperimen maupun kelas kontrol sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Berikut adalah hasil perhitungan uji *Gain*.

Tabel 4.13 hasil perhitungan Gain

Rata-rata	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Pre test	44,8	43,8
Posttest	66,7	61,5
Gain	0,40	0,31
Keterangan	Sedang	Sedang

Berdasarkan tabel tersebut nilai Gain pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada nilai Gain kelas kontrol dengan selisih 0,09 dengan kategori gain sedang, maka dapat disimpulkan bahwa peningkatan hasil belajar kelas eksperimen yang menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan LKS Fisika Kelas X. adapun hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 26.

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan dua kelompok sampel, yaitu kelas X IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas X IPA 2 sebagai kelas kontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains dan islam terhadap peningkatan hasil belajar siswa materi momentum dan impuls kelas X di MA Al-Hadi Girikusuma, Mranggen, Demak.

Penulis memberikan perbedaan perlakuan antara kelas eksperimen dan juga kelas kontrol, yaitu pada kelas eksperimen diajar menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam materi momentum dan impuls sedangkan pada kelas kontrol diajar menggunakan LKS Fisika yang telah disediakan oleh sekolah yang disusun oleh TIM MGMP Fisika Kab Demak. Perbedaan perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol selama proses pembelajaran dimaksudkan agar dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Berikut adalah pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan:

1. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil belajar kongnitif siswa kelas eksoerimen dan kontrol adalah soal tes pilihan ganda. Sebelum instrumen siap digunakan soal diujicoba di kelas XI IPA, validitas butir

soal dihitung menggunakan rumus Kuder Richardson (KR 20), kemudian dihitung indeks kesukaran dan daya pembeda soal. Perhitungan ini dibantu dengan menggunakan program Ms. Excel. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan 18 soal valid dan reliabel dari jumlah 40 soal.

2. Kemampuan Awal Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kemampuan awal siswa kelas X IPA 1 dan kelas X IPA 2 dapat diketahui dari nilai pretest, dari nilai *pretest* tersebut dilakukan uji normalitas, dan uji homogenitas. Pada uji normalitas data menggunakan uji normalitas chi kuadrat, dari analisis perhitungan data awal kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah terdistribusi normal. nilai chi kuadrat hitung kelas eksperimen = $4,0 < \text{chi kuadrat tabel} = 11,07$, begitu juga pada kelas kontrol yang terdistribusi normal karena nilai chi kuadrat hitung = $3,0 < \text{chi kuadrat tabel} = 11,07$. Karena kedua data terdistribusi normal, maka dapat digunakan menggunakan statistik parametrik. Varian dari data awal kedua kelas adalah homogen, penulis menganalisis homogenitas data menggunakan analisis uji F, dari analisis tersebut didapat nilai $F_{\text{hitung}} = 1,07 < F_{\text{tabel}} = 1,76$. Sehingga data kedua sampel adalah homogen.

3. Proses Pembelajaran

Proses pembelajaran penelitian ini sebelumnya telah direncanakan oleh penulis menggunakan RPP dalam 10 jam pertemuan atau 5 kali pertemuan, dalam pembelajaran tersebut penulis menggunakan pendekatan scientific Learning, dan metode pembelajaran ATM (amati, tiru, modifikasi) dan diskusi kelompok.

Dalam proses pembelajaran yang telah terlaksana penulis belum bisa menerapkan RPP secara utuh dikarenakan keterbatasan alat yang tersedia dan juga kesiapan siswa dalam menerima pembelajaran sehingga penulis membutuhkan waktu tambahan untuk literasi siswa yang seharusnya waktu literasi (belajar mandiri) siswa adalah di luar jam pelajaran atau rumah, yang mana dalam RPP seharusnya penulis sebagai pengajar hanya menjelaskan hal-hal pokok materi dan menjelaskan hal-hal yang belum dipahami siswa dalam belajar mandiri. Sehingga materi yang seharusnya terdapat di dalam pertemuan keempat (prinsip kerja roket) belum dijelaskan dengan maksimal.

4. Efektivitas Penggunaan Modul

Penelitian di kelas eksperimen membuktikan, bahwa dengan penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains dan islam, hasil belajar siswa lebih baik dibandingkan hasil belajar siswa yang menggunakan

buku konvensional (LKS). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Febri Susilowati (2018) dan penelitian Daniah Syafaati (2018) yang menunjukkan dari hasil penelitiannya terdapat perbedaan hasil belajar yang signifikan setelah menggunakan modul berbasis integrasi sains dan islam.

Perbedaan hasil belajar siswa menurut Dr. Slameto dipengaruhi oleh faktor -faktor yang mampu mempengaruhi hasil belajar yaitu faktor eksternal dan juga faktor intern. Modul fisika yang disusun oleh penulis merupakan salah satu dari beberapa faktor eksternal, faktor eksternal lain yang mempengaruhi hasil belajar siswa adalah seperti faktor keluarga (cara orang tua mendidik, relasi antar anggota keluarga, suasana rumah, keadaan ekonomi keluarga, latar belakang), faktor sekolah (metode mengajar, kurikulum, relasi guru dengan siswa, relasi siswa dengan siswa, Disiplin sekolah, Metode belajar, alat Pelajaran) dan juga faktor kondisi lingkungan masyarakat, sedangkan faktor internal yang mempengaruhi hasil belajar adalah seperti kondisi jasmani (Faktor kesehatan, cacat tubuh) kondisi psikologis (*Intelegensi*, perhatian, minat, bakat, motif, kematangan, kesiapan), faktor kelelahan serta kemampuan berfikir siswa. (Slameto, 2010)

Penulis dalam menentukan adanya perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol melakukan uji t sampel independen (tidak berkorelasi), dan didapatkan hasil $t_{hitung} = 2,466$, dengan $\alpha = 5\%$ dan $dk = 33 + 32 - 2 = 63$ diperoleh $t_{tabel} = 1,998$. Hal tersebut menunjukkan bahwa $t_{hitung} > t_{tabel}$, sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar kelas eksperimen lebih baik dibandingkan hasil belajar kelas kontrol.

Modul Fisika berbasis integrasi sains dan Islam menjadikan siswa lebih tertarik untuk belajar Fisika, sehingga siswa lebih mudah memahami materi Momentum dan Impuls yang guru sampaikan. Hal ini disebabkan oleh penyajian modul menggunakan bahasa sederhana dan mudah dipahami, serta menggunakan ejaan yang sesuai. Selain itu, modul juga memiliki petunjuk yang jelas, kompetensi dasar maupun indikator yang harus dipahami oleh siswa, konsep yang disajikan jelas, terdapat informasi pendukung, dan latihan-latihan.

Tingkat keefektivan penggunaan modul yang telah dilakukan peningkatan hasil belajar siswa sebelum diberikan perlakuan, dapat diketahui dengan menggunakan persamaan *N-gain*. Hasil perhitungan *N-gain* kelas eksperimen diperoleh *N-gain* 0,40 yang berkriteria sedang dan kelas kontrol memiliki *Gain* 0,31

yang berkriteria sedang. Sehingga, dari hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol namun terdapat perbedaan antara keduanya,

Perbedaan *N-gain* pada kedua kelas tersebut disebabkan adanya perbedaan media pembelajaran berupa bahan ajar cetak yang digunakan selama proses belajar mengajar Fisika berlangsung. Peningkatan hasil belajar siswa dilihat dari perbedaan *pretest-postest* pada kelas eksperimen dan kontrol.

5. Perbandingan Hasil Penelitian ini dengan hasil penelitian yang sebelumnya yang

Hasil penelitian yang telah didapatkan oleh penulis dibandingkan dengan hasil penelitian yang digunakan sebagai tinjauan pustaka, baik kelebihan maupun kekurangannya, berikut adalah perbandingan antara penelitian ini dengan penelitian lainnya:

- a. Penelitian Vetty Nur Khabibah

Berdasarkan hasil penelitian Vetty Nur Khabibah yang berjudul “Pengembangan Modul Fisika Kelas XI MA Bercirikan Integrasi Sains dan Islam pada Materi Usaha dan Energi, Hukum Kelestarian Energi, Momentum Impuls dan Tumbukan”, modul yang telah dikembangkannya

telah dinilai oleh beberapa ahli dan didapatkan data perbandingan nilai rata-rata penilaian kelayakan modul. Yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.14 perbandingan nilai rata-rata penilaian modul antara modul Vetty Nur Khabibah dengan Dzaki Fuad

Peneliti	Vetty N.K.		M. Dzaki F.		Keterangan
	Skor rata-rata	Persentase	Skor rata-rata	Persentase	
Materi	3,9	79%	3,8	77%	Turun 2 %
Media	3,8	75%	4,2	83%	Naik 8 %
Integrasi	4,0	80%	4,0	80%	Sama

Modul yang dikembangkan oleh vetty merupakan modul yang menggunakan KTSP dengan Standar kompetensi yaitu menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan benda titik, Kompetensi Dasar yaitu menunjukkan hubungan antara konsep impuls dan momentum untuk menyelesaikan masalah tumbukan, kemudian oleh penulis dikembangkan menjadi K-13 dengan KI serta KD, kompetensi dasar dalam K-13 yaitu: (3.10) menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari, (4.10) menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum. Penulis dalam merevisi modul pada aspek materi hanya

sedikit dan materinya masih kurang sesuai dengan K-13, sehingga nilai pada aspek materi menurun.

Pada aspek media mengalami peningkatan 2% dikarenakan, penulis sudah merevisi lay-out serta penulisan persamaan menggunakan format equation, sehingga kualitas grafisnya lebih baik dibandingkan modul sebelumnya yang menggunakan format image. Pada revisi tahap awal aspek integrasi sains dan islam, penulis belum merevisi/menambahkan integrasi sains dan islam, sehingga nilai yang diberikan oleh validator pada masih 66 % kemudian sesuai saran dari validator untuk menambahkan materi dan soal yang terintegrasi sains dan islam nilai validasi meningkat menjadi 80% , nilai ini sama dengan modul vetti, meskipun pada materi momentum dan impuls integrasinya lebih banyak, akan tetapi nilai dari kedua modul tersebut (Vetti dan revisi zaki) sama. Hal ini karena dalam modul vetti memuat materi usaha dan energi, hukum kekekalan energi mekanik, momentum, impuls dan tumbukan, karena pada materi selain momentum, impuls dan tumbukan memuat integrasi sains dan islam yang baik, sehingga secara umum modul vetti memiliki nilai kelayakan integrasi sains dan islam 80 % juga.

Perbedaan modul hasil revisi penulis dengan modul vetri dapat dilihat pada tabel 4.4.

b. Penelitian Febri Susilowati

Hasil penelitian Febri Susilowati yang berjudul “Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Gerak Lurus Kelas X SMA/MA” menunjukkan beberapa kekurangan dan kelebihan yaitu :

Tabel 4.15 Perbedaan hasil uji t antara penelitian Febri Susilowati dengan M. Dzaki Fuad

Peneliti	Febri S		M. Dzaki F		Keterangan
	t_{hitung}	t_{tabel}	t_{hitung}	t_{tabel}	
Uji Sampel Bebas	2,633	1,98	2,466	1,998	turun

Tabel 4.16 Perbedaan hasil uji peningkatan antara penelitian Febri Susilowati dengan M. Dzaki Fuad

Peneliti	Febri S	Dzaki F	Keterangan
Gain	0,32	0,40	naik

Berdasarkan tabel 4.16 menunjukkan bahwa dari 2 penelitian ini menunjukkan adanya kesamaan yaitu terdapat perbedaan antara kelas yang menggunakan modul integrasi sains dan islam dengan kelas yang menggunakan buku konvensional lainnya, sedangkan perbedaan antara 2 penelitian ini terdapat perbedaan nilai t_{hitung} dimana t_{hitung} pada penelitian M. Dzaki Fuad

mengalami penurunan 0,167. Berdasarkan tabel 4.16 menunjukkan adanya kenaikan gain antara penelitian yang dilakukan oleh penulis (M. Dzaki Fuad) yaitu sebesar 0,08. Hal ini disebabkan karena kemampuan kognitif masing-masing siswa adalah berbeda dan kemampuan guru dalam menjelaskan materi adalah berbeda.

c. Penelitian Daniah Syafaati

Hasil penelitian Daniah Syafaati yang berjudul “Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Pada Materi Gelombang Elektromagnetik Kelas X di MA Hidayatus Syubban Terhadap Hasil Belajar Siswa” menunjukkan bahwa terdapat kekurangan dan kelebihan antara hasil penelitian Daniah Syafaati dengan penelitian Dzaki Fuad (penulis), berikut adalah perbandingan hasil penelitiannya:

Tabel 4.17 Perbedaan hasil uji t antara penelitian Daniah Syafaati dengan M. Dzaki Fuad

Peneliti	Daniah S		M. Dzaki F		Keterangan
	t _{hitung}	t _{tabel}	t _{hitung}	t _{tabel}	
Uji t Sampel Berpasangan	11,87	2,05	11,139	1,139	Turun
Uji t sampel bebas	2,497	1,673	2,466	1,998	Turun

Tabel 4.18 Perbedaan hasil uji peningkatan antara penelitian Daniah Syafaati dengan M. Dzaki Fuad

Peneliti	Daniah S	Dzaki F	Keterangan
Gain	0,58	0,40	menurun

Berdasarkan tabel 4.17 menunjukkan bahwa dari 2 penelitian ini menunjukkan adanya kesamaan yaitu sama-sama terdapat perbedaan antara kelas yang menggunakan modul integrasi sains dan islam dengan kelas yang menggunakan buku konvensional lainnya, sedangkan perbedaan antara 2 penelitian ini terdapat perbedaan nilai t_{hitung} dimana t_{hitung} pada penelitian M. Dzaki Fuad mengalami penurunan 0,74 pada uji t sampel berpasangan dan uji t sampel bebas 0,031. Berdasarkan tabel 4.18 menunjukkan adanya penurunan gain antara penelitian yang dilakukan oleh penulis (M. Dzaki Fuad) yaitu sebesar 0,8. Hal ini disebabkan karena kemampuan kognitif masing-masing siswa adalah berbeda dan kemampuan guru dalam menjelaskan materi adalah berbeda.

D. Keterbatasan Penelitian

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan, akan tetapi penulis berusaha semaksimal mungkin dalam menyampaikan pembelajaran dengan bantuan dari guru Fisika dan arahan dari dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2.

Meskipun banyak ditemukan keterbatasan dalam penelitian ini, penulis tetap bersyukur dengan keadaan yang ada sehingga penulis dapat berjalan dengan lancar.

BAB V

PENUTUP

A. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di MA Al-Hadi tentang efektivitas penggunaan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam terhadap hasil belajar siswa dapat disimpulkan bahwa: Penggunaan modul Fisika berbasis integrasi sains dan Islam pada materi Momentum dan Impuls efektif digunakan dengan kategori efektivitas yaitu sedang, dengan nilai N-gain 0,40 serta rata-rata hasil belajar siswa yang diajar dengan menggunakan modul Fisika berbasis Integrasi sains dan Islam lebih baik dibandingkan rata-rata hasil belajar siswa yang diajar menggunakan buku konvensional dengan nilai $t_{hitung} = 2,466 > t_{tabel} = 1,998$.

B. SARAN

Berdasarkan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, bahwa modul Fisika berbasis integrasi sains dan islam efektif terhadap hasil belajar siswa, maka penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Bagi siswa dapat menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains islam sebagai salah satu referensi belajar yang dapat digunakan mandiri,

2. Bagi guru fisika dapat menggunakan modul fisika berbasis integrasi sains dan islam sebagai salah satu media pembelajaran materi momentum dan impuls
3. Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan menggunakan variabel yang lain selain hasil belajar siswa, disarankan untuk menggunakan variabel sikap spiritual siswa.
4. Dibutuhkan perencanaan waktu yang matang, instrumen yang valid, semangat yang tinggi serta doa kepada Allah agar penelitian dapat berjalan dengan baik sesuai rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajudin. 2016. *Fisika Dasar I*. Bandung: ITB
- Anwar, Edi Daenuri. *Telaah Ilmiah Sains dalam Hadits yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari*. wahana academia. ... 39
- Arikunto, S. 2012. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Az-Zarnujy, A. S. 2010. *Ta'limul Muta'alim: Mitode Belajar*. Terjemahan HM Sa'dullah Rouyani. Kudus: Banat.
- Barizi, A. 2011. *Pendidikan Integratif: Akar Tradisi dan Integrasi Keilmuan Pendidikan Islam*. Malang: UIN MALIKI Press
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul (Bahan Ajar untuk Guru dalam Mengajar)*. Yogyakarta : Gava Media
- Ergül, N Remziye. 2013. *Momentum Concept in the Process of Knowledge Construction*. Educational Sciences: Theory & Practics. 13(3). 1897-1901
- Handrianto, Budi. 2010. *Lima konsep Islamisasi Sains*. Jurnal Pemikiran Islam Republika. Hal 7 Volume September 2010: 7
- Hakke, R. R. 1999. Analyzing Change/gain Score. AREA-D American education Research Association's Devision D. Measurment and Reasearch Methodology.

- Hidayat, Fahri. 2015. *Pengembangan Paradigma Integrasi Ilmu : Harmonisasi Islam dan Sains dalam Pendidikan*. Jurnal Pendidikan Islam : 04 (02): 299-318
- Mukhlas, M. 2006. Integrasi Sains dan Agama dalam Pendidikan Islam: Urgensi dan Strategi. Al-Tahrir: Jurnal pemikiran islam. Vol 6 juli: 2
- Nurkhabibah, Vetti. 2017. *Pengembangan Modul Fisika kelas Xi Ma Bercirikan Integrasi Sains Dan Islam pada Materi Usaha dan Energi, Hukum Kekekalan Energi, Momentum, Impuls dan Tumbukan*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo
- Rosadisastra, A. 2007. *Metode tafsir Ayat-ayat Sains dan Sosial*. Jakarta: Amzah
- Rusdiana, A. 2014. Integrasi Pendidikan Agama Islam dengan Sains dan Teknologi. *Istek*. 8(2): 123-143
- Sarioğlan, Ayberk Bostan dan Hüseyin Küçüközer. 2014. *Comparison of High School Students' Ideas about Momentum and Impulse Conceptions Before and After Instruction*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 116 (2014) 3771-3775).
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al Misbah: pesan, kesan, dan keserasian Al- Qur'an/M.Quraish Shihab vol 13*. Jakarta: Lentera hati
- Slameto. 2010. *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2017. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- Susilowati, Febri. 2018. *Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Gerak Lurus Kelas X SMA/MA*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo
- Syafaati, Daniah. 2018. *Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Pada Materi Gelombang Elektromagnetik Kelas X di Ma Hidayatus Syubban terhadap Hasil Belajar Siswa*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo.
- Tipler.1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Wardhana, Wisnu Arya. 2006. *Al Quran dan teori Einstein: melacak teori Einstein dalam Al Quran*. Jogjakarta: Pusta Pelajar.
- Zarman, Wendi. 2010. *Menyatukan Fisika dan metafisika*. Jurnal Pemikiran Islam Republika. Volume September 2010: 7

Lampiran 1. Penunjukan Pembimbing



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

Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366 Semarang 50185

Nomor : B-3800/Un.10.8/J6/PP.00.9/11/2018

Semarang, 21 November 2018

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :

1. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
2. Edi Daenuri Anwar, M.Si.

di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055

Judul : **Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi sains dan Islam Pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar siswa Kelas X**

Dan menunjuk Saudara :

1. Joko Budi Poernomo, M.Pd sebagai pembimbing I
2. Edi Daenuri Anwar, M.Si sebagai pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n Dekan

Ketua Jurusan Pendidikan Fisika



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc

NIP/19770320 200912 1 002

Tembusan:

Lampiran 2. Surat Izin 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.1095/Un.10.8/D1/TL.00/03/2019 Semarang, 15 Maret 2019
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala MA Al Hadi Giri Kusumo
di Demak

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
NIM : 1503066055
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Skripsi : "Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X"

Pembimbing : 1. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
2. Edi Daenuri Anwar, 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 selama 2 bulan, mulai tanggal 12 Maret - 27 April 2019.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kelembagaan



Liliana, M.Pd.
NIP. 19590313 198103 2 007

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

Lampiran 3. Surat Keterangan telah melakukan Penelitian



YAYASAN PONDOK PESANTREN AL HADI MADRASAH ALIYAHAL HADI

Girikusuma RT. 002 RW. 003 Desa Banyumeneng Kecamatan Mranggen
Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah 59567
Telepon 0851 00707792 - 0851 00707792, 0851 0626 1415
e-mail : maalhadigiri@yahoo.com

SURAT KETERANGAN Nomor :063/MA.AH/11.21/PP.00.6/KS.02/10/2019

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dzikron Najib, S.HI, S.Kom
NIP. : ---
Jabatan : Kepala Madrasah

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
NIM : 1503066055
Jurusan / Fak. : Pendidikan Fisika / Fakultas Sains dan Teknologi
Judul : Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam
pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X

Mahasiswa tersebut benar-benar telah melakukan penelitian di MA Al Hadi Mranggen Kabupaten Demak.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, dan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Girikusuma, 18 Oktober 2019
Kepala Madrasah

Dzikron Najib, S.HI, S.Kom



Lampiran 4. Hasil wawancara

Hasil Wawancara

Responden : Hammam, S.Pd. (Guru MA Al-Hadi)
Waktu : Selasa, 12 Maret 2019
Tempat : Kantor Guru MA-Alhadi

- 1 Pertanyaan : Kurikulum Apakah yang diterapkan dalam pembelajaran di kelas 10 MA Al-Hadi?
 Jawaban : Kurikulum yang diterapkan adalah kurikulum 2013 revisi 2017
- 2 Pertanyaan : Metode pembelajaran apakah yang sering digunakan dalam proses pembelajaran fisika di kelas 10 IPA ?
 Jawaban : Metode pembelajaran yang sering digunakan adalah metode ceramah dan pemberian contoh-contoh soal serta penugasan / PR
- 3 Pertanyaan : Media pembelajaran apakah yang sering digunakan? Mengapa demikian?
 Jawaban : Papan tulis, alat praktikum dan media lain di sekitar lingkungan sekolah yang berkaitan dengan materi
- 4 Pertanyaan : Jenis bahan ajar fisika apakah yang menjadi pedoman siswa dan guru selama proses pembelajaran di kelas 10 IPA?

Apakah bahan ajar tersebut sudah mengintegrasikan Sains dan Islam?

Jawaban : Bahan ajar yang digunakan untuk pedoman adalah catatan materi dari saya, karena buku paket berbasis K13 belum tersedia di Madrasah, sedangkan saya sendiri menggunakan Buku Paket Fisika untuk Kelas X Erlangga dan buku lainnya sebagai sumber belajar, biasanya saya menuliskan materi di papan tulis dan menjelaskannya, meskipun dari sekolah sudah menyediakan LKS, namun LKS tersebut hanya digunakan latihan soal dan tugas-tugas saja.

5 Pertanyaan : Kenapakah LKS tersebut jarang digunakan?

Jawaban : LKS tersebut masih belum layak digunakan sebagai buku pedoman, dikarenakan terdapat beberapa kesalahan konsep pada materi yang disajikan. Oleh karena itu guru masih menuliskan materi di papan tulis.

Pertanyaan : Apakah selama ini bapak pernah menggunakan buku Fisika yang mengintegrasikan Sains dan Islam untuk mengajar?

Sejauh ini belum pernah saya gunakan dalam mengajar

6 Pertanyaan : Apakah harapan Bapak sebagai guru fisika di MA Al-Hadi tentang bahan ajar/modul di MA Al-Hadi?


Jawaban : Harapan saya semoga kedepannya ada bahan ajar modul yang lebih baik lagi, dengan materi yang lengkap dan kontekstual, serta mampu mengintegrasikan antara sains dan islam

Guru Fisika



.....
Hamnam S. Pd

Demak, 12 Maret 2019
Peneliti



.....
M. DZAKI FUAD SALIM P.

Lampiran 5. Surat Pernyataan Validator

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : *Qisthi Fariyani*

NIP :

Instansi : *UIN Walisongo*

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul “ Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X ” Yang telah disusun oleh :

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055

Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika

Instansi : UIN Walisongo

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, *27 Maret* 2019

Penilai,



Qisthi Fariyani

NIP.

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Biannik Niski Kumila

NIP :

Instansi : UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul “ Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X ” Yang telah disusun oleh :

Penulis 1

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055

Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika

Instansi : UIN Walisongo

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 03 Mei2019

Penilai,


BIANNIK NISKI KUMILA

NIP.

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : HAMMAM, S.Pd

NIP : -

Instansi : MA AL HADI GINKUSUMA

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul “ Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X ” Yang telah disusun oleh :

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055


Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika

Instansi : UTN Walisongo

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 8 Mei2019

Penilai,


Hammam S. Pd

NIP.

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Izzatul Faqih

NIP : -

Instansi : UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul “ Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X ” Yang telah disusun oleh :

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra

NIM : 1503066055


Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika

Instansi : UIN Walisongo

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 25 Maret 2019

Penilai,


Muhammad Izzatul Faqih

NIP.

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : *Arsini, M.Sc.*
NIP : *19840812 201101 2011*
Instansi : *UIN Walisongo Semarang*

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul “ Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X ” Yang telah disusun oleh :

Nama : *Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra*
NIM : *1503066055*
Fakultas/ Jurusan : *Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika*
Instansi : *UIN Walisongo*

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, *27 Maret* 2019

Penilai,

Uff.

Arsini, M.Sc.

NIP. *19840812 2011012011*

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : *Dnsr Fadla*
NIP : *19800915 200501 1005*
Instansi : *UIN Walisongo*

Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul " Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X " Yang telah disusun oleh :

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
NIM : 1503066055
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Instansi : UIN Walisongo

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang,¹⁹⁻³⁻.....2019

Penilai

[Signature]
Dnsr Fadla

NIP. *19800915 200501 1006*

SURAT PERNYATAAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. H. Jasuri, M.S.I
NIP : 190710141994031 005
Instansi : UIN WALISONGO


Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada buku yang berjudul “ Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan untuk kelas X ” Yang telah disusun oleh :

Nama : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
NIM : 1503066055
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Instansi : UIN Walisongo

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 08 April 2019

Penilai,


Drs. H. Jasuri, M.S.I
NIP. 190710141994031 005

Lampiran 6. Data Validasi ahli materi

INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK MATERI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum impuls, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran ini. Oleh s itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/ibu sebagai Validator Aspek Materi pada modul ini.

B. Identitas Ahli:

Nama : Qisthi Fariyani
NIP :
Instansi :
Pendidikan :

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau 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 berbasis 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 Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
KELAYAKAN ISI			
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 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 di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak ada point yang disebutkan di atas terpenuhi
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/agama tempat belajar peserta didik (4) Membantu peserta didik mempelajari materi tata surya.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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) latihan soal sesuai dengan konsep materi (4) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
4	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 (5) Gambar dan diagram diutamakan yang aktual
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
KEBAHASAAN			
1	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 (5) Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Kelayakan penyajian materi	5	(1) Materi disajikan secara sistematis (2) Terdapat rangkuman untuk menguatkan pemahaman peserta didik (3) Terdapat soal latihan pada setiap akhir sub bab (4) Terdapat kunci jawaban soal latihan
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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	Saalah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkar diatas
TEKNIK PENYAJIAN			
1	Pendukung penyajian	5	(1) Terdapat soal untuk evaluasi (2) Terdapat game/permainan untuk menguatkan konsep peserta didik. (3) Memuat informasi tentang keterkaitan ilmu fisika dengan keislaman. (4) Terdapat percobaan untuk meningkatkan

			pemahama peserta didik.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
2	Penyajian pembelajaran	5	(1) Penyajian tidak bersifat verbal (2) Penyajian materi bersifat mengajak dialog peserta didik dan berpartisipasi aktif secara mandiri. (3) Penggunaan istilah dan simbol dalam majalah disajikan secara konsisten dan sistematis. (4) Istilah yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan ilmu fisika.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	Keterkaitan materi dengan ilmu keislaman	5	(1) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an sudah banyak (2) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an hanya sebagian (3) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an cukup (4) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an masih kurang
		4	Point pertama sesuai dengan isi majalah
		3	Point kedua sesuai dengan isi majalah
		2	Point ketiga sesuai dengan isi majalah
		1	Point keempat sesuai dengan isi majalah

E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD				✓	
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✓	
3	Keakuratan materi			✓		
4	Kemutakhiran materi				✓	
KEBAHASAAN						
1	Kejelasan informasi			✓		
2	Kelayakan penyajian materi				✓	
3	Kesesuaian EYD			✓		
TEKNIK PENYAJIAN						
1	Pendukung penyajian			✓		
2	Penyajian pembelajaran			✓		
3	Keterkaitan materi dengan ilmu keislaman	✓				

F. Komentar

- Tulisan dlm modul terlalu kecil & rapat (penuh tiap halaman)
- Pada kegiatan percobaan, langsung diberikan tabel hasil percobaan & kesimpulan percobaan → tidak melatih siswa untuk mencoba sendiri
- Soal² hanya mengacu ke perhitungan
- Keterangan gambar (hlm 19) tidak konsisten
- Materi, soal belum terintegrasi Islam, keislaman hanya ditulis pada kolom terpisah

G. Saran

- Rumuskan kalimat pertanyaan efektif pd tes kompetensi
- Buat modul dalam ukuran A4 agar lebih nyaman dibaca
- Buat kegiatan yg meminta siswa benar² melakukan kegiatan tsb sehingga menggiring siswa untuk menemukan konsep
- Buat juga soal yang menggali pemahaman/keterampilan berpikir siswa
- Integrasikan keislaman pada materi dan contoh soal, serta soal latihan (evaluasi)

H. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan Islam pada materi momentum dan impuls*):

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, 26 Maret2019



Rizki Faniyani

NIP.

INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK MATERI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek 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 Materi pada modul ini.

B. Identitas Ahli:

Nama : BIAUNIK HISKI KUMILA
NIP :
Instansi : UIN WALISONGO
Pendidikan : FISIKA MATERIAL

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau 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 berbasis 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 Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
KELAYAKAN ISI			
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 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 yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak ada point yang disebutkan di atas terpenuhi
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/agama tempat belajar peserta didik (4) Membantu peserta didik mempelajari materi tata surya.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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) latihan soal sesuai dengan konsep materi (4) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
4	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 p konsep (4) Contoh soal dan latihan soal sesuai deng konsep materi (5) Gambar dan diagram diutamakan yang aktual
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuh
KEBAHASAAN			
1	Kejelasan informasi	5	(1) Bahasa yang digunakan mudah dipahami (2) Bahasa yang digunakan sesuai deng perkembangan berpikir peserta didik (3) Tulisan jelas dan mudah dibaca (4) Kata perintah/ petunjuk jelas (5) Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuh
2	Kelayakan penyajian materi	5	(1) Materi disajikan secara sistematis (2) Terdapat rangkuman untuk menguatk pemahaman peserta didik (3) Terdapat soal latihan pada setiap akhir sub ba (4) Terdapat kunci jawaban soal latihan
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuh
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan atas
3	Kesesuaian EYD	5	(1) Penggunaan ejaan bahasa Indonesia sec 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	Saalah satu point yang disebutkan diatas terpenuh
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutk diatas
TEKNIK PENYAJIAN			
1	Pendukung penyajian	5	(1) Terdapat soal untuk evaluasi (2) Terdapat game/permainan untuk menguatk konsep peserta didik. (3) Memuat informasi tentang keterkaian ih fisika dengan keislaman. (4) Terdapat percobaan untuk meningkatk

			pemahama peserta didik.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan atas
2	Penyajian pembelajaran	5	(1) Penyajian tidak bersifat verbal (2) Penyajian materi bersifat mengajak dia peserta didik dan berpartisipasi aktif secara mandiri. (3) Penggunaan istilah dan simbol dalam majalah disajikan secara konsisten dan sistematis. (4) Istilah yang digunakan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan ilmu fisika.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan atas
3	Keterkaitan materi dengan ilmu keislaman	5	(1) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an sudah banyak (2) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an hanya sebagian (3) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an cukup (4) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an masih kurang
		4	Point pertama sesuai dengan isi majalah
		3	Point kedua sesuai dengan isi majalah
		2	Point ketiga sesuai dengan isi majalah
		1	Point keempat sesuai dengan isi majalah

E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD				✓	
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik			✓		
3	Keakuratan materi			✓		
4	Kemutakhiran materi			✓		
KEBAHASAAN						
1	Kejelasan informasi				✓	
2	Kelayakan penyajian materi				✓	
3	Kesesuaian EYD			✓		
TEKNIK PENYAJIAN						
1	Pendukung penyajian			✓		
2	Penyajian pembelajaran			✓	✓	
3	Keterkaitan materi dengan ilmu keislaman				✓	

F. Komentar

- كافة واحدة diganti كافة، واحدة (Halaman 4)
- Halaman 9 harus diperbaiki!
 1. Manakah dari pernyataan di bawah yang mampu menghasilkan impuls terkecil / terbesar?
- Banyak "typo" di beberapa tempat.

G. Saran

- ~~Di~~ ~~sub~~ Tambahkan "kegiatan", "Contoh soal", dan "soal latihan" di tiap sub-bab.
- Arus V_i ~~negatif~~ bernilai negatif. (Halaman 14)

H. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls *):

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, 26 Maret 2019



BLAINIK NISKI KUMI L, M
NIP.

INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK MATERI

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek 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 Materi pada modul ini.

B. Identitas Ahli:

Nama : Hamman
NIP : -
Instansi : MA AL HADI Girisesuma
Pendidikan : S-1

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau 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 berbasis 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 Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
KELAYAKAN ISI			
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 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 yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak ada point yang disebutkan di atas terpenuhi
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/agama tempat belajar peserta didik (4) Membantu peserta didik mempelajari materi momentum, impuls dan tumbukan.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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) latihan soal sesuai dengan konsep materi (4) Materi yang disajikan sesuai dengan keilmuan fisika dan saling terkait.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
4	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 (5) Gambar dan diagram diutamakan yang aktual
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
KEBAHASAAN			
1	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 (5) Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Kelayakan penyajian materi	5	(1) Materi disajikan secara sistematis (2) Terdapat rangkuman untuk menguatkan pemahaman peserta didik (3) Terdapat soal latihan pada setiap akhir sub bab (4) Terdapat kunci jawaban soal latihan
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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	Saalah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas
TEKNIK PENYAJIAN			
1	Pendukung penyajian	5	(1) Terdapat soal untuk evaluasi (2) Terdapat game/permainan untuk menguatkan konsep peserta didik. (3) Memuat informasi tentang keterkaitan ilmu fisika dengan keislaman. (4) Terdapat percobaan untuk meningkatkan

			pemahama peserta didik.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
2	Penyajian pembelajaran	5	(1) Penyajian tidak bersifat verbal (2) Penyajian materi bersifat mengajak dialog 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 di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	Keterkaitan materi dengan ilmu keislaman	5	(1) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an sudah banyak (2) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an hanya sebagian (3) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an cukup (4) Materi yang dikaitkan dengan al Qur'an masih kurang
		4	Point pertama sesuai dengan isi modul
		3	Point kedua sesuai dengan isi modul
		2	Point ketiga sesuai dengan isi modul
		1	Point keempat sesuai dengan isi modul

E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan KI dan KD					×
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik					×
3	Keakuratan materi					×
4	Kemutakhiran materi					×
KEBAHASAAN						
1	Kejelasan informasi				×	
2	Kelayakan penyajian materi					×
3	Kesesuaian EYD					×
TEKNIK PENYAJIAN						
1	Pendukung penyajian					×
2	Penyajian pembelajaran					×
3	Keterkaitan materi dengan ilmu keislaman					×

F. Komentar

Model ini sangat bagus karena sudah terintegrasi dgn keislaman yang sudah dengan kurikulum madrasah. Bahwa hal yang dapat dieksplor siswa dgn menggunakan model ini.

G. Saran

lebih ditingkatkan lagi dalam penulisannya agar siswa lebih mudah lagi mengkaitkan ilmu Fisika dgn. Keislaman

H. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls *):

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

*) Lingkari salah satu

Demak
Semarang, 30 April 2019

Hakim
NIP.

Lampiran 7. Data Validasi ahli media

INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK DESAIN MEDIA

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran mc pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada ma momentum dan impuls, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelaja ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini seb. Validator Aspek Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesu: pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak diguna dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesedi Bapak/ibu sebagai Validator Aspek desain media pada modul ini

B. Identitas Ahli:

Nama : Arsini, M.Sc
NIP : 198408122011012011
Instansi : U.N. Walisongo
Pendidikan : S2 Fisika

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempel: modul yang dikembangkan
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini den memberi silang (x) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika berb 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 Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
DESAIN MEDIA			
1	Penyajian modul	5	(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar. (2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas bagian-bagian yang kecil/spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas. (3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran (4) Tersedia soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur penguasaan peserta didik. (5) Kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana, tugas atau konteks kegiatan dan lingkungan peserta didik.
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Kelayakan kegrafikan		(1) Bahasa dan gambar yang digunakan seimbang baik ditinjau dari aspek ukuran, perbandingan bahasa dengan gambar, maupun pesan yang ingin disampaikan. (2) Penempatan ilustrasi/ hiasan pada setiap halaman tidak mengganggu kejelasan informasi pada teks yang berakibat menghambat pemahaman peserta didik (3) Penggunaan Font pada majalah tidak mengganggu keterbacaan materi. (4) Penempatan gambar/animasi tidak mengganggu keterbacaan materi.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	Layout		1. Desain menarik 2. Layout memudahkan pembaca memahami materi 3. Sinkronisasi antar ilustrasi grafis, visual dan verbal 4. Kejelasan dan fungsi ilustrasi gambar, dan sketsa dengan materi 5. Fungsi gambar terhadap minat dan motivasi belajar peserta didik dan materi
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi

		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
4	Warna	5	(1) Penggunaan warna yang proporsional (2) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks (3) Desain tata letak warna setiap halaman yang proporsional (4) Penggunaan warna terhadap minat dan ketertarikan belajar peserta didik.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
5	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 di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
6	Kemenarikan <i>Desain</i>	5	(1) Kejelasan judul majalah (2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional (3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas (4) Desain tidak mengganggu pemahaman peserta didik.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
KEBAHASAAN			
1	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 (5) Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Kelayakan penyajian materi	5	(1) Materi disajikan secara sistematis (2) Terdapat rangkuman materi di akhir penjelasan (3) Terdapat soal latihan pada setiap akhir sub bab

			(4) Terdapat kajian islami dalam materi yang berkaitan.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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	Saalah satu point yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan diatas

E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
DESAIN MAJALAH						
1	Penyajian modul				✓	
2	Kelayakan kegrafikan				✓	
3	Kualitas tampilan				✓	
4	Warna				✓	
5	Keterbacaan tulisan				✓	
6	Kemenarikan <i>lay out</i>				✓	
KEBAHASAAN						
1	Kejelasan informasi				✓	
2	Kelayakan penyajian materi				✓	✓
3	Kesesuaian EYD				✓	

F. Komentar

- ⊙ Halaman sampul → tulisan berbasis integrasi & bawah modul
- ⊙ Halaman sampul → tulisan diperbaiki, yg nama penulis pembimbing. → tulisan jumlah kapital
- ⊙ penulisan kalimat → kata sambung jangan dipisah.
- ⊙ penulisan rumus di tengah
- ⊙ hal 8 → tulisan sumber diperjelas & tulisan informasi dan
- ⊙ hal 9 → penulisan masih banyak salah ketik
- ⊙ hal 18 → perbaiki kalimat
- ⊙ hal 27 → salah ketik
- ⊙ hal 30.
- ⊙ hal 32 → salah penulisan

G. Saran

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

H. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan isla pada materi momentum dan impuls *):

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, 27-3 - 2011


Arsini, M.Sc.
NIP. 19840812 201012011

INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK DESAIN MEDIA

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran mod pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada mate momentum dan impuls, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajar ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebag Validator Aspek Materi. Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuai pemanfaatan modul dan sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunak dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesedia Bapak/Ibu sebagai Validator Aspek desain media pada modul ini

B. Identitas Ahli:

Nama : Muhammad Izah Fajih
NIP :
Instansi : UIN Walisongo
Pendidikan : S2

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini deng memberi silang (×) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika berbas 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 Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
DESAIN MEDIA			
1	Penyajian modul	5	(1) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar. (2) Memuat materi pembelajaran yang dikemas bagian-bagian yang kecil/spesifik, sehingga memudahkan dipelajari secara tuntas. (3) Tersedia contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran (4) Tersedia soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan untuk mengukur penguasaan peserta didik. (5) Kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana, tugas atau konteks kegiatan dan lingkungan peserta didik.
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Kelayakan kegrafikan	5	(1) Bahasa dan gambar yang digunakan seimbang, baik ditinjau dari aspek ukuran, perbandingan bahasa dengan gambar, maupun pesan yang ingin disampaikan. (2) Penempatan ilustrasi/ hiasan pada setiap halaman tidak mengganggu kejelasan informasi pada teks yang berakibat menghambat pemahaman peserta didik (3) Penggunaan Font pada majalah tidak mengganggu keterbacaan materi. (4) Penempatan gambar/animasi tidak mengganggu keterbacaan materi.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	Layout	5	1. Desain menarik 2. Layout memudahkan pembaca memahami materi 3. Sinkronisasi antar ilustrasi grafis, visual dan verbal 4. Kejelasan dan fungsi ilustrasi gambar, dan sketsa dengan materi 5. Fungsi gambar terhadap minat dan motivasi belajar peserta didik dan materi
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi

		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
4	Warna	5	(1) Penggunaan warna yang proporsional (2) Penerapan warna tidak mengganggu keterbacaan teks (3) Desain tata letak warna setiap halaman yang proporsional (4) Penggunaan warna terhadap minat dan ketertarikan belajar peserta didik.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
5	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 di atas
6	Kemenarikan <i>Desain</i>	5	(1) Kejelasan judul majalah (2) Tata letak teks dan gambar yang proporsional (3) Penggunaan tulisan dan gambar yang jelas (4) Desain tidak mengganggu pemahaman 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 di atas
KEBAHASAAN			
1	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 (5) Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Kelayakan penyajian materi	5	(1) Materi disajikan secara sistematis (2) Terdapat rangkuman materi diakhir penjelasan (3) Terdapat soal latihan pada setiap akhir sub bab

			(4) Terdapat kajian islami dalam materi yang berkaitan.
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	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 di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas

E. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
DESAIN MAJALAH						
1	Penyajian modul				✓	✓
2	Kelayakan kegrafikan				✓	
3	Kualitas tampilan				✓	
4	Warna				✓	
5	Keterbacaan tulisan			✓		
6	Kemenarikan <i>lay out</i>				✓	
KEBAHASAAN						
1	Kejelasan informasi					✓
2	Kelayakan penyajian materi					✓
3	Kesesuaian EYD				✓	

F. Komentar

Judul kurang kontras
 masih ada beberapa kata yang salah ketik
 beberapa simbol kurang konsisten
 Penulisan sumber gambar ~~terasa~~ tidak jelas
 Keterangan gambar kurang ~~terasa~~ jelas
 Penulisan equation beberapa kurang besar
 halaman 12 & 25 overlap

G. Saran

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

H. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls *):

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 Maret 2019



Muhammad Izzatul Fajih

NIP.

Lampiran 8. Data Validasi ahli integrasi sains dan islam

**INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK INTEGRASI KEISLAMAN**

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls, maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran ini. Oleh sebab itu, dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek 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 integrasi keislaman modul Fisika pada modul ini.

B. Identitas Ahli:

Nama : Yhd. Fadlan
NIP : 19800915 200501 1006
Instansi : UIN Walisongo
Pendidikan : S2 Ilmu Fisika

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau 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 berbasis 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

1. Indikator Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
1	Integrasi Sains dan Islam	5	(1) Terdapat unsur integrasi Sains dan Islam antara ayat al-Qur'an daniomu fisika. (2) Konsep materi tata surya sesuai dengan ayat al Qur'an (3) Kandunagn ayat al Qur'an dapat membantu sisw mempelajari materi tata surya (4) Kandungan ayat al Qur'an dapat dipahami dengan baik (5) Membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahamam terpadu antara al Qur'an dan materi tata surya.
		4	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Sains mendukung spiritualisasi	5	(1) Kemampuan menyajikan unsur spiritualitas Islam dalam materi (2) Adanya nilai-nilai ketuhanan pada materi (3) Kemampuan menanamkan nilai ketuhanan (4) Adanya upaya membangun ilmu pengetahuan yang didasarkan keilmuan yang bersumber dari al Qur'an
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	Kebahasaan	5	(1) Penulisan ayat al Qur'an sesuai dengan kaidah yang benar (2) Penggunaan bahasa yang komunikatif (3) Teks mengarah pada pemahaman materi (4) Tidak terdapat kalimat dengan makna ganda
		4	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas

2. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
1	Integrasi Sains dan Islam				X	
2	Sains mendukung spiritualisasi				X	
3	Kebahasaan				X	

3. Komentor

Integrasi sains dan Islam sudah cukup baik, namun
belum mengentah pada contoh soal 7.8 & 7.9

4. Saran

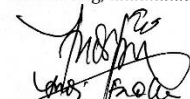
5. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls *):

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 - 4 - 2019


NIP. 19800915 200501 1006

INSTRUMEN VALIDASI MODUL
MODUL FISIKA TERINTEGRASI KEISLAMAN
PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS UNTUK MA KELAS X
ASPEK INTEGRASI KEISLAMAN

A. Pengantar

Berkaitan dengan pelaksanaan Pengembangan Media Pembelajaran modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan imp maka peneliti bermaksud mengadakan validasi media pembelajaran ini. Oleh sebab dimohon kesediaan Bapak/Ibu mengisi angket di bawah ini sebagai Validator Aspek Ma Tujuan dari pengisian angket adalah untuk mengetahui kesesuaian pemanfaatan modul sebagai pengukuran kelayakan modul sehingga layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Sebelumnya, saya sampaikan terima kasih atas kesediaan Bapak/ibu sebagai Validator A integrasi keislaman modul Fisika pada modul ini.

B. Identitas Ahli:

Nama : Drs. H. Jasuri, M.S.I
NIP : 196710141994031005
Instansi : FST
Pendidikan : S.2

C. Petunjuk Penilaian

1. Sebelum mengisi angket ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari modul yang dikembangkan
2. Mohon Bapak/Ibu menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam instrumen ini dengan menilang (X) pada kolom yang berguna untuk menilai kualitas modul fisika berbasis 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

1. Indikator Instrumen Validasi

No	Komponen	Skor	Deskripsi
1	Integrasi Sains dan Islam	5	(1) Terdapat unsur integrasi Sains dan Islam antara ayat al-Qur'an daniomu fisika. (2) Konsep materi tata surya sesuai dengan ayat al Qur'an (3) Kandunagn ayat al Qur'an dapat membantu sisw mempelajari materi tata surya (4) Kandungan ayat al Qur'an dapat dipahami dengan baik (5) Membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman terpadu antara al Qur'an dan materi tata surya.
		X	Empat point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
2	Sains mendukung spiritualisasi	5	(1) Kemampuan menyajikan unsur spiritualitas Islam dalam materi (2) Adanya nilai-nilai ketuhanan pada materi (3) Kemampuan menanamkan nilai ketuhanan (4) Adanya upaya membangun ilmu pengetahuan yang didasarkan keilmuan yang bersumber dari al Qur'an
		X	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas
3	Kebahasaan	5	(1) Penulisan ayat al Qur'an sesuai dengan kaidah yang benar (2) Penggunaan bahasa yang komunikatif (3) Teks mengarah pada pemahaman materi (4) Tidak terdapat kalimat dengan makna ganda
		X	Tiga point yang disebutkan di atas terpenuhi
		3	Dua point yang disebutkan di atas terpenuhi
		2	Salah satu point yang disebutkan di atas terpenuhi
		1	Tidak mencakup semua point yang disebutkan di atas

2. Lembar Penilaian

No	Komponen	1	2	3	4	5
1	Integrasi Sains dan Islam				X	
2	Sains mendukung spiritualisasi				X	
3	Kebahasaan				X	

3. Komentar

Cukup baik dan jelas

4. Saran


5. Kesimpulan

Pengembangan modul pembelajaran fisika kelas X MA berbasis Integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls *):

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, 26-3-201


Drs. H. Jasri, MSi
NIP. 1967101419840310

Lampiran 2. analisis validasi modul

Rekapitulasi hasil validasi modul fisika oleh ahli materi

Penilai I : Qisthi Fariyani, M.Pd.

Penilai II : Biaunik Niski Kumila, M.Sc.

Penilai III : Hammam, S.Pd.

Aspek penilaian	Komponen	Penilai			Jumlah	Σ per aspek	Σ rata-rata	% per aspek
		I	II	III				
Kelayakan isi	Kesesuaian dengan KI dan	4	4	5	13	45	3.8	75.0
	Kesesuaian dengan kebutuhan	4	3	4	11			
	Keakuratan materi	3	3	4	10			
	Kemutakhiran materi	4	3	4	11			
Kebahasaaan	Kejelasan Informasi	3	4	4	11	34	3.8	75.56
	Kelayakan Penyajian Materi	4	4	4	12			
	Kesesuaian EYD	3	3	5	11			
Teknik Penyajian	Pendukung Penyajian	3	3	4	10	30	3.3	66.7
	Penyajian Pembelajaran Keterkaitan	3	3	5	11			
	materi dengan ilmu keislaman	1	4	4	9			

Rekapitulasi hasil validasi modul fisika oleh ahli media

Penilai I : Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.

Penilai II : Arsini, M.Sc.

Aspek penilaian	Komponen	Penilai		Jumlah	Σ per aspek	Σ rata-rata	% per aspek
		I	II				
Desain Modul	Penyajian modul	5	4	9	48	4.0	80.0
	Kelayakan kegrafikan	4	4	8			
	Kualitas tampilan	4	4	8			
	Warna	4	4	8			
	Keterbacaan tulisan	3	4	7			
	Kemenarikan <i>lay out</i>	4	4	8			
Kebahasaan	Kejelasan informasi	5	4	9	27	4.5	90
	Kelayakan penyajian materi	5	5	10			
	Kesesuaian EYD	4	4	8			

Rekapitulasi hasil validasi modul fisika oleh ahli Integrasi Keislaman

Penilai I : Andy Fadlan, M.Sc.

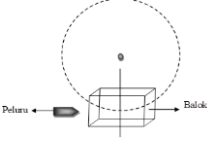
Penilai II : Drs. H. Jasuri, M.S.I.

Komponen	Penilai		Jumlah	Σ per aspek	Σ rata-rata	% per aspek
	I	II				
Integrasi Sains dan Islam	4	4	8	24	4	80
Sains mendukung spiritualisasi	4	4	8			
Kebahasaan	4	4	8			

**Lampiran 13. Daftar Nama Siswa Responden Uji Coba Soal
Instrumen Posttest**

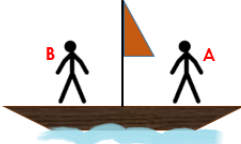
No	Nama	Kode
1	A. Maulana Syaifuddin	R-1
2	Ahmad fariq hidayat	R-2
3	Ahmad Tahlis AM	R-3
4	Devi Anjani	R-4
5	Devi Yunita Sari	R-5
6	devianana ns	R-6
7	Dian Nabila Ulya Faza	R-7
8	Dita Rosiyanti	R-8
9	Fada' R.F.	R-9
10	Fuad Tafrikhan	R-10
11	Khristijayanti	R-11
12	Lidya Aviyanti	R-12
13	lusy Mujianingrum	R-13
14	miftahul jannah	R-14
15	Millati Permata Sari	R-15
16	Safna Khoirotun isna	R-16
17	Saputri	R-17
18	Tari Fitria Ningsih	R-18
19	Tia Safira	R-19
20	wildan arfan	R-20

Soal Instrumen Uji Coba
Materi Momentum, Impuls, dan Tumbukan
Soal Paket B

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognifif
Membandingkan besar momentum pada suatu contoh	1	<p>Momentum terbesar dimiliki oleh....</p> <p>A. benda bermassa 90 kg dengan kecepatan 36 Km/jam</p> <p>B. benda bermassa 15 kg dengan kecepatan 15 km/jam</p> <p>C. benda bermassa 30 kg dengan kecepatan 90 km/jam</p> <p>D. benda bermassa 40 kg dengan kecepatan 20 km/jam</p> <p>E. benda bermassa 50 kg dengan kecepatan 72 km/jam</p>	<p>Penyelesaian: Hitung besar momentum tiap poin</p> <p>A. $90 \times 36 = 3.240$</p> <p>B. $15 \times 15 = 225$</p> <p>C. $30 \times 90 = 2.700$</p> <p>D. $40 \times 20 = 800$</p> <p>E. $50 \times 72 = 3.600$</p> <p>Kunci jawaban : E</p>	C2
Menganalisis kecepatan awal peluru yang menumbuk ayunan balistik	2	<p>Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>Sebuah ayunan balistik menggunakan balok kayu bermassa 2,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan di dalam balok dan balok berayun setinggi 0,1m dari kedudukan setimbangnya</p>	<p>Diket : $m_p = 10 \text{ g}$ $m_B = 2,99 \text{ kg}$ $h = 0,1 \text{ m.}$ ditanya : $v_p = ?$</p> <p>Penyelesaian: $v_p = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh}$</p> <p>$v_p = \left(\frac{0,01 + 2,99}{0,01}\right)\sqrt{(2)(9)}$</p> <p>$v_p = (300)(1,4)$ $= 420 \text{ m/s}$</p> <p>Jawaban : E.</p>	C4

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
		<p>($g = 9,8 \text{ m/s}^2$), tentukan kecepatan peluru sebelum tumbukan? ...</p> <p>A. 100 m/s B. 150 m/s C. 300 m/s D. 420 m E. 500 m/s²</p>		
Menguraikan Dimensi momentum dan Impuls	3	<p>Dimensi momentum dan impuls adalah....</p> <p>A. MLT^{-1} B. $ML^{-1}T$ C. MLT^{-2} D. MLT E. $M^{-1}LT$</p>	Kunci Jawaban : A	C2
Menerapkan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	4	<p>Sebutir peluru bermassa 150 g ditembakkan pada sebuah balok yang dalam keadaan diam dan bermassa 3,8 kg. jika kecepatan awal peluru adalah 200 m/s, berapakah kecepatan balok setelah peluru itu bersarang di dalamnya?....</p> <p>A. 7,50 m/s B. 7,59 m/s C. 8,20 m/s D. 9,00 m/s E. 9,23 m/s</p>	<p>Diket : $m_p = 150 \text{ g}$ $M_b = 3,8 \text{ kg}$ $v_p = 200 \text{ m/s}$ Ditanya = $V' = ?$ Penyelesaian : $m_p v_p + m_b v_b = (m_p + m_b) v'$ $(0,15)(200) + 0 = (0,15 + 3,8) v'$ $30 = 3,95 v'$ $v' = 7,59 \text{ m/s}$ Kunci jawaban : B</p>	C3
Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	5	<p>Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 25 kg.m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,1 s, besarnya gaya yang diberikan kepada bola adalah....</p> <p>A. 100 N B. 120 N C. 250 N D. 260 N</p>	<p>Diket : $\Delta t = 0,1 \text{ sekon}$ $I = 25 \text{ kg m/s}$ Ditanya : $F = ?$ Penyelesaian : $I = F \Delta t$ $F = I / \Delta t$ $F = \frac{25 \text{ kg m/s}}{0,1 \text{ s}} = 250 \text{ Kg m/s}^2 = 250 \text{ N}$ Kunci jawaban : C</p>	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
		E. 270 N		
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian	6	Sebuah benda dilepaskan dari ketinggian 8 m di atas lantai. Karena dipantulkan oleh lantai, benda naik lagi setinggi 2 m. koefisien restitusinya adalah.... A. $\sqrt{0,15}$ B. $\sqrt{0,25}$ C. $\sqrt{0,30}$ D. $\sqrt{0,35}$ E. $\sqrt{0,45}$	Diket : $h = 8 \text{ m}$ $h' = 2 \text{ m}$ Ditanya: koefisien restitusi (e) = ? Penyelesaian: $e = \frac{\sqrt{h'}}{\sqrt{h}} = \sqrt{\frac{2}{8}}$ $= \sqrt{0,25}$ Kunci Jawaban : B	C3
Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	7	Kang afif ingin menyelamatkan seorang korban banjir yang hampir tenggelam mula-mula kang afif naik sebuah rakit. Massa kang afif adalah 50 kg dan massa rakit adalah 100 kg. mula mula keadaan rakit adalah diam, kemudian dengan membaca بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيم kang afif meloncat dengan kecepatan 1,5 m/s, sehingga rakit bergerak berlawanan dengan arah loncatannya, kecepatan rakit saat kang afif meloncat ke dalam air adalah A. -0,85 m/s B. -0,75 m/s C. -1 m/s D. 1 m/s E. 0,75 m/s	Diket : $m_{Afif} = 50 \text{ kg}$ $m_{Rakit} = 100 \text{ kg}$ $v_{Peluru} = 2 \text{ m/s}$ Ditanya : $v_{Rakit} = ?$ Penyelesaian : $m_{Rakit}v_{Rakit} + m_{Afif}v_{Afif}$ $= m_{Rakit}v'_{Rakit}$ $+ m_{Afif}v'_{Afif}$ 0 $= m_{Rakit}v'_{Rakit}$ $+ m_{Afif}v'_{Afif}$ $v'_{Rakit} = -\frac{m_{Afif}}{m_{Rakit}}v'_{Afif}$ $= -\left(\frac{50}{100}\right)1,5$ $= -0,75 \text{ m/s}$ Kunci jawaban: B	C4
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa	8	Sebuah bola basket massanya 0,6 kg jatuh dari ketinggian 6 m. Waktu bola menumbuk tanah adalah 0,02 s sampai akhirnya bola berbalik	Diketahui: $m = 0,6 \text{ kg}$ $h = 6 \text{ m}$ $\Delta t = 0,02 \text{ s}$ $v' = -1/3 v$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$	

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
benda jatuh bebas		<p>dengan kecepatan 1/3 kali kecepatan ketika bola menumbuk tanah. Hitunglah perubahan momentum bola pada saat menumbuk tanah ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)</p> <p>A. 8,64 kg m/s B. 10 kg m/s C. 23 kg m/s D. 35 kg m/s E. 42,42 kg m/s</p>	<p>Ditanya : perubahan momentum / Impuls (Δp) Jawab: Cari besar v dan v' Asumsikan arah ke atas adalah (+), dan arah ke bawah adalah (-), maka:</p> $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{(2)(-9,8)(6)}$ $= \sqrt{-117,6} = -10,8 \text{ m/s}$ $v' = -\frac{1}{3}(-10,8)$ $= 3,6 \text{ m/s}$ <p>Perubahan momentum $\Delta p = m(v' - v)$ $= 0,6 (3,6 - (-10,8))$ $= 0,6(14,4)$ $= 8,64 \text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : A</p>	
Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	9	<p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>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, kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 1,5 m/s adalah....</p> <p>A. 10 m/s</p>	<p>Diketahui: $m_P = 100 \text{ kg}$ $v_P = 10 \text{ m/s}$ $m_A = 50 \text{ kg}$ $m_B = m_1 = 30 \text{ kg}$ $v_B' = v_2 = -1,5 \text{ m/s}$ Ditanya: kecepatan perahu setelah anak B meloncat (v_B') Jawab: Pada saat B meloncat maka dua kelompok yang terlibat yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kelompok pertama: Anak B (massanya yaitu $m_1 = 30 \text{ kg}$) • Kelompok kedua: anak A + perahu (misal sebut saja massanya m_2, maka m_2 adalah massa perahu + 	C4

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
		<p>B. 11,5 m/s C. 12,3 m/s D. 15,2 m.s E. 16 m/s</p>	<p>massa anak A. $m_2 = 100 + 50 = 150$ kg) Kecepatan awal anak A dan B sama dengan kecepatan perahu yaitu 10 m/s. $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $30(10) + 150(10) = 30(-1,5) + 150 v'_2$ $1800 = -45 + 150 v'_2$ $v'_2 = \frac{1800+45}{150} = 12,3$ m/s Kunci jawaban: C</p>	
Menyimpulkan prinsip kerja roket	10	<p>Menurut hukum kekekalan momentum dan aksi reaksi, sebuah roket dapat meluncur dikarenakan oleh.... A. Semburan gas panas pada ekor roket B. Pantulan oleh pegas C. gaya dorong mesin jet D. katrol E. turbin</p>	Kunci Jawaban: A	C2
Menyebutkan jenis besaran dan satuan momentum	11	<p>Momentum adalah ... A. Besaran vektor dengan satuan kg m B. Besaran skalar dengan satuan kg m C. Besaran vektor dengan satuan kg m/s D. Besaran skalar dengan satuan kg m/s E. Besaran vektor dengan satuan kg m/s²</p>	Kunci Jawaban: C	C1
Menerapkan konsep momentum dan impuls	12	<p>Sebuah mobil yang massanya 2 ton melaju dengan kecepatan 20</p>	<p>Diket : $m = 2$ ton $V = 20$ km/jam Ditanya : $p = ?$</p>	C3

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
dalam kehidupan sehari-hari		Km/jam. berapakah momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s) A. 4.000 kg m/s B. 5.000 kg m/s C. 6.200 kg m/s D. 10.023 kg m/s E. 11.120 kg m/s	Penyelesaian Ubah satuan massa dari ton menjadi kg 2 ton = 2000 kg Ubah satuan kecepatan dari Km/Jam menjadi m/s 20 km/jam= 20 x 1000/3600= 5.56 m/s Hitung besar momentum $p = mv \rightarrow p = (2000) \times (5,56) = 11.120$ kg m/s Kunci jawaban : E	
Menerapkan konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari	13	Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor yang bermassa 120 kg dengan kecepatan 20 m/s jika gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 120 N?.... A. 15 s B. 20 s C. 25 s D. 27 s E. 30 s	$F = \frac{m(v - u)}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{m(v - u)}{F}$ $\Delta t = \frac{120(20 - u)}{120}$ $= 20 \text{ s.}$ Kunci Jawaban: B	C3
Membedakan koefisien restitusi pada tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali	14	Berapakah koefisien restitusi tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali secara berturut-turut?.... A. $0 \leq e \leq 1$, $e = 1$, $e = 0$ B. $e = 0$, $0 \leq e \leq 1$, $e = 1$ C. $e = 1$, $0 \leq e \leq 1$, $e = 0$ D. $e = -1$, $e = 0$, $e = 1$ E. $e = 1$, $e = 0$, $e = -1$	Kunci jawaban : C	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
Menerapkan persamaan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	15	Sebuah bola bermassa 0,32 kg bergerak dengan kecepatan 2 m/s menumbuk sebuah bola lain bermassa 0,2 kg yang mula-mula diam. Jika setelah tumbukan bola pertama dan bola kedua bergerak Bersama-sama, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah.... A. 1,00 m/s B. 1,23 m/s C. 2,3 m/s D. 4,5 m/s E. 4,7 m/s	Diket : $m_1 = 0,32 \text{ kg}$ $m_2 = 0,2 \text{ kg}$ $v_1 = 2 \text{ m/s}$ Penyelesaian : $m_1 v_1 + m_2 v_2$ $= m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $(0,32)(2) + (0,2)(0) =$ $(0,32 + 0,2)(v')$ $0,64 = 0,52 (v')$ $v' = 1,23 \text{ m/s}$	C3
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada kehidupan sehari-hari	16	Cak Rizal mengendarai motor scoopy dengan kecepatan 50 km/jam. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor tersebut jika massa cak Rizal 60 kg, massa motor 120 kg dan gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 100 N?... A. 15,0 s B. 30,0 s C. 58,0 s D. 60,0 s E. 90,0 s	Diket : $m_R = 55 \text{ kg}$ $M_m = 120 \text{ kg}$ $v_1 = 50 \text{ km/j}$ $v_2 = 0 \text{ km/j}$ $F = 100 \text{ N}$ Ditanya : $t = ?$ Penyelesaian: Ubah kecepatan motor $v = 50 \times 1000/3600 = 13,9 \text{ m/s}$ $m_{\text{tot}} = 60 \text{ kg} + 120 \text{ kg} = 180 \text{ kg}$ $F = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{m(50 - 0)}{F}$ $\Delta t = \frac{180(50)}{100}$ $= 90 \text{ s.}$ Kunci Jawaban: D	C3
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian untuk menghitung	17	Sebuah bola dilepaskan dari ketinggian 8 m. setelah menumbuk lantai, bola memantul dan mencapai ketinggian 5 m.	penyelesaian: $e = \frac{\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1}} = \sqrt{\frac{5}{8}} = 0,79$ Kunci Jawaban: B	C3

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
koefisien restitusinya		berapakah koefisien restitusi pantulan ? A. 0,52 B. 0,79 C. 0,80 D. 0,85 E. 0,89		
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian untuk menghitung tinggi pantulan vertikal bola berikutnya	18	Pada soal nomor 17, berapakah tinggi pantulan ke tiga? A. 2,00 m B. 2,32 m C. 3,12 m D. 4,15 m E. 5,00 m	Jawab : $e = \frac{\sqrt{h_3}}{\sqrt{h_2}} \rightarrow h_3 = h_2 \times e^2$ $= 5 \times (0,79)^2$ $= 3,12 \text{ m}$	C3
Mengetahui hewan yang mampu menggunakan prinsip hukum kekekalan momentum untuk bergerak seperti mesin jet	19	Mesin roket dan mesin jet memanfaatkan prinsip hukum kekekalan momentum, namun jauh sebelum mesin itu diciptakan, ada hewan yang juga dapat memanfaatkan hukum kekekalan momentum untuk bergerak cepat, hewan apakah itu? A. Salamender B. Ikan paus C. Gurita D. Lumba-lumba E. Bulu babi	Kunci Jawaban : C	C1
Membedakan cara kerja mesin jet dan mesin roket	20	Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....	Kunci Jawaban B	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
		<p>A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket</p> <p>B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya</p> <p>C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer</p> <p>D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket</p> <p>E. jawaban B dan C benar</p>		

Lampiran 10.a. RPP kelas Eksperimen

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP KELAS EKSPERIMEN)

Satuan Pendidikan : MA AL-HADI
Mata Pelajaran : FISIKA
Kelas /Semester : X/Genap
Tahun Pelajaran : 2018/2019
Alokasi Waktu : 10 JP (5 Pertemuan)

A. Kompetensi Inti

No	Kompetensi Inti
KI-1	Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya
KI-2	Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya
KI-3	Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
KI-4	Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	3.10.1 Mengaplikasikan hubungan impuls dan momentum 3.10.2 Mengaplikasikan definisi momentum dalam penyelesaian tumbukan, 3.10.3 Menentukan jenis-jenis tumbukan 3.10.4 Mengaplikasikan 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	4.10.1 Merancang percobaan untuk membuktikan hukum kekekalan momentum 4.10.2 Menyusun laporan Praktikum

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

C. Tujuan Pembelajaran

Pertemuan Pertama

Selama dan setelah mengikuti proses pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat

- Pretest materi momentum, Impuls dan tumbukan
- Menjelaskan hubungan impuls dan momentum

Pertemuan kedua

Selama dan setelah mengikuti proses pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat

- Melakukan Percobaan untuk membuktikan hukum kekekalan momentum
- Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum

Pertemuan ketiga

Selama dan setelah mengikuti proses pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat

- Membahas contoh soal Hukum kekekalan momentum
- Menjelaskan Jenis-jenis Tumbukan dan contoh soal

Pertemuan ke empat

- Menjelaskan Prinsip Kerja Roket dan mesin jet
- Mendiskusikan perbedaan Prinsip kerja roket dan mesin jet

Pertemuan ke Lima

- Mereview materi Momentum, Impuls dan Tumbukan
- Posttest materi Momentum, Impuls dan Tumbukan

Fokus nilai-nilai sikap

1. Peduli
2. Jujur berkarya
3. Tanggung jawab
4. Toleran
5. Kerjasama
6. Proaktif
7. Kreatif

D. Materi Pembelajaran

1. Materi Pembelajaran Reguler

A. Momentum dan Impuls

Persamaan momentum

$$p = mv$$

Impuls adalah hasil kali antara rata rata gaya F dan selang waktu t

Hubungan antara Momentum dan impuls

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \left(\frac{v' - v}{\Delta t} \right) = \frac{mv' - mv}{\Delta t}$$

$$\bar{F} \Delta t = \Delta p = p' - p \rightarrow I = \Delta p = p' - p$$

B. Hukum Kekekalan Momentum

momentum sebelum tumbukan

= momentum sesudah tumbukan

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$$

C. Jenis-jenis Tumbukan

Berdasarkan koefisien restitusi / elastisitas $e = -\frac{v'_1 - v'_2}{(v_2 - v_1)}$

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

Berlaku hukum kekekalan momentum, dan kekekalan energi kinetik, Contoh tumbukan antara partikel atom, tumbukan antara kelereng di atas lantai licin

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

Berlaku hukum kekekalan momentum, energi kinetik setelah tumbukan menjadi berkurang, contoh bola jatuh ke lantai dari ketinggian h dan memantul dengan ketinggian $< h$

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \rightarrow v'_1 = \sqrt{2gh_2}$$

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

3. Tumbukan tidak lenting ($e = 0$)

Setelah terjadi tumbukan, kedua benda bergerak Bersama, contoh sebuah mobil menabrak mobil lain kemudian kedua mobil bergerak bersamaan, ayunan balistik

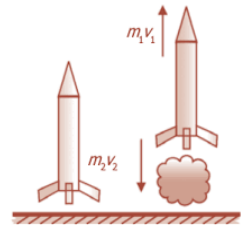
$$Ek = \frac{p^2}{2m_1}$$

$$Ek' = \frac{p^2}{2(m_1+m_2)}$$

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1+m_2}$$

- D. Prinsip Kerja Roket dan mesin Jet

Semburan gas panas menyebabkan roket bisa bergerak ke atas dengan kelajuan yang sangat tinggi



- E. Integrasi Sains dan Islam

Allah menantang bangsa jin dan Manusia untuk menembus penjuru-penjuru langit, di dalam surat Ar-rahman ayat 33-34 tafsir al misbah

2. Materi Pembelajaran Remedial

- Tumbukan elastis sempurna
- Tumbukan elastis sebagian
- Tumbukan tidak elastis
- Penerapan Tumbukan

3. Materi Pembelajaran Pengayaan

- Konsep momentum

E. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : *Discovery Learning*
(Pembelajaran Penemuan)
3. Metode : ATM (Amati, Tiru, Modifikasi), Diskusi kelompok, Tanya Jawab, Penugasan individu dan kelompok

F. Media Pembelajaran

1. Media LCD projector,
2. Laptop,
3. Papan tulis,
4. Modul Fisika Integrasi Sains dan Islam materi momentum dan Impuls.

G. Sumber Belajar

1. Putra, M. Dzaki Fuad Salim. Khabibah, Vetti Nur. 2019. *Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam Materi Momentum, Impuls dan Tumbukan*. Semarang : UIN Walisongo
2. Bagus Raharja dkk. 2014. *Panduan Belajar Fisika 2A SMA Kelas XI*. Jakarta : Yudhistira
3. Tipler. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Erlangga
4. internet,

H. Langkah-langkah Pembelajaran

1. Pertemuan Ke-1 (2 x 45 menit)

Kegi- atan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	Pendahuluan	15 menit
Penda- huluan	Guru : Orientasi <ul style="list-style-type: none">❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran❖ Guru Memperkenalkan diri❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran.	3 menit
	Apersepsi <ul style="list-style-type: none">❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya.❖ Peserta didik diberi motivasi oleh guru melalui pertanyaan: Jika kalian menjatuhkan dua buah bola yang memiliki ukuran sama ke tanah liat dari ketinggian yang sama (gerak jatuh bebas) dan jika bola pertama adalah bola besi bermassa 0,6 kg, bola ke dua adalah bola kasti bermassa 0,2 kg, bola manakah yang akan menghasilkan bekas lekukan ke dalam pada tanah paling dalam dan luas? Besaran apakah yang terdapat dalam peristiwa tersebut? Apakah yang dinamakan besaran momentum	3 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Mengajukan pertanyaan. 	2 menit
	<p>Pemberian Acuan</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu. ❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung <p>Menjelaskan Peta konsep pada materi momentum, impuls dan tumbukan</p>	7 menit
Pre-Test	Siswa mengerjakan soal-soal Pre test berbentuk pilihan ganda (10 soal)	15 Menit
Inti	Inti	55 Menit
	<p>Melihat :</p> <p>Guru memberikan gambar / video yang dapat memberikan ilustrasi eksistensi besaran momentum di kehidupan sehari-hari</p>	5 menit
	<p>Membaca:</p> <p>(dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung), materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Definisi Besaran ➤ Momentum 	10 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impuls ➤ Hubungan besaran momentum dan Impuls 	
	<p>Menyimak pemberian materi oleh guru yang berkaitan dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Momentum ➤ Impuls ➤ Hubungan besaran Momentum dan Impuls ➤ Contoh soal 	30 menit
	<p>Generalisasi :</p> <p>Peserta didik menyimpulkan bersama guru terkait pengertian momentum, Impuls dan tumbukan, dan hubungan Momentum dan Impuls</p>	10 menit
	Penutup	5 Menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya yaitu praktikum hukum kekekalan momentum, • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan dan mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya (Hukum kekekalan momentum) • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	

2. **Pertemuan ke-2 (2 x 45 menit)**

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Penda- huluan	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/<i>tema/kegiatan</i> pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/<i>tema/kegiatan</i> sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh melalui sebuah demonstrasi berupa tumbukan antara 5 kelereng yang tersusun rapi lurus diatas lantai. dan menanyakan “apakah yang terjadi jika saya menumbukka 1 kelereng kepada 4 kelereng yang telah tersusun? <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Pembagian kelompok Praktikum (secara random) 	5 menit
Inti	Menyimak :	10 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Guru memberikan menjelaskan Tujuan Praktikum, Alat dan bahan, serta Langkah kerja Praktikum, penulisan Laporan Praktikum</p> <p>Siswa mendengarkan arahan dari guru</p>	
	<p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa untuk melaksanakan Praktikum sesuai Langkah kerja praktikum • Siswa melakukan Praktikum Hukum Kekekalan Momentum dengan Impuls hingga tahap menyajikan data hasil Praktikum 	60 menit
	<p>Generalisasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibimbing oleh guru untuk membahas hasil percobaan hukum kekekalan momentum • Siswa berdiskusi untuk membuat kesimpulan dari praktikum yang telah dikerjakan 	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan tugas kepada setiap kelompok untuk membuat Laporan Praktikum • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan dan mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya (Contoh soal Hukum kekekalan momentum dan Jenis-jenis Tumbukan) • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

3. Pertemuan ke-3 (2 x 45 Menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh melalui beberapa pertanyaan ”apakah yang dimanakan tumbukan? coba sebutkan beberapa contoh tumbukan” kemudian guru mengkasifikasikannya menjadi 3 jenis, guru memberikan pertanyaan lagi, “apakah yang membedakan antara jenis tumbukan A, B, dan C?”. <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Pembagian kelompok (3 kelompok secara rundom) 	<p>5 menit</p>
Inti	Menyimak :	<p>70 menit</p>

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Guru memberikan menjelaskan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Contoh soal dari hukum kekekalan momentum dan materi jenis-jenis tumbukan ❖ Materi Jenis-jenis tumbukan dan contohnya <p>Mengorganisasika Peserta didik Peserta didik diminta untuk berkelompok sesuai kelompok yang sudah dibagi di awal pembelajaran Tiap Kelompok diberi Tugas untuk mengerjakan beberapa pertanyaan tentang Hukum kekekalan momentum dan jenis-jenis tumbukan</p> <p>Mengumpulkan informasi</p> <p>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Membaca sumber lain selain buku teks, mengunjungi laboratorium komputer perpustakaan sekolah untuk mencari dan membaca artikel tentang <ul style="list-style-type: none"> • Kekekalan Momentum • Jenis-jenis Tumbukan ❖ Mengumpulkan informasi Mengumpulkan data/informasi melalui diskusi kelompok atau kegiatan lain guna menemukan solusi masalah terkait materi pokok yaitu <ul style="list-style-type: none"> • Kekekalan Momentum • Jenis-jenis Tumbukan <p>Mengkomunikasikan Peserta didik berdiskusi berdasarkan kelompok untuk menyimpulkan</p>	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Menyampaikan hasil diskusi berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan ❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan ❖ Bertanya atas presentasi yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya. ❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang 	
	<p>Generalisasi :</p> <p>Peserta didik dibimbing oleh guru untuk menyimpulkan hasil diskusi</p>	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan tugas kepada peserta didik untuk mengerjakan soal latihan A dan tugas tambahan • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan dan mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya (Prinsip Kerja Roket dan mesin Jet) • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

4. Pertemuan ke-4 (2 x 45 Menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
<p>Penda-huluan</p>	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/<i>tema/kegiatan</i> pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/<i>tema/kegiatan</i> sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh melalui beberapa pertanyaan ”apakah kalian pernah bermain mercon ses? Apakah kalian pernah melihat roket di tv atau interne?. Apakah persamaan yang dimiliki oleh mercon ses dan roket? <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung 	<p>5 menit</p>
<p>Inti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Menyimak : Guru menayangkan video pendek tentang roket, dan mesin jet pada pesawat terbang ❖ Mengorganisasika Peserta didik 	<p>70 menit</p>

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Peserta didik diminta untuk berkelompok sesuai kelompok yang sudah dibagi di awal pembelajaran. Tiap Kelompok diberi Tugas untuk menganalisis perbedaan dari Prinsip kerja roket dan prinsip kerja mesin jet</p> <p>❖ Mengumpulkan informasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menganalisis perbedaan prinsip kerja roket dan mesin jet dengan membaca sumber lain • Peserta didik diminta untuk menyimpulkan hasil diskusi dan menuliskannya di selembar kertas, kemudian dikumpulkan ke Guru. <p>❖ Menyimak</p> <p>Guru menjelaskan Integrasi Sains dan Islam tentang tantangan Allah kepada bangsa jin dan Manusia untuk menembus penjuru-penjuru langit</p>	
	<p>Generalisasi :</p> <p>Peserta didik dibimbing oleh guru untuk menyimpulkan materi tentang momentum, Impuls dan tumbukan</p>	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberitahukan bahwa pertemuan berikutnya adalah ulangan harian materi Momentum, Impuls, dan tumbukan • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

5. Pertemuan ke-5 (2 x 45 Menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	Guru : Orientasi <ul style="list-style-type: none">❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik sebelum ulangan harian Motivasi <ul style="list-style-type: none">❖ Guru membimbing siswa untuk mereview materi sebelum ulangan harian	15 menit
Inti	Ulangan Harian	70 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none">• Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan untuk persiapan UAS• Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama	5 menit

I. Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

1. Teknik Penilaian

- a. Sikap (Spiritual dan Sosial)
 - 1) Observasi (jurnal)
 - 2) Penilaian diri
 - 3) Penilaian antarteman
- b. Pengetahuan
 - 1) Ter tertulis
- c. Keterampilan
 - 1) Kinerja

2. Instrumen Penilaian

- Terlampir

3. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

a. Remedial

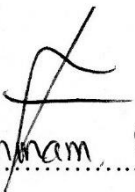
- ❖ Remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai KKM maupun kepada peserta didik yang sudah melampui KKM. Remedial terdiri atas dua bagian : remedial karena belum mencapai KKM dan remedial karena belum mencapai Kompetensi Dasar
- ❖ Guru memberi semangat kepada peserta didik yang belum mencapai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal). Guru akan memberikan tugas bagi peserta didik yang belum mencapai KKM (Kriterian Ketuntasan Minimal), misalnya sebagai berikut.
 - *Tumbukan elastis sempurna*
 - *Tumbukan elastis sebagian*
 - *Tumbukan tidak elastis*
 - *Penerapan Tumbukan*

b. Pengayaan

- ❖ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai KKM atau mencapai Kompetensi Dasar.

- ❖ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik.
- ❖ Direncanakan berdasarkan IPK atau materi pembelajaran yang membutuhkan pengembangan lebih luas misalnya
 - *Konsep momentum*

Guru Fisika



.....
Hamnam S. Pd

Demak, 04 April 2019
Peneliti



.....
M. DZAKI FUAD SALIM P.

Lampiran 10.b. RPP Kelas Kontrol

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP KELAS KONTROL)

Satuan Pendidikan : MA AL-HADI
Mata Pelajaran : FISIKA
Kelas /Semester : X/Genap
Tahun Pelajaran : 2018/2019
Alokasi Waktu : 10 JP (5 Pertemuan)

A. Kompetensi Inti

No	Kompetensi Inti
KI-1	Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya
KI-2	Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya
KI-3	Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
KI-4	Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori

Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	3.10.1 Mengaplikasikan hubungan implus dan momentum 3.10.2 Mengaplikasikan definisi momentum dalam penyelesaian tumbukan, 3.10.3 Menentukan jenis-jenis tumbukan 3.10.4 Mengaplikasikan 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	4.10.1 Merancang percobaan untuk membuktikan hukum kekekalan momentum 4.10.2 Menyusun laporan Praktikum

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

C. Tujuan Pembelajaran

Pertemuan Pertama

Selama dan setelah mengikuti proses pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat

- Pretest materi momentum, Impuls dan tumbukan
- Menjelaskan hubungan implus dan momentum

Pertemuan kedua

Selama dan setelah mengikuti proses pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat

- Melakukan Percobaan untuk membuktikan hukum kekekalan momentum
- Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum

Pertemuan ketiga

Selama dan setelah mengikuti proses pembelajaran ini peserta didik diharapkan dapat

- Membahas contoh soal Hukum kekekalan momentum
- Menjelaskan Jenis-jenis Tumbukan dan contoh soal

Pertemuan ke empat

- Menjelaskan Prinsip Kerja Roket dan mesin jet
- Mendiskusikan perbedaan Prinsip kerja roket dan mesin jet

Pertemuan ke Lima

- Mereview materi Momentum, Impuls dan Tumbukan
- Posttest materi Momentum, Impuls dan Tumbukan

Fokus nilai-nilai sikap

1. Peduli
2. Jujur berkarya
3. Tanggung jawab
4. Toleran
5. Kerjasama
6. Proaktif
7. Kreatif

D. Materi Pembelajaran

1. Materi Pembelajaran Reguler

A. Momentum dan Impuls

Persamaan momentum

$$p = mv$$

Impuls adalah hasil kali antara rata rata gaya F dan selang waktu t

Hubungan antara Momentum dan impuls

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \left(\frac{v' - v}{\Delta t} \right) = \frac{mv' - mv}{\Delta t}$$

$$\bar{F} \Delta t = \Delta p = p' - p \rightarrow I = \Delta p = p' - p$$

B. Hukum Kekekalan Momentum

momentum sebelum tumbukan

= momentum sesudah tumbukan

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$$

C. Jenis-jenis Tumbukan

Berdasarkan koefisien restitusi / elastisitas $e = -\frac{v'_1 - v'_2}{(v_2 - v_1)}$

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

Berlaku hukum kekekalan momentum, dan kekekalan energi kinetik, Contoh tumbukan antara partikel atom, tumbukan antara kelereng di atas lantai licin

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

Berlaku hukum kekekalan momentum, energi kinetik setelah tumbukan menjadi berkurang, contoh bola jatuh ke lantai dari ketinggian h dan memantul dengan ketinggian $< h$

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \rightarrow v'_1 = \sqrt{2gh_2}$$

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

3. Tumbukan tidak lenting ($e = 0$)

Setelah terjadi tumbukan, kedua benda bergerak Bersama, contoh sebuah mobil menabrak mobil lain kemudian kedua mobil bergerak bersamaan, ayunan balistik

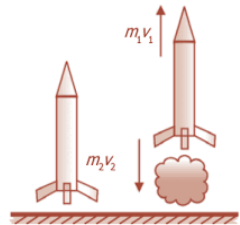
$$Ek = \frac{p^2}{2m_1}$$

$$Ek' = \frac{p^2}{2(m_1+m_2)}$$

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1+m_2}$$

D. Prinsip Kerja Roket dan mesin Jet

Semburan gas panas menyebabkan roket bisa bergerak ke atas dengan kelajuan yang sangat tinggi



2. **Materi Pembelajaran Remedial**

- Tumbukan elastis sempurna
- Tumbukan elastis sebagian
- Tumbukan tidak elastis
- Penerapan Tumbukan

3. **Materi Pembelajaran Pengayaan**

- Konsep momentum

E. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : *Scientific Learning*
2. Model Pembelajaran : *Discovery Learning*
(Pembelajaran Penemuan)
3. Metode : ATM (Amati, Tiru, Modifikasi), Diskusi kelompok, Tanya Jawab, Penugasan individu dan kelompok

F. Media Pembelajaran

1. Media LCD projector,
2. Laptop,
3. Papan tulis,
4. LKS Fisika Kelas 10 Semester 2.

G. Sumber Belajar

1. Tim MGMP Demak. 2018. *Lembar Kerja Siswa Mata Pelajaran Fisika Kelas 10 Semester 2*. Demak: MGMP Demak.
2. Bagus Raharja dkk. 2014. *Panduan Belajar Fisika 2A SMA Kelas XI*. Jakarta : Yudhistira
3. Tipler. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Erlangga
4. internet,

H. Langkah-langkah Pembelajaran

1. Pertemuan Ke-1 (2 x 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	Pendahuluan	15 menit
Pendahuluan	<p>Guru : Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Guru Memperkenalkan diri ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. 	3 menit
	<p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh guru melalui pertanyaan: Jika kalian menjatuhkan dua buah bola yang memiliki ukuran sama ke tanah liat dari ketinggian yang sama (gerak jatuh bebas) dan jika bola pertama adalah bola besi bermassa 0,6 kg, bola ke dua adalah bola kasti bermassa 0,2 kg, bola manakah yang akan menghasilkan bekas lekukan ke dalam pada tanah paling dalam dan luas? Besaran apakah yang terdapat dalam peristiwa tersebut? Apakah yang dinamakan besaran momentum 	3 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Mengajukan pertanyaan. 	2 menit
	<p>Pemberian Acuan</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberitahukan materi pelajaran yang akan dibahas pada pertemuan saat itu. ❖ Memberitahukan tentang kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, dan KKM pada pertemuan yang berlangsung <p>Menjelaskan Peta konsep pada materi momentum, impuls dan tumbukan</p>	7 menit
Pre-Test	Siswa mengerjakan soal-soal Pre test berbentuk pilihan ganda (10 soal)	15 Menit
Inti	Inti	55 Menit
	<p>Melihat :</p> <p>Guru memberikan gambar / video yang dapat memberikan ilustrasi eksistensi besaran momentum di kehidupan sehari-hari</p>	5 menit
	<p>Membaca:</p> <p>(dilakukan di rumah sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung), materi dari buku paket atau buku-buku penunjang lain, dari internet/materi yang berhubungan dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Definisi Besaran ➤ Momentum 	10 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impuls ➤ Hubungan besaran momentum dan Impuls 	
	<p>Menyimak pemberian materi oleh guru yang berkaitan dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Momentum ➤ Impuls ➤ Hubungan besaran Momentum dan Impuls ➤ Contoh soal 	30 menit
	<p>Generalisasi :</p> <p>Peserta didik menyimpulkan bersama guru terkait pengertian momentum, Impuls dan tumbukan, dan hubungan Momentum dan Impuls</p>	10 menit
	Penutup	5 Menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya yaitu praktikum hukum kekekalan momentum, • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan dan mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya (Hukum kekekalan momentum) • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	

2. Pertemuan ke-2 (2 x 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/<i>tema/kegiatan</i> pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/<i>tema/kegiatan</i> sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh melalui sebuah demonstrasi berupa tumbukan antara 5 kelereng yang tersusun rapi lurus diatas lantai. dan menanyakan “apakah yang terjadi jika saya menumbukka 1 kelereng kepada 4 kelereng yang telah tersusun?” <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Pembagian kelompok Praktikum (secara random) 	5 menit
Inti	Menyimak :	10 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Guru memberikan menjelaskan Tujuan Praktikum, Alat dan bahan, serta Langkah kerja Praktikum, penulisan Laporan Praktikum</p> <p>Siswa mendengarkan arahan dari guru</p>	
	<p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa untuk melaksanakan Praktikum sesuai Langkah kerja praktikum • Siswa melakukan Praktikum Hukum Kekekalan Momentum dengan Impuls hingga tahap menyajikan data hasil Praktikum 	60 menit
	<p>Generalisasi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibimbing oleh guru untuk membahas hasil percobaan hukum kekekalan momentum • Siswa berdiskusi untuk membuat kesimpulan dari praktikum yang telah dikerjakan 	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan tugas kepada setiap kelompok untuk membuat Laporan Praktikum • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan dan mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya (Contoh soal Hukum kekekalan momentum dan Jenis-jenis Tumbukan) • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

3. Pertemuan ke-3 (2 x 45 Menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/tema/kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/tema/kegiatan sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh melalui beberapa pertanyaan ”apakah yang dimanakan tumbukan? coba sebutkan beberapa contoh tumbukan” kemudian guru mengkasifikasikannya menjadi 3 jenis, guru memberikan pertanyaan lagi, “apakah yang membedakan antara jenis tumbukan A, B, dan C?”. <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung ❖ Pembagian kelompok (3 kelompok secara rundom) 	5 menit
Inti	Menyimak :	70 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Guru memberikan menjelaskan :</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Contoh soal dari hukum kekekalan momentum dan materi jenis-jenis tumbukan ❖ Materi Jenis-jenis tumbukan dan contohnya <p>Mengorganisasika Peserta didik Peserta didik diminta untuk berkelompok sesuai kelompok yang sudah dibagi di awal pembelajaran Tiap Kelompok diberi Tugas untuk mengerjakan beberapa pertanyaan tentang Hukum kekekalan momentum dan jenis-jenis tumbukan</p> <p>Mengumpulkan informasi</p> <p>Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah diidentifikasi melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Membaca sumber lain selain buku teks, mengunjungi laboratorium komputer perpustakaan sekolah untuk mencari dan membaca artikel tentang <ul style="list-style-type: none"> • Kekekalan Momentum • Jenis-jenis Tumbukan ❖ Mengumpulkan informasi Mengumpulkan data/informasi melalui diskusi kelompok atau kegiatan lain guna menemukan solusi masalah terkait materi pokok yaitu <ul style="list-style-type: none"> • Kekekalan Momentum • Jenis-jenis Tumbukan <p>Mengkomunikasikan Peserta didik berdiskusi berdasarkan kelompok untuk menyimpulkan</p>	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Menyampaikan hasil diskusi berupa kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya untuk mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan sopan ❖ Mengemukakan pendapat atas presentasi yang dilakukan dan ditanggapi oleh kelompok yang mempresentasikan ❖ Bertanya atas presentasi yang dilakukan dan peserta didik lain diberi kesempatan untuk menjawabnya. ❖ Menyimpulkan tentang point-point penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran yang baru dilakukan berupa : Laporan hasil pengamatan secara tertulis tentang 	
	<p>Generalisasi :</p> <p>Peserta didik dibimbing oleh guru untuk menyimpulkan hasil diskusi</p>	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan tugas kepada peserta didik untuk mengerjakan soal latihan A dan tugas tambahan • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan dan mempelajari materi yang akan dipelajari berikutnya (Prinsip Kerja Roket dan mesin Jet) • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

4. Pertemuan ke-4 (2 x 45 Menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik dalam mengawali kegiatan pembelajaran. <p>Apersepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mengaitkan materi/<i>tema/kegiatan</i> pembelajaran yang akan dilakukan dengan pengalaman peserta didik dengan materi/<i>tema/kegiatan</i> sebelumnya. ❖ Peserta didik diberi motivasi oleh melalui beberapa pertanyaan ”apakah kalian pernah bermain mercon ses? Apakah kalian pernah melihat roket di tv atau interne?. Apakah persamaan yang dimiliki oleh mercon ses dan roket? <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Memberikan gambaran tentang manfaat mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. ❖ Menyampaikan tujuan pembelajaran pada pertemuan yang berlangsung 	5 menit
Inti	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Menyimak : Guru menayangkan video pendek tentang roket, dan mesin jet pada pesawat terbang ❖ Mengorganisasika Peserta didik 	70 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Peserta didik diminta untuk berkelompok sesuai kelompok yang sudah dibagi di awal pembelajaran. Tiap Kelompok diberi Tugas untuk menganalisis perbedaan dari Prinsip kerja roket dan prinsip kerja mesin jet</p> <p>❖ Mengumpulkan informasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menganalisis perbedaan prinsip kerja roket dan mesin jet dengan membaca sumber lain • Peserta didik diminta untuk menyimpulkan hasil diskusi dan menuliskannya di selembar kertas, kemudian dikumpulkan ke Guru. <p>❖ Menyimak</p> <p>Guru menjelaskan Integrasi Sains dan Islam tentang tantangan Allah kepada bangsa jin dan Manusia untuk menembus penjuru-penjuru langit</p>	
	<p>Generalisasi :</p> <p>Peserta didik dibimbing oleh guru untuk menyimpulkan materi tentang momentum, Impuls dan tumbukan</p>	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberitahukan bahwa pertemuan berikutnya adalah ulangan harian materi Momentum, Impuls, dan tumbukan • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

5. Pertemuan ke-5 (2 x 45 Menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<p>Guru :</p> <p>Orientasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Melakukan pembukaan dengan salam pembuka dan berdoa untuk memulai pembelajaran ❖ Memeriksa kehadiran peserta didik sebagai sikap disiplin ❖ Menyiapkan fisik dan psikis peserta didik sebelum ulangan harian <p>Motivasi</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Guru membimbing siswa untuk mereview materi sebelum ulangan harian 	15 menit
Inti	Ulangan Harian	70 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan motivasi kepada siswa agar belajar mandiri untuk mereview materi yang sudah diajarkan untuk persiapan UAS • Menutup pembelajaran dengan doa bersama-sama 	5 menit

I. Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

1. Teknik Penilaian

- a. Sikap (Spiritual dan Sosial)
 - 1) Observasi (jurnal)
 - 2) Penilaian diri
 - 3) Penilaian antarteman
- b. Pengetahuan
 - 1) Ter tertulis
- c. Keterampilan
 - 1) Kinerja

2. Instrumen Penilaian

- Terlampir

3. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

a. Remedial

- ❖ Remedial dapat diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai KKM maupun kepada peserta didik yang sudah melampui KKM. Remedial terdiri atas dua bagian : remedial karena belum mencapai KKM dan remedial karena belum mencapai Kompetensi Dasar
- ❖ Guru memberi semangat kepada peserta didik yang belum mencapai KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal). Guru akan memberikan tugas bagi peserta didik yang belum mencapai KKM (Kriterian Ketuntasan Minimal), misalnya sebagai berikut.
 - *Tumbukan elastis sempurna*
 - *Tumbukan elastis sebagian*
 - *Tumbukan tidak elastis*
 - *Penerapan Tumbukan*

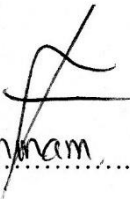
b. Pengayaan

- ❖ Pengayaan diberikan untuk menambah wawasan peserta didik mengenai materi pembelajaran yang dapat diberikan kepada peserta didik yang telah tuntas mencapai KKM atau mencapai Kompetensi Dasar.

- ❖ Pengayaan dapat ditagihkan atau tidak ditagihkan, sesuai kesepakatan dengan peserta didik.
- ❖ Direncanakan berdasarkan IPK atau materi pembelajaran yang membutuhkan pengembangan lebih luas misalnya
 - *Konsep momentum*

Guru Fisika

Demak, 04 April 2019
Peneliti



.....
Hamnam S. Pd



.....
M. DZAKI FUAD SALIM. P.

Lampiran 12. Soal Instrumen Uji Coba

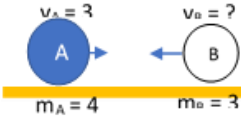
Kisi-Kisi Soal Instrumen Uji Coba Materi Momentum, Impuls, dan Tumbukan

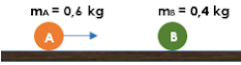
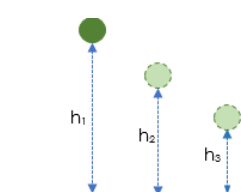
Soal Paket A

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
Menghafal persamaan yang menghubungkan antara momentum dan impuls	1	Bagaimanakah persamaan yang menyatakan hubungan momentum (p) dan impuls (I) ?... A. $I = mp$ B. $m = pI$ C. $I = \Delta p$ D. $p = \Delta I$ E. $I = Fp$	Kunci Jawaban : C	C1

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	2	<p>Seorang pemain sirkus bermassa 60 kg jatuh bebas dari ketinggian 2 m dengan selamat, berapakah Impuls yang dialami pemain sirkus tersebut?.... (Percepatan gravitasi = -10 m/s^2)</p> <p>A. -539 kg m/s B. -378 kg m/s C. 378 kg m/s D. 539 kg m/s E. 510 kg m/s</p>	<p>Diket : $m = 60 \text{ kg}$ $h = 2 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$</p> <p>Ditanya : $I = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mencari besar kecepatan saat mencapai tanah: $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{2(-10 \text{ m/s}^2)(2 \text{ m})}$ $= \sqrt{40 \text{ m}^2/\text{s}^2}$ $= -6.3 \text{ m/s}$ <ul style="list-style-type: none"> - Menghitung Impuls $I = \Delta p$ $I = (60 \text{ kg})(0 \text{ m/s}) - (60 \text{ kg})(-6,3 \text{ m/s})$ $I = 0 + 378 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $= 378 \text{ kg m/s}$ <p>Tanda negatif menunjukkan bahwa arah gaya berlawanan dengan momentum awal</p> <p>Kunci jawaban : C</p>	C3
Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	3	<p>Sebuah bola pingpong bermassa 0,3 kg mula-mula dalam keadaan diam. Kemudian dipukul oleh kang hadi menggunakan gaya sebesar F menggunakan kayu sehingga benda bergerak dengan kecepatan 8m/s. tentukanlah Impuls bola tersebut?</p> <p>A. 2 kg m/s B. 2,4 kg m/s C. 3,2 kg m/s D. 7,7 kg m/s</p>	<p>Diket : $m = 0,3 \text{ kg}$ $v = 0 \text{ m/s}$ $u = 8 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : $I = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = \Delta p = m(u - v)$ $= 0,3 \text{ kg}(8 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s})$ $= 2,4 \text{ kg m/s}$ <p>Kunci jawaban : B</p>	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
		E. 7,8 kg m/s		
Menghitung besar gaya F dalam penyelesaian tumbukan	4	Pada soal nomor 3, berapakah besar gaya F yang bekerja pada benda jika kayu menyentuh bola pingpong selama 0,02 sekon?.... A. 0,48 N B. 12 N C. 120 N D. 134 N E. 140 N	Diket : $\Delta t = 0,02$ sekon $I = 2,4$ kg m/s Ditanya : F= ? Penyelesaian : $I = F\Delta t$ $F = I/\Delta t$ $F = \frac{2,4 \text{ kg m/s}}{0,02 \text{ s}} = 120 \text{ Kg}$ $\text{m/s}^2 = 120 \text{ N}$ Kunci Jawaban : C	C2
Menyimpulkan konsep peristiwa tumbukan	5	Pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan A. Momentum B. Momentum dan Impuls C. Momentum dan Energi Kinetik D. Momentum dan Energi Potensial E. Momentum dan massa	Jawaban : C	C2
Mencontohkan peristiwa tumbukan	6	Peristiwa jatuhnya pohon kelapa jatuh dari pohonnya kemudian membentur tanah dan memantul adalah contoh peristiwa.... A. Tumbukan lenting sempurna B. Tumbukan lenting sebagian C. Tumbukan tak lenting sama sekali D. Tumbukan kekal E. Tumbukan tak kekal	Jawaban : B	C2

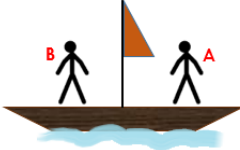
Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
Menganalisis peristiwa tumbukan menggunakan konsep hukum kekekalan momentum	7	<p>Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2$ m/s dan $v_B' = 4$ m/s?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah....</p> <p>A. $v_A' = -4$ m/s B. $v_A' = -2$ m/s C. $v_A' = -2,6$ m/s D. $v_A' = -2,8$ m/s E. $v_A' = 4$ m/s</p>	<p>Diket : $m_A = 4$ kg $m_B = 3$ kg $v_A = 3$ m/s $v_A' = -2$ m/s $v_B' = 4$ m/s</p> <p>Ditanya : $v_B = ?$</p> <p>Penyelesaian</p> $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$ $(4)(3) + (3)(v_B) = (4)(-2) + (3)(4)$ $12 + 3v_B = -8 + 12$ $12 + 3v_B = 4$ $3v_B = -8$ $v_B = -\frac{8}{3}$ $v_B = -4 \frac{m}{s}$ <p>Kunci jawaban : A</p>	C4
Menerapkan hukum kekekalan momentum pada prinsip kerja meriam	8	<p>Dari Sebuah meriam yang massanya 120 kg ditembakkan peluru yang massanya 2 kg. jika kecepatan peluru 30 m/s. kecepatan dorong rudal ke belakang adalah</p> <p>A. -0,50 m/s B. -0,05 m/s C. -0,07 m/s D. 0,05 m/s E. 0,50 m/s</p>	<p>Diket : $m_{\text{meriam}} = 100$ kg $m_{\text{peluru}} = 2$ kg $v_{\text{Peluru}} = 30$ m/s</p> <p>Ditanya : $v_R = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $m_{\text{meriam}} v_{\text{meriam}} + m_{\text{peluru}} v_{\text{peluru}} = 0$ $= m_{\text{meriam}} v'_{\text{meriam}} + m_{\text{peluru}} v'_{\text{peluru}}$ $= -\frac{m_{\text{peluru}}}{m_{\text{meriam}}} v'_{\text{peluru}}$ $= -\left(\frac{2}{120}\right) 30$ $= -0,5 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban : A</p>	C3
Menerapkan persamaan	9	Perhatikan gambar berikut!	Diketahui: $m_A = 0,6$ kg	C3

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan		 <p>Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 2 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan masing-masing bola setelah tumbukan adalah....</p> <p>A. 0,2 m/s B. 1,0 m/s C. 1,2 m/s D. 1,4 m/s E. 2,0 m/s</p>	<p>$m_B = 0,4 \text{ kg}$ $v_A = 2 \text{ m/s}$ $v_B = 0 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya: kecepatan bola A dan B setelah tumbukan (v_A' dan v_B')</p> <p>Jawab: Karena setelah bertumbukan kedua bola menyatu maka $v_A' = v_B' = v'$</p> $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$ $m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v'$ $0,6(2) + 0,4(0) = (0,6 + 0,4) v'$ $1,2 = 1 v'$ $v' = 1,2 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban : C</p>	
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	10	<p>Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan ketinggian 0,8 meter, maka tinggi pantulan berikutnya adalah...</p>  <p>A. 0,2 m B. 0,3 m C. 0,6 m D. 0,64 m</p>	<p>Diketahui: $h_1 = 1 \text{ m}$ $h_2 = 0,8 \text{ m}$</p> <p>Ditanya: h_3</p> <p>Jawab:</p> $\sqrt{h_2} = \sqrt{h_3}$ $\frac{h_2}{h_1} = \frac{h_3}{h_2}$ $\frac{0,8}{1} = \frac{h_3}{0,8}$ $h_3 = \frac{(0,8)(0,8)}{1} = 0,64 \text{ m}$ <p>Kunci jawaban: D</p>	C3
Menerapkan konsep momentum dan	11	Bola bekel bermassa 200 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa	<p>Diket : $m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$ $v' = 8 \text{ m/s}$</p>	C3

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
impuls pada peristiwa benda jatuh bebas		kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah... A. 2,0 kg m/s B. 2,6 m/s C. 3 m/s D. 4 m/s E. 5 m/s	Ditanya : Impuls =? Penyelesaian Asumsikan bahwa arah ke atas bernilai (+) dan arah ke bawah bernilai (-) maka: Cari besar kecepatan sebelum tumbukan $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{(2)(-10)(5)}$ $= \sqrt{-100} = -10\text{m/s}$ Cari besar Impuls $I = m(v' - v)$ $I = 0,2(8 - (-10))$ $I = 2,6\text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : B	
Menerapkan konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari	12	Sebuah mobil yang massanya 2000 kg melaju dengan kecepatan 40 m/s. berapakah gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan mobil tersebut jika kita ingin mobil berhenti dengan waktu 10 s? A. 2000 N B. 4500 N C. 8000 N D. 80.000 N E. 95.000 N	Diket : m = 2000 kg v = 40 m/s t = 10 s Ditanya: gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan mobil dengan waktu 10 s. Jawab : $F = \frac{m(v - u)}{\Delta t}$ $= \frac{2000(40 - 0)}{10}$ $= 8000\text{ N}$ Kunci jawaban : C	C3
Menerapkan konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari	13	Pak supri mengendarai motor supra x 125 yang massanya 106 kg melaju dengan kecepatan 40 Km/jam. berapakah momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s) A. 500,3 kg m/s B. 700,5 kg m/s C. 950,3 kg m/s D. 1.176,6 kg m/s	Diket : m = 106 kg V = 20 km/jam Ditanya : p =? Penyelesaian Ubah satuan kecepatan dari Km/Jam menjadi m/s 40 km/jam = 40 x 1000/3600 = 11.1 m/s Hitung besar momentum p = mv → p = (106)x(11.1) = 1.176,6 kg m/s	C3

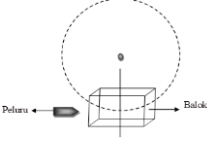
Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
		E. 1.230,4 kg m/s		
Menganalisis konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari	14	<p>Kenapakah air bag (kantong udara) dapat digunakan untuk alat keselamatan jika terjadi tabrakan pada mobil?</p> <p>A. Karena kantong udara dapat memperlama kontak sentuh antara pengendara dengan balon udara, sehingga mengurangi gaya reaksi yang dihasilkan oleh tumbukan,</p> <p>B. Karena kantong udara dapat memperbesar impuls, sehingga tidak terasa sakit</p> <p>C. Karena kantong udara mampu meredam kecepatan pengendara</p> <p>D. Jawaban A dan C benar</p> <p>E. Jawaban B dan C benar</p>	Kunci Jawaban : D	C4
Menganalisis konsep hukum kekekalan momentum pada prinsip kerja mesin roket dan mesin jet	15	<p>Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....</p> <p>A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket</p> <p>B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan</p>	Kunci Jawaban: B	C4

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
		<p>mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya</p> <p>C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer</p> <p>D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket</p> <p>E. jawaban C dan D benar</p>		
Menyatakan konsep peristiwa tumbukan	16	<p>Pada tumbukan tak lenting sama sekali berlaku hukum kekekalan</p> <p>A. momentum</p> <p>B. energi kinetik</p> <p>C. kecepatan</p> <p>D. hukum kekekalan massa dan energi kinetik</p> <p>E. momentum dan energi kinetik</p>	Jawaban : A	C1
Menghitung besar gaya F dalam penyelesaian tumbukan	17	<p>Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 20 kg m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,2 s, besarnya gaya rata-rata yang diberikan kepada bola adalah....</p> <p>A. 100 N</p> <p>B. 120 N</p> <p>C. 250 N</p> <p>D. 260 N</p> <p>E. 270 N</p>	<p>Diket : $\Delta t = 0,2$ sekon</p> <p>$I = 20$ kg m/s</p> <p>Ditanya : $F = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = F \Delta t$ $F = I / \Delta t$ $F = \frac{20 \text{ kg m/s}}{0,2 \text{ s}} = 100 \text{ Kg}$ <p>$m/s^2 = 100 \text{ N}$</p> <p>Kunci jawaban : A</p>	C2
Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	18	<p>Sebuah bola kasti bermassa 200 gr dilemparkan ke arah kanan, dengan kelajuan 10 m/s. sesaat setelah</p>	<p>Diket : $m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$</p> <p>$v = 10 \text{ m/s}$</p> <p>$v' = - 20$</p> <p>Ditanya : $I = ?$</p> <p>Penyelesaian:</p>	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
		<p>dipukul, bola berbalik arah dengan kelajuan 20 m/s. berapakah impuls yang diberikan pemukul pada bola?</p> <p>A. -6 kg m/s B. -4 kg m/s C. 2 kg m/s D. 4 kg m/s E. 6 kg m/s</p>	$I = m(\Delta v)$ $I = 0,2 (-20 - 10)$ $I = -6 \text{ kg m/s}$ <p>Kunci jawaban : A</p>	
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada kehidupan sehari-hari	19	<p>Guz Zuda mengendarai motor scoopy dengan kecepatan 40 km/jam. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor tersebut jika massa gus Zuda 55 kg, massa motor 120 kg dan gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 120 N?....</p> <p>A. 15,0 s B. 20,0 s C. 38,0 s D. 58,3 s E. 60,0 s</p>	<p>Diket : $m_Z = 55 \text{ kg}$ $M_m = 120 \text{ kg}$ $v_1 = 40 \text{ km/j}$ $v_2 = 0 \text{ km/j}$ $F = 120 \text{ N}$</p> <p>Ditanya : $t = ?$</p> <p>Penyelesaian: Ubah kecepatan motor $v = 40 \times 1000/3600 = 11,1 \text{ m/s}$ $m_{\text{tot}} = 55 \text{ kg} + 120 \text{ kg} = 175 \text{ kg}$</p> $F = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{m(40 - 0)}{F}$ $\Delta t = \frac{175(40)}{120} = 58,3 \text{ s.}$ <p>Kunci Jawaban: D</p>	C3
Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	20	<p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Dua orang anak berada dalam sebuah perahu bermassa 120 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak A</p>	<p>Diketahui: $m_P = 120 \text{ kg}$ $v_P = 10 \text{ m/s}$ $m_A = 50 \text{ kg}$ $m_B = m_1 = 40 \text{ kg}$ $v_B' = v_2 = -2,5 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya: kecepatan perahu setelah anak B meloncat (v_B')</p> <p>Jawab: Pada saat B meloncat maka dua kelompok yang terlibat yaitu:</p>	C4

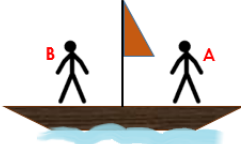
Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah Kognitif
		<p>bermassa 50 kg dan anak B bermassa 40 kg, kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 2 m/s adalah....</p> <p>A. 10,2 m/s B. 12,0 m/s C. 12,8 m/s D. 13,2 m/s E. 13,8 m/s</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kelompok pertama: Anak B (massanya yaitu $m_1 = 40$ kg) • Kelompok kedua: anak A + perahu (misal sebut saja massanya m_2, maka m_2 adalah massa perahu + massa anak A. $m_2 = 120 + 50 = 170$ kg) <p>Kecepatan awal anak A dan B sama dengan kecepatan perahu yaitu 10 m/s.</p> $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $40(10) + 170(10) = 40(-2) + 170 v'_2$ $2100 = -80 + 170 v'_2$ $v'_2 = \frac{2100+80}{170} = 12,8 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban: C</p>	

Soal Instrumen Uji Coba
Materi Momentum, Impuls, dan Tumbukan
Soal Paket B

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognifif
Membandingkan besar momentum pada suatu contoh	1	<p>Momentum terbesar dimiliki oleh....</p> <p>A. benda bermassa 90 kg dengan kecepatan 36 Km/jam</p> <p>B. benda bermassa 15 kg dengan kecepatan 15 km/jam</p> <p>C. benda bermassa 30 kg dengan kecepatan 90 km/jam</p> <p>D. benda bermassa 40 kg dengan kecepatan 20 km/jam</p> <p>E. benda bermassa 50 kg dengan kecepatan 72 km/jam</p>	<p>Penyelesaian: Hitung besar momentum tiap poin</p> <p>A. $90 \times 36 = 3.240$</p> <p>B. $15 \times 15 = 225$</p> <p>C. $30 \times 90 = 2.700$</p> <p>D. $40 \times 20 = 800$</p> <p>E. $50 \times 72 = 3.600$</p> <p>Kunci jawaban : E</p>	C2
Menganalisis kecepatan awal peluru yang menumbuk ayunan balistik	2	<p>Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>Sebuah ayunan balistik menggunakan balok kayu bermassa 2,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan di dalam balok dan balok berayun setinggi 0,1m dari kedudukan setimbangnya</p>	<p>Diket : $m_p = 10 \text{ g}$ $m_B = 2,99 \text{ kg}$ $h = 0,1 \text{ m.}$ ditanya : $v_p = ?$</p> <p>Penyelesaian:</p> $v_p = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh}$ $v_p = \left(\frac{0,01 + 2,99}{0,01} \right) \sqrt{(2)(9)}$ $v_p = (300)(1,4)$ $= 420 \text{ m/s}$ <p>Jawaban : E.</p>	C4

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
		<p>($g = 9,8 \text{ m/s}^2$), tentukan kecepatan peluru sebelum tumbukan? ...</p> <p>A. 100 m/s B. 150 m/s C. 300 m/s D. 420 m E. 500 m/s²</p>		
Menguraikan Dimensi momentum dan Impuls	3	<p>Dimensi momentum dan impuls adalah....</p> <p>A. MLT^{-1} B. $ML^{-1}T$ C. MLT^{-2} D. MLT E. $M^{-1}LT$</p>	Kunci Jawaban : A	C2
Menerapkan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	4	<p>Sebutir peluru bermassa 150 g ditembakkan pada sebuah balok yang dalam keadaan diam dan bermassa 3,8 kg. jika kecepatan awal peluru adalah 200 m/s, berapakah kecepatan balok setelah peluru itu bersarang di dalamnya?....</p> <p>A. 7,50 m/s B. 7,59 m/s C. 8,20 m/s D. 9,00 m/s E. 9,23 m/s</p>	<p>Diket : $m_p = 150 \text{ g}$ $M_b = 3,8 \text{ kg}$ $v_p = 200 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya = $V' = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $m_p v_p + m_b v_b = (m_p + m_b) v'$ $(0,15)(200) + 0 = (0,15 + 3,8) v'$ $30 = 3,95 v'$ $v' = 7,59 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban : B</p>	C3
Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	5	<p>Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 25 kg.m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,1 s, besarnya gaya yang diberikan kepada bola adalah....</p> <p>A. 100 N B. 120 N C. 250 N D. 260 N</p>	<p>Diket : $\Delta t = 0,1 \text{ sekon}$ $I = 25 \text{ kg m/s}$</p> <p>Ditanya : $F = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = F \Delta t$ $F = I / \Delta t$ $F = \frac{25 \text{ kg m/s}}{0,1 \text{ s}} = 250 \text{ Kg m/s}^2 = 250 \text{ N}$ <p>Kunci jawaban : C</p>	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
		E. 270 N		
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian	6	Sebuah benda dilepaskan dari ketinggian 8 m di atas lantai. Karena dipantulkan oleh lantai, benda naik lagi setinggi 2 m. koefisien restitusinya adalah.... A. $\sqrt{0,15}$ B. $\sqrt{0,25}$ C. $\sqrt{0,30}$ D. $\sqrt{0,35}$ E. $\sqrt{0,45}$	Diket : $h = 8 \text{ m}$ $h' = 2 \text{ m}$ Ditanya: koefisien restitusi (e) = ? Penyelesaian: $e = \frac{\sqrt{h'}}{\sqrt{h}} = \sqrt{\frac{2}{8}}$ $= \sqrt{0,25}$ Kunci Jawaban : B	C3
Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	7	Kang afif ingin menyelamatkan seorang korban banjir yang hampir tenggelam mula-mula kang afif naik sebuah rakit. Massa kang afif adalah 50 kg dan massa rakit adalah 100 kg. mula mula keadaan rakit adalah diam, kemudian dengan membaca بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيم kang afif meloncat dengan kecepatan 1,5 m/s, sehingga rakit bergerak berlawanan dengan arah loncatannya, kecepatan rakit saat kang afif meloncat ke dalam air adalah A. -0,85 m/s B. -0,75 m/s C. -1 m/s D. 1 m/s E. 0,75 m/s	Diket : $m_{Afif} = 50 \text{ kg}$ $m_{Rakit} = 100 \text{ kg}$ $v_{Peluru} = 2 \text{ m/s}$ Ditanya : $v_{Rakit} = ?$ Penyelesaian : $m_{Rakit}v_{Rakit} + m_{Afif}v_{Afif}$ $= m_{Rakit}v'_{Rakit}$ $+ m_{Afif}v'_{Afif}$ 0 $= m_{Rakit}v'_{Rakit}$ $+ m_{Afif}v'_{Afif}$ $v'_{Rakit} = -\frac{m_{Afif}}{m_{Rakit}}v'_{Afif}$ $= -\left(\frac{50}{100}\right)1,5$ $= -0,75 \text{ m/s}$ Kunci jawaban: B	C4
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa	8	Sebuah bola basket massanya 0,6 kg jatuh dari ketinggian 6 m. Waktu bola menumbuk tanah adalah 0,02 s sampai akhirnya bola berbalik	Diketahui: $m = 0,6 \text{ kg}$ $h = 6 \text{ m}$ $\Delta t = 0,02 \text{ s}$ $v' = -1/3 v$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$	

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
benda jatuh bebas		<p>dengan kecepatan 1/3 kali kecepatan ketika bola menumbuk tanah. Hitunglah perubahan momentum bola pada saat menumbuk tanah ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)</p> <p>A. 8,64 kg m/s B. 10 kg m/s C. 23 kg m/s D. 35 kg m/s E. 42,42 kg m/s</p>	<p>Ditanya : perubahan momentum / Impuls (Δp)</p> <p>Jawab:</p> <p>Cari besar v dan v'</p> <p>Asumsikan arah ke atas adalah (+), dan arah ke bawah adalah (-), maka:</p> $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{(2)(-9,8)(6)}$ $= \sqrt{-117,6} = -10,8 \text{ m/s}$ $v' = -\frac{1}{3}(-10,8)$ $= 3,6 \text{ m/s}$ <p>Perubahan momentum</p> $\Delta p = m(v' - v)$ $= 0,6 (3,6 - (-10,8))$ $= 0,6(14,4)$ $= 8,64 \text{ kg m/s}$ <p>Kunci jawaban : A</p>	
Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	9	<p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>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, kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 1,5 m/s adalah....</p> <p>A. 10 m/s</p>	<p>Diketahui:</p> <p>$m_P = 100 \text{ kg}$ $v_P = 10 \text{ m/s}$ $m_A = 50 \text{ kg}$ $m_B = m_1 = 30 \text{ kg}$ $v_B' = v_2 = -1,5 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya: kecepatan perahu setelah anak B meloncat (v_B')</p> <p>Jawab:</p> <p>Pada saat B meloncat maka dua kelompok yang terlibat yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kelompok pertama: Anak B (massanya yaitu $m_1 = 30 \text{ kg}$) • Kelompok kedua: anak A + perahu (misal sebut saja massanya m_2, maka m_2 adalah massa perahu + 	C4

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
		<p>B. 11,5 m/s C. 12,3 m/s D. 15,2 m.s E. 16 m/s</p>	<p>massa anak A. $m_2 = 100 + 50 = 150$ kg) Kecepatan awal anak A dan B sama dengan kecepatan perahu yaitu 10 m/s. $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $30(10) + 150(10) = 30(-1,5) + 150 v'_2$ $1800 = -45 + 150 v'_2$ $v'_2 = \frac{1800+45}{150} = 12,3$ m/s Kunci jawaban: C</p>	
Menyimpulkan prinsip kerja roket	10	<p>Menurut hukum kekekalan momentum dan aksi reaksi, sebuah roket dapat meluncur dikarenakan oleh....</p> <p>A. Semburan gas panas pada ekor roket B. Pantulan oleh pegas C. gaya dorong mesin jet D. katrol E. turbin</p>	Kunci Jawaban: A	C2
Menyebutkan jenis besaran dan satuan momentum	11	<p>Momentum adalah ...</p> <p>A. Besaran vektor dengan satuan kg m B. Besaran skalar dengan satuan kg m C. Besaran vektor dengan satuan kg m/s D. Besaran skalar dengan satuan kg m/s E. Besaran vektor dengan satuan kg m/s²</p>	Kunci Jawaban: C	C1
Menerapkan konsep momentum dan impuls	12	<p>Sebuah mobil yang massanya 2 ton melaju dengan kecepatan 20</p>	<p>Diket : $m = 2$ ton $V = 20$ km/jam Ditanya : $p = ?$</p>	C3

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
dalam kehidupan sehari-hari		Km/jam. berapakah momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s) A. 4.000 kg m/s B. 5.000 kg m/s C. 6.200 kg m/s D. 10.023 kg m/s E. 11.120 kg m/s	Penyelesaian Ubah satuan massa dari ton menjadi kg 2 ton = 2000 kg Ubah satuan kecepatan dari Km/Jam menjadi m/s 20 km/jam= 20 x 1000/3600= 5.56 m/s Hitung besar momentum $p = mv \rightarrow p = (2000) \times (5,56) = 11.120$ kg m/s Kunci jawaban : E	
Menerapkan konsep momentum dan impuls dalam kehidupan sehari-hari	13	Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor yang bermassa 120 kg dengan kecepatan 20 m/s jika gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 120 N?..... A. 15 s B. 20 s C. 25 s D. 27 s E. 30 s	$F = \frac{m(v - u)}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{m(v - u)}{F}$ $\Delta t = \frac{120(20 - u)}{120}$ $= 20 \text{ s.}$ Kunci Jawaban: B	C3
Membedakan koefisien restitusi pada tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali	14	Berapakah koefisien restitusi tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali secara berturut-turut?.... A. $0 \leq e \leq 1$, $e = 1$, $e = 0$ B. $e = 0$, $0 \leq e \leq 1$, $e = 1$ C. $e = 1$, $0 \leq e \leq 1$, $e = 0$ D. $e = -1$, $e = 0$, $e = 1$ E. $e = 1$, $e = 0$, $e = -1$	Kunci jawaban : C	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
Menerapkan persamaan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	15	Sebuah bola bermassa 0,32 kg bergerak dengan kecepatan 2 m/s menumbuk sebuah bola lain bermassa 0,2 kg yang mula-mula diam. Jika setelah tumbukan bola pertama dan bola kedua bergerak Bersama-sama, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah.... A. 1,00 m/s B. 1,23 m/s C. 2,3 m/s D. 4,5 m/s E. 4,7 m/s	Diket : $m_1 = 0,32 \text{ kg}$ $m_2 = 0,2 \text{ kg}$ $v_1 = 2 \text{ m/s}$ Penyelesaian : $m_1 v_1 + m_2 v_2$ $= m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $(0,32)(2) + (0,2)(0) =$ $(0,32 + 0,2)(v')$ $0,64 = 0,52 (v')$ $v' = 1,23 \text{ m/s}$	C3
Menerapkan konsep momentum dan impuls pada kehidupan sehari-hari	16	Cak Rizal mengendarai motor scoopy dengan kecepatan 50 km/jam. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor tersebut jika massa cak Rizal 60 kg, massa motor 120 kg dan gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 100 N?... A. 15,0 s B. 30,0 s C. 58,0 s D. 60,0 s E. 90,0 s	Diket : $m_R = 55 \text{ kg}$ $M_m = 120 \text{ kg}$ $v_1 = 50 \text{ km/j}$ $v_2 = 0 \text{ km/j}$ $F = 100 \text{ N}$ Ditanya : $t = ?$ Penyelesaian: Ubah kecepatan motor $v = 50 \times 1000/3600 = 13,9 \text{ m/s}$ $m_{\text{tot}} = 60 \text{ kg} + 120 \text{ kg} = 180 \text{ kg}$ $F = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{m(50 - 0)}{F}$ $\Delta t = \frac{180(50)}{100}$ $= 90 \text{ s.}$ Kunci Jawaban: D	C3
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian untuk menghitung	17	Sebuah bola dilepaskan dari ketinggian 8 m. setelah menumbuk lantai, bola memantul dan mencapai ketinggian 5 m.	penyelesaian: $e = \frac{\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1}} = \sqrt{\frac{5}{8}} = 0,79$ Kunci Jawaban: B	C3

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kognitif
koefisien restitusinya		berapakah koefisien restitusi pantulan ? A. 0,52 B. 0,79 C. 0,80 D. 0,85 E. 0,89		
Menerapkan konsep tumbukan lenting sebagian untuk menghitung tinggi pantulan vertikal bola berikutnya	18	Pada soal nomor 17, berapakah tinggi pantulan ke tiga? A. 2,00 m B. 2,32 m C. 3,12 m D. 4,15 m E. 5,00 m	Jawab : $e = \frac{\sqrt{h_3}}{\sqrt{h_2}} \rightarrow h_3 = h_2 \times e^2$ $= 5 \times (0,79)^2$ $= 3,12 \text{ m}$	C3
Mengetahui hewan yang mampu menggunakan prinsip hukum kekekalan momentum untuk bergerak seperti mesin jet	19	Mesin roket dan mesin jet memanfaatkan prinsip hukum kekekalan momentum, namun jauh sebelum mesin itu diciptakan, ada hewan yang juga dapat memanfaatkan hukum kekekalan momentum untuk bergerak cepat, hewan apakah itu? A. Salamender B. Ikan paus C. Gurita D. Lumba-lumba E. Bulu babi	Kunci Jawaban : C	C1
Membedakan cara kerja mesin jet dan mesin roket	20	Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....	Kunci Jawaban B	C2

Indikator	No. soal	Soal	Penyelesaian soal	Rana h Kogni tif
		<p>A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket</p> <p>B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya</p> <p>C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer</p> <p>D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket</p> <p>E. jawaban B dan C benar</p>		

Lampiran 12. Lembar Soal dan Jawaban Siswa Uji Coba

Uji Kelayakan
Instrumen Soal Post Test
Efektivitas Penggunaan Modul Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Momentum dan Impuls Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X

Nama Responden : *Tan Fitri Ningsih.*
 Kelas : *XI IPA1*
 Sekolah : *Mts Al Hadi.*

B : 15

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D atau E sesuai dengan jawaban yang tepat !

1. Bagaimanakah persamaan yang menyatakan hubungan momentum (p) dan impuls (I) ?....
 - A. $I = mp$
 - B. $m = pI$
 - C. $I = \Delta p$
 - D. $p = \Delta I$
 - E. $I = Fp$
2. Seorang pemain sirkus bermassa 60 kg jatuh bebas dari ketinggian 2 m dengan selamat, berapakah Impuls yang dialami pemain sirkus tersebut?.... (Percepatan gravitasi $= -10 \text{ m/s}^2$)
 - A. -539 kg m/s
 - B. -378 kg m/s
 - C. 378 kg m/s
 - D. 539 kg m/s
 - E. 510 kg m/s
3. Sebuah bola pingpong bermassa 0,3 kg mula-mula dalam keadaan diam. Kemudian dipukul oleh kang hadi menggunakan gaya sebesar F menggunakan kayu sehingga benda bergerak dengan kecepatan 8m/s. tentukanlah Impuls bola tersebut?
 - A. 2 kg m/s
 - B. 2,4 kg m/s
 - C. 3,2 kg m/s
 - D. 7,7 kg m/s
 - E. 7,8 kg m/s
4. Pada soal nomor 3, berapakah besar gaya F yang bekerja pada benda jika kayu menyentuh bola pingpong selama 0.02 sekon?....
 - A. 0,48 N
 - B. 12 N
 - C. 120 N
 - D. 134 N
 - E. 140 N
5. Pada tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan
 - A. Momentum
 - B. Momentum dan Impuls
 - C. Momentum dan Energi Kinetik
 - D. Momentum dan Energi Potensial
 - E. Momentum dan massa
6. Peristiwa jatuhnya pohon kelapa jatuh dari pohonnya kemudian memantul tanah dan memantul adalah contoh peristiwa....
 - A. Tumbukan lenting sempurna
 - B. Tumbukan lenting sebagian
 - C. Tumbukan tak lenting sama sekali
 - D. Tumbukan kekal
 - E. Tumbukan tak kekal
7. Perhatikan gambar dibawah ini! Perhatikan gambar dibawah ini!

$v_A = 3 \text{ m/s}$ $v_B = ?$
 $m_A = 4 \text{ kg}$ $m_B = 3 \text{ kg}$

Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2 \text{ m/s}$ dan $v_B' = \text{?}$ m/s?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah....

 - A. $v_A' = -4 \text{ m/s}$
 - B. $v_A' = -2 \text{ m/s}$

1

C. $v'_1 = 2 \text{ m/s}$

~~D. $v'_1 = 3 \text{ m/s}$~~

E. $v'_1 = 4 \text{ m/s}$

$v_0 = 2,666$

8. Dari Sebuah meriam yang massanya 120 kg ditembakkan peluru yang massanya 2 kg. jika kecepatan peluru 30 m/s. kecepatan dorong rudal ke belakang adalah

~~A. -0,50 m/s~~

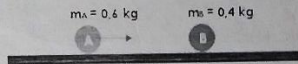
B. -0,05 m/s

C. -0,07 m/s

D. 0,05 m/s

E. 0,50 m/s

9. Perhatikan gambar berikut!



Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 2 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan masing-masing bola setelah tumbukan adalah

A. 0,2 m/s

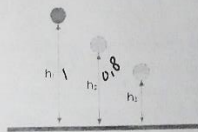
B. 1,0 m/s

~~C. 1,2 m/s~~

D. 1,4 m/s

E. 2,0 m/s

10. Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan ketinggian 0,8 meter, maka tinggi pantulan berikutnya adalah...



A. 0,2 m

B. 0,3 m

C. 0,6 m

~~D. 0,64 m~~

E. 0,7 m

11. Bola bekel bermassa 200 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...

A. 2,0 kg m/s

~~B. 2,6 m/s~~

C. 3 m/s

D. 4 m/s

E. 5 m/s

12. Sebuah mobil yang massanya 2000 kg melaju dengan kecepatan 40 m/s. berapakah gaya yang dibutuhkan untuk menghentikan mobil tersebut jika kita ingin mobil berhenti dengan waktu 10 s? ...

A. 2000 N

B. 4500 N

~~C. 8000 N~~

D. 80.000 N

E. 95.000 N

13. Pak supri mengendarai motor supra x 125 yang massanya 106 kg melaju dengan kecepatan 40 Km/jam. berapakah momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s)

A. 500,3 kg m/s

B. 700,5 kg m/s

C. 950,3 kg m/s

~~D. 1.176,6 kg m/s~~

E. 1.230,4 kg m/s

14. Kenapakah air bag (kantong udara) dapat digunakan untuk alat keselamatan jika terjadi tabrakan pada mobil?

~~A. Karena kantong udara dapat memperlama kontak sentuh antara pengendara dengan balon udara, sehingga mengurangi gaya reaksi yang dihasilkan oleh tumbukan.~~

B. Karena kantong udara dapat memperbesar impuls, sehingga tidak terasa sakit

C. Karena kantong udara mampu meredam kecepatan pengendara

D. Jawaban A dan C benar

E. Jawaban B dan C benar

15. Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang

menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....

- A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket
 - B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya
 - C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer
 - D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket
 - E. jawaban C dan D benar
16. Pada tumbukan tak lenting sama sekali berlaku hukum kekekalan
- A. momentum
 - B. energi kinetik
 - C. kecepatan
 - D. hukum kekekalan massa dan energi kinetik
 - E. momentum dan energi kinetik

17. Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 20 kg m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,2 s, besarnya gaya rata-rata yang diberikan kepada bola adalah....

- 18. 100 N
- 19. B. 120 N
- 20. C. 250 N
- 21. D. 260 N
- 22. E. 270 N

17. Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 20 kg m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,2 s, besarnya gaya rata-rata yang diberikan kepada bola adalah....

- A. 100 N
- B. 120 N
- C. 250 N
- D. 260 N
- E. 270 N

18. Sebuah bola kasti bermassa 200 gr dilemparkan ke arah kanan, dengan kelajuan 10 m/s. sesaat setelah dipukul, bola berbalik arah dengan kelajuan 20 m/s. berapakah impuls yang diberikan pemukul pada bola?

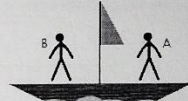
- A. -6 kg m/s
- B. -4 kg m/s

- 2 kg m/s
- D. 4 kg m/s
- E. 6 kg m/s

19. Guz Zuda mengendarai motor scoopy dengan kecepatan 40 km/jam. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor tersebut jika massa Gus Zuda 55 kg, massa motor 120 kg dan gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 120 N?....

- A. 15,0 s
- B. 20,0 s
- C. 38,0 s
- D. 58,3 s
- E. 60,0 s

20. Perhatikan gambar berikut!



Dua orang anak berada dalam sebuah perahu bermassa 120 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak A bermassa 50 kg dan anak B bermassa 40 kg, kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 2 m/s adalah....

- A. 10,2 m/s
- B. 12,0 m/s
- C. 12,8 m/s
- D. 13,2 m/s
- E. 13,8 m/s

**Lampiran 13. Daftar Nama Siswa Responden Uji Coba Soal
Instrumen Posttest**

No	Nama	Kode
1	A. Maulana Syaifuddin	R-1
2	Ahmad fariq hidayat	R-2
3	Ahmad Tahlis AM	R-3
4	Devi Anjani	R-4
5	Devi Yunita Sari	R-5
6	devianana ns	R-6
7	Dian Nabila Ulya Faza	R-7
8	Dita Rosiyanti	R-8
9	Fada' R.F.	R-9
10	Fuad Tafrikhan	R-10
11	Khristijayanti	R-11
12	Lidya Aviyanti	R-12
13	lusy Mujianingrum	R-13
14	miftahul jannah	R-14
15	Millati Permata Sari	R-15
16	Safna Khoirotun isna	R-16
17	Saputri	R-17
18	Tari Fitria Ningsih	R-18
19	Tia Safira	R-19
20	wildan arfan	R-20

Lampiran 14. Validitas soal instrument

Perhitungan Validitas Butir Soal Pilihan Ganda menggunakan
Product moment

$$r_{pbi} = \frac{M_p - M_t}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

r_{pbi} = koefisien korelasi biserial

M_p = rerata skor dari subjek yang menjawab betul bagi item yang dicari

M_t = rerata skor total

S_t = standar deviasi dari skor total proporsi

p = proporsi siswa yang menjawab benar

q = proporsi siswa yang menjawab salah

Nilai r *produk moment* yang didapat dalam perhitungan dibandingkan dengan r tabel. Apabila dalam perhitungan didapat $r_{pbi \text{ hitung}} > r_{tabel}$ taraf signifika 5 % maka instrument tersebut dapat dikatakan valid. Sebaliknya apabila dalam perhitungan didapat $r_{y \text{ hitung}} < r_{tabel}$ taraf signifikan 5 %, maka instrumen tersebut dapat dikatakan tidak valid (Arikunto, 2009)

Analisis Uji Validitas Soal Instrumen Paket A

No	kode	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	Jumlah
		C	C	B	C	C	B	D	A	C	D	B	C	D	D	B	A	A	A	D	D		C
1	R-18	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	15
2	R-8	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	14
3	R-11	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	14
4	R-16	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
5	R-12	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
6	R-5	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
7	R-15	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
8	R-4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12
9	R-19	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12
10	R-6	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11
11	R-14	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11
12	R-13	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
13	R-17	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
14	R-9	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
15	R-3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
16	R-7	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
17	R-10	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
18	R-2	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
19	R-1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	8
20	R-20	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
Jumlah (x)																						
X ²		361	25	289	196	121	64	196	361	144	121	4	361	324	289	9	256	361	4	1	0	
M _p		11,526	13	11,706	11,929	11,364	11	12	11,421	12,167	12,273	14,5	11,474	11,5	11,295	12	11,813	11,421	12,5	8	0	
M _t		11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	11,35	
P		0,95	0,25	0,85	0,7	0,55	0,4	0,7	0,95	0,6	0,55	0,1	0,95	0,9	0,85	0,15	0,8	0,95	0,1	0,05	0	
q		0,05	0,75	0,15	0,3	0,45	0,6	0,3	0,05	0,4	0,45	0,9	0,05	0,1	0,15	0,85	0,2	0,05	0,9	0,95	1	
P/q		19	0,3333	5,6667	2,3333	1,2222	0,6667	2,3333	19	1,5	1,2222	0,1111	19	9	5,6667	0,1765	4	19	0,1111	0,0526	0	
Sr		1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	
r		0,4035	0,5002	0,4448	0,464	0,0079	-0,15	0,5213	0,1626	0,5252	0,5356	0,5513	0,2831	0,2363	-0,143	0,1434	0,4857	0,1626	0,2013	-0,404	0	
r tabel		0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	0,444	
Kriteria		invalid	valid	valid	valid	invalid	invalid	valid	invalid	valid	valid	valid	invalid	invalid	invalid	invalid	valid	invalid	invalid	invalid	invalid	

Validitas

Analisis Uji Validitas Soal Instrumen Paket B

no	kode	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	jumlah	
		E	E	A	B	C	B	B	A	C	A	C	E	B	C	B	D	B	C	C	B		
1	R-8	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
2	R-18	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
3	R-11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	18	
4	R-15	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	17	
5	R-8	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	16	
6	R-7	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16	
7	R-4	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	15	
8	R-17	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	15	
9	R-6	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	13	
10	R-14	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	14	
11	R-12	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	13	
12	R-10	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	13	
13	R-9	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	13	
14	R-9	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
15	R-19	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	12	
16	R-1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	12	
17	R-18	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	12	
18	R-20	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	11	
19	R-3	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	11	
20	R-16	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	10	
JUMLAH (X)		19	3	19	13	18	19	2	2	16	17	20	9	19	19	14	2	19	18	20	12		
X2		361	9	361	169	324	361	4	4	256	289	400	81	361	361	196	4	361	324	400	144		
Mp		14.1	16.7	14.1	15.2	14.3	14.05	18	17.5	14.38	14.53	14	15.67	14.11	14.05	14.86	18	14.16	14.17	14	15		
Mt		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		
p		0.95	0.15	0.95	0.65	0.9	0.95	0.1	0.1	0.8	0.85	1	0.45	0.95	0.95	0.7	0.1	0.95	0.9	1	0.6		
q		0.05	0.85	0.05	0.35	0.1	0.05	0.9	0.9	0.2	0.15	0	0.55	0.05	0.3	0.9	0.05	0.1	0	0	0.4		
p/q		19	0.18	19	1.86	9	19	0.111	0.111	4	5.667	0	0.818	19	19	2.333	0.111	19	9	0	1.5		
St		2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43	2.43		
r		0.09	0.46	0.09	0.65	0.41	0.094	0.549	0.48	0.309	0.519	0	0.621	0.189	0.094	0.539	0.549	0.283	0.206	0	0.504		
Tabel		0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444	0.444		
Kriteria		invalid	valid	invalid	valid	invalid	invalid	valid	valid	invalid	valid	invalid	valid	invalid	valid	valid	invalid	invalid	invalid	invalid	invalid	valid	

Validitas

Lampiran 15. Reliabilitas Soal Instrumen

Reliabilitas ditentukan menggunakan rumus K-R20.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{S^2 - \sum pq}{S^2} \right) \dots\dots\dots (3.2)$$

(Arikunto, 2009)

Keterangan :

- r_{11} = realibilitas instrumen
- n = banyaknya butir soal
- p = proporsi siswa yang menjawab betul pada butir
- q = proporsi siswa yang menjawab salah pada butir
- S^2 = varians

Harga r_{11} yang diperoleh dikonsultasikan dengan r_{tabel} dengan taraf signifikan 5%. Jika harga $r_{11} > r_{tabel}$ maka instrumen yang diuji bersifat reliabel dan sebaliknya apabila $r_{11} < r_{tabel}$ maka instrumen yang diuji tidak reliabel

Reliabilitas Soal Paket A

no	kode	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	jumlah
		E	E	A	B	C	B	B	A	C	A	C	E	B	C	B	D	B	C	C	C		B
1	R-8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	R-18	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	R-11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
4	R-15	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
5	R-8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
6	R-7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
7	R-4	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8	R-17	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
9	R-6	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
10	R-14	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
11	R-12	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
12	R-10	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0
13	R-9	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
14	R-9	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
15	R-19	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
16	R-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1
17	R-18	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
18	R-20	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
19	R-3	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0
20	R-16	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
JUMLAH (X)		19	3	19	13	18	18	19	2	2	16	17	20	9	19	19	14	2	19	18	20	12
X2		361	9	361	169	324	361	361	4	4	256	289	400	81	361	361	196	4	361	324	400	144
p		0,95	0,15	0,95	0,65	0,90	0,95	0,10	0,10	0,80	0,85	1,00	0,45	0,95	0,95	0,70	0,10	0,95	0,90	1,00	1,00	0,60
q		0,05	0,85	0,05	0,35	0,10	0,05	0,90	0,90	0,20	0,15	0,00	0,55	0,05	0,05	0,30	0,90	0,05	0,10	0,00	0,40	
Σpq		0,05	0,13	0,05	0,23	0,09	0,048	0,09	0,09	0,16	0,128	0	0,248	0,048	0,048	0,21	0,09	0,048	0,09	0	0,24	
var		6,21																				

$$r_{11} = \left(\frac{20}{21-1} \right) \left(\frac{6,21-2,08}{6,21} \right) = 0,7$$

Karena nilai $r = 0,7 > r_{tabel} = 0,37$, maka dapat dinyatakan bahwa soal adalah reliabel

Reliabilitas Soal Paket A

No	kode	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10		soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	Jumlah
		C	C	B	C	C	B	D	A	C	D	B	B	C	D	D	B	A	A	A	A	D		C
1	R-18	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	15
2	R-8	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	14
3	R-11	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	14
4	R-16	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
5	R-12	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	13
6	R-5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
7	R-15	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
8	R-4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12
9	R-19	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	12
10	R-6	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11
11	R-14	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	11
12	R-13	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
13	R-17	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
14	R-9	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
15	R-3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
16	R-7	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
17	R-10	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
18	R-2	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
19	R-1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8
20	R-20	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	9
JUNMLAH (X)		19	5	17	14	11	8	14	19	12	11	2	19	18	17	3	16	19	2	2	1	0	
X ²		361	25	289	196	121	64	196	361	144	121	4	361	324	289	9	256	361	4	1	1	0	
p		0,95	0,25	0,85	0,70	0,55	0,40	0,70	0,95	0,60	0,55	0,10	0,95	0,90	0,85	0,15	0,80	0,95	0,10	0,05	0,05	0,00	
q		0,05	0,75	0,15	0,30	0,45	0,60	0,30	0,05	0,40	0,45	0,90	0,05	0,10	0,15	0,85	0,20	0,05	0,90	0,95	1,00		
pq		0,048	0,188	0,128	0,21	0,248	0,24	0,21	0,048	0,24	0,248	0,09	0,048	0,09	0,128	0,128	0,16	0,048	0,09	0,048	0		
Σpq		2,63																					
S ²		3,818																					

$$r_{11} = \left(\frac{20}{21-1} \right) \left(\frac{3,81-2,63}{3,81} \right) = 0,33$$

Karena nilai $r = 0,33 > r_{tabel} = 0,37$, maka dapat dinyatakan bahwa soal adalah reliabel

Lampiran 16. Tingkat kesukaran dan daya beda soal

a. Tingkat kesukaran

Taraf kesukaran butir soal dihitung dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{B}{JS} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

- p = taraf kesukaran
- B = banyak responden yang menjawab benar
- JS = jumlah seluruh peserta tes

Klasifikasi tingkat kesukaran soal dapat menggunakan tabel 3.1 kriteria berikut:

Tabel 3.1 Kriteria kesukaran

Interval p	Kategori
$0,00 \leq p < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq p < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq p < 1,00$	Mudah

Soal yang dianggap baik yaitu soal-soal sedang, maksudnya soal yang mempunyai indeks kesukaran 0,3 – 0,7. (Arikunto, 2009)

b. Daya pembeda

Daya pembeda butir soal dihitung menggunakan rumus :

$$D = P_A - P_B$$

$$P_A = \frac{B_A}{J_A} \text{ dan } P_B = \frac{B_B}{J_B} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

- D = Indeks Deskriminasi
- P_A = Proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar

P_B = Proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar

J_A = Banyaknya peserta kelompok atas

J_B = Banyaknya peserta kelompok bawah

Klasifikasi daya pembeda :

D = 0,00 - 0,19 : jelek

D = 0,20 - 0,39 : cukup

D = 0,40 – 0,69 : baik

D = 0,70 – 1,00 : sangat baik

(Arikunto, 2009)

Analisis Tingkat Kesukaran Dan Daya Pembeda Soal Paket A

Kelompok	kode	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	Jumlah ah
		C	C	B	C	C	B	D	A	C	D	B	B	D	B	A	A	A	A	D	C	
Kelompok atas	R-18	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	15
	R-8	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	14
	R-11	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14
	R-16	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
	R-12	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
	R-5	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13
	R-15	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	13
	R-4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	12
	R-19	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	12
	R-6	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	11
	R-14	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	11
	R-13	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	10
	R-17	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	10
	R-9	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	10
	R-3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	10
R-7	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10	
R-10	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	9	
R-2	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	10	
R-1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	8	
R-20	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	9	
JUMLAH (X)	19	5	17	14	14	11	8	14	14	19	12	2	19	18	17	3	16	19	2	1	0	
X2	361	25	289	196	121	64	196	361	144	121	4	361	324	289	9	256	361	4	4	1	0	
Tingkat kesukaran	Kriteria	B	19	5	17	14	11	8	14	14	12	2	19	18	17	3	16	19	2	2	1	0
		J5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		P	0,95	0,25	0,85	0,7	0,55	0,4	0,7	0,95	0,6	0,55	0,1	0,95	0,9	0,85	0,15	0,8	0,95	0,1	0,05	0
		muda h	sukar h	muda h	sedan g	sedan g	sedan g	sedan g	muda h	sedan g	sedan g	sukar h	muda h	muda h	sukar h	muda h	muda h	sukar h	muda h	sukar h	sangat sukar t	sangat sukar t
Daya pembeda	D	BA	11	5	11	10	7	3	9	11	8	2	11	11	9	2	10	11	2	0	0	
		BB	8	0	6	4	4	5	5	8	4	3	0	8	7	8	1	6	8	0	1	0
		JA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		JB	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Kriteria	baik	baik	baik	baik	baik	sangat jelek	baik	baik	baik	baik	baik	baik	baik	jelek	baik	baik	baik	baik	baik	sangat jelek	jelek	
	0,49	0,56	0,68	0,75	0,41	-0,12	0,55	0,49	0,53	0,62	0,22	0,49	0,59	0,27	0,13	0,57	0,49	0,22	-0,09	0,00		

Analisis Tingkat Kesukaran Dan Daya Pembeda Soal Paket B

kelompok	kode	soal 1	soal 2	soal 3	soal 4	soal 5	soal 6	soal 7	soal 8	soal 9	soal 10	soal 11	soal 12	soal 13	soal 14	soal 15	soal 16	soal 17	soal 18	soal 19	soal 20	jumlah
		E	E	A	B	C	B	B	A	C	A	C	E	B	C	B	D	B	B	C	C		B
Atas	R-8	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
	R-18	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
	R-11	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18
	R-15	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17
	R-8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16
	R-7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	16
	R-4	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	15
	R-17	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	15
	R-6	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	13
	R-14	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14
R-12	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13	
R-10	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	13	
R-9	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	13	
R-9	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	11	
R-19	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	12	
R-1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	12	
R-18	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	12	
R-20	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	11	
R-3	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	11	
R-16	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	10	
Bawah																						
JUMLAH (X)	19	3	19	13	18	19	2	2	2	16	17	20	9	19	19	14	2	19	18	20	12	
X2																						
	361	9	361	169	324	361	4	4	256	289	400	81	361	361	196	4	361	324	400	144		
Tingkat kesukaran																						
B	19	3	19	13	18	19	2	2	2	16	17	20	9	19	19	14	2	19	18	20	12	
J5	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
P	0,95	0,15	0,95	0,65	0,9	0,95	0,1	0,1	0,8	0,85	1	0,45	0,95	0,95	0,7	0,1	0,95	0,9	1	0,6		
Kriteria																						
muda	h	sukar	muda	h	sedan	muda	sukar	sukar	mudah	mudah	sangat mudah	sedan	mudah	mudah	sedan	sukar	mudah	mudah	sangat mudah	sedan		
BA	18	3	18	13	18	18	2	2	16	17	19	9	18	18	13	2	18	17	19	12		
BB	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	
JA	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
JB	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
Daya pembeda																						
D	1,91	0,33	1,91	1,44	2,00	1,91	0,22	0,22	1,78	1,89	2,02	1,00	1,91	1,91	1,35	0,22	1,91	1,80	2,02	1,33		
Kriteria																						
baik	sekali	baik	cukup	baik	sekali	baik	cukup	cukup	baik	baik	sekali	baik	baik	sekali	baik	cukup	baik	baik	sekali	baik	sekali	

Lampiran 17. Daftar nama siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

DAFTAR NAMA SISWA KELAS EKSPERIMEN (10 IPA 1)

NO	NAMA	Kode
1	ADAM MUHAMMAD VEHA KHARISMA	E-1
2	AGUS PURWANTO	E-2
3	AIDA HANUM ARYANI	E-3
4	AINUL YAQIN	E-4
5	AMALY BILLATI AHSANA	E-5
6	APRILIA YUSTIANA PUTRI	E-6
7	ASMAUL KHUSNNA	E-7
8	DIMAS JUNANTONO	E-8
9	DWI RATNA PUSPITA SARI	E-9
10	FAHMI RIDLO	E-10
11	HESTI DWI ARINI	E-11
12	IHDA SALSABILA	E-12
13	ILHANATUSSAADAH	E-13
14	KHOIRIL ANWAR	E-14
15	LULUK ZULFA FITRIYANI	E-15
16	MOHAMMAD NASYTUL FADLI	E-16
17	MUHAMMAD ILHAM ABDILLAH	E-17
18	MUHAMMAD ILHAM SUTRISNO	E-18
19	MUHAMMAD ISA FIRDAUS	E-19
20	MUHAMMAD REZA FADLI	E-20
21	MUHAMMAD RUDI EFENDI	E-21
22	MUHAMMAD ZAINURROHMAN	E-22
23	NUR KHOLILA	E-23

24	SITI HALIMAH	E-24
25	SUCI RAHAYU	E-25
26	SYARIFA AZKA AHMAD	E-26
27	SYAUQI ILYAS ALBANNA	E-27
28	TIARA ZULFA LARASATI	E-28
29	TSANIA QOIDA	E-29
30	ULFA LAILI NURUL BADRIYAH	E-30
31	VILA RIZQIYA AULYA	E-31
32	WIJAYA KUSUMA	E-32
33	MUHAMMAD MUSTAIN	E-33

DAFTAR NAMA SISWA KELAS KONTROL (10 IPA 2)

No	NAMA	KODE
1	AHMAD CHAKIM LUTFI	K-1
2	ANDIKA ADI DARMA	K-2
3	ARINA SALWA SAFIRA	K-3
4	AULA ZIZADHATUL MARYUQOH	K-4
5	DKVI FRASISKA YULIANA	K-5
6	FAZARUL AKMAL	K-6
7	FIKRI FAZA ADITYA	K-7
8	FITA SAPUTRI	K-8
9	FUJI SURYANINGRUM	K-9
10	GILANG MAULANA R	K-10
11	IKA NOVITASARI	K-11
12	INA FITRIYAH	K-12
13	INDINA ZULFA	K-13
14	KARINA SAFITRI	K-14

15	KHOIRUL ANAM	K-15
16	M SOKHIB H	K-16
17	M. AMIN NABAWI	K-17
18	M. DHIKA SKTIAWAN	K-18
19	MAHFUDLON	K-19
20	MKSSY MAULID DIANA	K-20
21	MUFLIKHA	K-21
22	MUHAMMAD AINUL YAQIN	K-22
23	MUHAMMAD AZIZ HIDAYATULLAH	K-23
24	MUHAMMAD NANANG NADZIF	K-24
25	MUHAMMAD SATRIA ZUDA S	K-25
26	NAIMATUL MALIKHA	K-26
27	NASHRUL ULUM	K-27
28	ROSITA KLVA KDKN	K-28
29	SAFITRI DIYANI	K-29
30	SITI ROSYIKHOH	K-30
31	UMA FARIKHA	K-31
32	VIRNANDA YUNI FARIDA	K-32

Lampiran 18. Soal Pretest dan Postest

A. Kompetensi Inti

No	Kompetensi Inti
KI-1	Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya
KI-2	Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya
KI-3	Memahami pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata
KI-4	Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori

B. Kompetensi Dasar dan Indikator

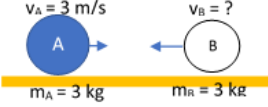
Kompetensi Dasar (KD)	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.10 Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari	3.10.1 Mengaplikasikan hubungan impuls dan momentum
	3.10.2 Mengaplikasikan definisi momentum dalam penyelesaian tumbukan,
	3.10.3 Menentukan jenis-jenis tumbukan
	3.10.4 Mengaplikasikan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari

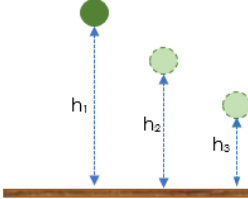
<p>4.10 Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas ke lantai dan roket sederhana</p>	<p>4.10.1 Merancang percobaan untuk membuktikan hukum kekekalan momentum 4.10.2 Menyusun laporan Praktikum</p>
--	--

C. Soal Pretest

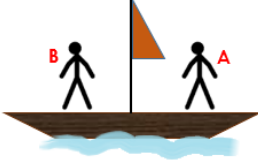
No	Indikator Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Kognitif
1.	Mengetahui jenis-jenis tumbukan berdasarkan koefisien restitusinya	<p>Berikut adalah macam-macam tumbukan:</p> <p>(1) Tumbukan elastis sempurna (2) Tumbukan Elastis Sebagian (3) Tumbukan tak Elastis (4) Tumbukan tumbukan searah (5) Tumbukan tumbukan berlawanan arah</p> <p>Menurut koefisien restitusinya, tumbukan dibagi menjadi 3, yaitu:</p> <p>A. 1,2,3 B. 2,3,4 C. 1,2,4 D. 3, 4,5 E. 2, 4,5</p>	Kunci jawaban A	C1
2	Menerapkan konsep momentum	Sebuah box kayu berisi sepatu yang memiliki massa total 20 kg jatuh	Diket : $m = 20 \text{ kg}$ $h = 2 \text{ m}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	C3

	dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	bebas dari ketinggian 2 m , berapakah Impuls yang dialami oleh box tersebut jika setelah menyentuh lantai box tersebut diam?... (Percepatan gravitasi = -10 m/s^2) A. -126 kg m/s B. -50 kg m/s C. 50 kg m/s D. 126 kg m/s E. 146 kg m/s	Ditanya : $I = ?$ Penyelesaian : - Mencari besar kecepatan saat mencapai tanah: $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{2(-10 \text{ m/s}^2)(2)}$ $= \sqrt{40 \text{ m}^2/\text{s}^2}$ $= -6,3 \text{ m/s}$ - Menghitung Impuls $I = \Delta p$ $I = (20 \text{ kg})(0 \text{ m/s}) - (20 \text{ kg})(-6.3 \text{ m/s})$ $I = 0 + 126 \text{ kg m/s}$ $= 126 \text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : D	
3	Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	Sebuah bola pingpong bermassa 0,3 kg mula-mula dalam keadaan diam. Kemudian dipukul oleh kang hadi menggunakan gaya sebesar F menggunakan kayu sehingga benda bergerak dengan kecepatan 5 m/s. tentukanlah Impuls bola tersebut? A. $-1,5 \text{ kg m/s}$ B. -1 kg m/s C. 1 kg m/s D. $1,5 \text{ kg m/s}$ E. 2 kg m/s	Diket : $m = 0,3 \text{ kg}$ $u = 0 \text{ m/s}$ $v = 5 \text{ m/s}$ Ditanya : $I = ?$ Penyelesaian : $I = \Delta p$ $= m(v - u)$ $= 0.3 \text{ kg}(5 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s})$ $= 1.5 \text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : D	C2
4	Menghafal persamaan	Bagaimanakah persamaan yang	Kunci Jawaban : C	C1

	yang menghubungkan antara momentum dan impuls	<p>menyatakan hubungan momentum (p) dan impuls (I) ?...</p> <p>A. $I = mp$ B. $m = pI$ C. $I = \Delta p$ D. $p = \Delta I$ E. $I = Fp$</p>		
5	Menganalisis peristiwa tumbukan menggunakan konsep hukum kekekalan momentum	<p>Perhatikan gambar dibawah ini!</p>  <p>Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2 \text{ m/s}$ dan $v_B' = 3 \text{ m/s}$?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah....</p> <p>A. $v_A' = -4 \text{ m/s}$ B. $v_A' = -2 \text{ m/s}$ C. $v_A' = -2.2 \text{ m/s}$ D. $v_A' = -2.8 \text{ m/s}$ E. $v_A' = 4 \text{ m/s}$</p>	<p>Diket : $m_A = 3 \text{ kg}$ $m_B = 3 \text{ kg}$ $v_A = 3 \text{ m/s}$ $v_A' = -2 \text{ m/s}$ $v_B' = 3 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : $v_B = ?$</p> <p>Penyelesaian</p> $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$ $(3)(3) + (3)(v_B) = (3)(-2) + (3)(3)$ $9 + 3v_B = -6 + 9$ $9 + 3v_B = 3$ $3v_B = -6$ $v_B = -\frac{6}{3}$ $v_B = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>Kunci jawaban B</p>	C4
6	Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	<p>Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan ketinggian 0,5 meter, maka tinggi pantulan berikutnya adalah...</p>	<p>Diketahui: $h_1 = 1 \text{ m}$ $h_2 = 0,5 \text{ m}$ Ditanya: h_3</p> <p>Jawab:</p> $\sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{h_3}{h_2}}$ $\frac{h_2}{h_1} = \frac{h_3}{h_2}$	C3

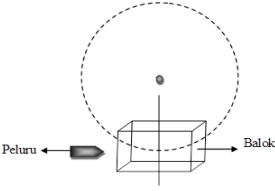
		 <p>A. 0,25 m B. 0,3 m C. 0,6 m D. 0,64 m E. 0,7 m</p>	$\frac{0.5}{1} = \frac{h_3}{0.5}$ $h_3 = \frac{(0.5)(0.5)}{1} = 0.25 \text{ m}$ <p>Kunci jawaban: A</p>	
7	<p>Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas</p>	<p>Bola bekel bermassa 150 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...</p> <p>A. 1,8 kg m/s B. 2,1 kg m/s C. 3,2 kg m/s D. 4,3 kg m/s E. 5 kg m/s</p>	<p>Diket : $m = 150 \text{ gr} = 0,15 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$ $v' = 2 \text{ m/s}$ Ditanya : Impuls =? Penyelesaian Asumsikan bahwa arah ke atas bernilai (+) dan arah ke bawah bernilai (-) maka: Cari besar kecepatan sebelum tumbukan $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{(2)(-10)(5)}$ $= \sqrt{-100}$ $= -10 \text{ m/s}$ Cari besar Impuls $I = m(v' - v)$ $I = 0.15(2 - (-10))$ $I = 1.8 \text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : B</p>	C3

8	Menganalisis konsep hukum kekekalan momentum pada prinsip kerja mesin roket dan mesin jet	Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah.... A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket E. jawaban C dan D benar	Kunci jawaban B	C4
9	Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam	Perhatikan gambar berikut!	Diketahui: $m_P = 120 \text{ kg}$ $v_P = 10 \text{ m/s}$ $m_A = 50 \text{ kg}$ $m_B = m_I = 40 \text{ kg}$	C4

kehidupan sehari-hari	 <p>Dua orang anak berada dalam sebuah perahu bermassa 120 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak A bermassa 50 kg dan anak B bermassa 40 kg, kelajuan perahu saat anak B melompat ke belakang dengan kelajuan 2 m/s adalah....</p> <p>A. 10,2 m/s B. 12,0 m/s C. 12,8 m/s D. 13,2 m/s E. 13,8 m/s</p>	$v_B' = v_2 = -2,5$ m/s Ditanya: kecepatan perahu setelah anak B melompat (v_B') Jawab: Pada saat B melompat maka dua kelompok yang terlibat yaitu: <ul style="list-style-type: none"> • Kelompok pertama: Anak B (massanya yaitu $m_1 = 40$ kg) • Kelompok kedua: anak A + perahu (misal sebut saja massanya m_2, maka m_2 adalah massa perahu + massa anak A. $m_2 = 120 + 50 = 170$ kg) Kecepatan awal anak A dan B sama dengan kecepatan perahu yaitu 10 m/s. $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $40(10) + 170(10) = 40(-2) + 170 v'_2$ $2100 = -80 + 170 v'_2$	
-----------------------	--	---	--

			$v'_2 = \frac{2100+80}{170} = 12.8 \text{ m/s}$ Kunci jawaban: C	
10	Membedakan jenis jenis tumbukan pada peristiwa kehidupan sehari-hari	Peristiwa jatuhnya pohon kelapa jatuh dari pohonnya kemudian membentur tanah dan memantul adalah contoh peristiwa.... A. Tumbukan lenting sempurna B. Tumbukan lenting sebagian C. Tumbukan tak lenting sama sekali D. Tumbukan kekal E. Tumbukan tak kekal	Kunci Jawaban B.	C2

D. Soal Posttest

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Rah-kog-nitif
1	Menganalisis kecepatan awal peluru yang menumbuk ayunan balistik	Perhatikan gambar dibawah ini! 	Diket : $m_p = 10 \text{ g}$ $m_B = 2,99 \text{ kg}$ $h = 0,1 \text{ m.}$ ditanya : $v_p = ?$ Penyelesaian: $v_p = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh}$ $v_p = \left(\frac{0,01 + 2,99}{0,01} \right) \sqrt{(2)(9,8)(0,1)}$	C4

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		<p>Sebuah ayunan balistik menggunakan balok kayu bermassa 2,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan di dalam balok dan balok berayun setinggi 0,1m dari kedudukan setimbangnya ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$), tentukan kecepatan peluru sebelum tumbukan? ...</p> <p>A. 100 m/s B. 150 m/s C. 300 m/s D. 420 m E. 500 m/s²</p>	$v_p = (300)(1,4)$ $= 420 \text{ m/s}$ <p>Jawaban : D.</p>	
2	Menerapkan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	<p>Sebutir peluru bermassa 150 g ditembakkan pada sebuah balok yang dalam keadaan diam dan bermassa 3,8 kg. jika kecepatan awal peluru adalah 200 m/s, berapakah kecepatan balok setelah peluru itu bersarang di dalamnya?....</p> <p>A. 7,50 m/s B. 7,59 m/s C. 8,20 m/s D. 9,00 m/s E. 9,23 m/s</p>	<p>Diket : $m_p = 150 \text{ g}$ $M_b = 3,8 \text{ kg}$ $v_p = 200 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya = $V' = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $m_p v_p + m_b v_b = (m_p + m_b) v'$ $(0,15)(200) + 0 = (0,15 + 3,8)v'$ $30 = 3,95v'$ $v' = 7,59 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban : B</p>	C3
3	Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	<p>Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 25 kg.m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,1 s,</p>	<p>Diket : $\Delta t = 0,1 \text{ sekon}$ $I = 25 \text{ kg m/s}$</p> <p>Ditanya : $F = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = F \Delta t$	C2

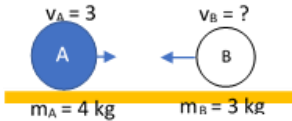
No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		<p>besarnya gaya yang diberikan kepada bola adalah....</p> <p>A. 100 N B. 120 N C. 250 N D. 260 N E. 270 N</p>	$F = I/\Delta t$ $F = \frac{25 \text{ kg m/s}}{0,1 \text{ s}} = 250 \text{ Kg}$ $\text{m/s}^2 = 250 \text{ N}$ <p>Kunci jawaban : C</p>	
4	<p>Menganalisis hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari</p>	<p>Kang afif ingin menyelamatkan seorang korban banjir yang hampir tenggelam mula-mula kang afif naik sebuah rakit. Massa kang afif adalah 50 kg dan massa rakit adalah 100 kg. mula mula keadaan rakit adalah diam, kemudian dengan membaca بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ kang afif meloncat dengan kecepatan 1,5 m/s, sehingga rakit bergerak berlawanan dengan arah loncatannya, kecepatan rakit saat kang afif meloncat ke dalam air adalah</p> <p>A. -0,85 m/s B. -0,75 m/s C. -1 m/s D. 1 m/s E. 0,75 m/s</p>	<p>Diket : $m_{\text{Afif}} = 50 \text{ kg}$ $m_{\text{Rakit}} = 100 \text{ kg}$ $v_{\text{Peluru}} = 2 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : $v_{\text{Rakit}} = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $m_{\text{Rakit}} v_{\text{Rakit}} + m_{\text{Afif}} v_{\text{Afif}} = m_{\text{Rakit}} v'_{\text{Rakit}} + m_{\text{Afif}} v'_{\text{Afif}}$ $0 = m_{\text{Rakit}} v'_{\text{Rakit}} + m_{\text{Afif}} v'_{\text{Afif}}$ $v'_{\text{Rakit}} = -\frac{m_{\text{Afif}}}{m_{\text{Rakit}}} v'_{\text{Afif}}$ $= -\left(\frac{50}{100}\right) 1,5$ $= -0,75 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban: B</p>	C4
5	<p>Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas</p>	<p>Sebuah bola basket massanya 0,6 kg jatuh dari ketinggian 6 m. Waktu bola menumbuk tanah adalah 0,02 s sampai akhirnya bola berbalik dengan kecepatan</p>	<p>Diketahui: $m = 0,6 \text{ kg}$ $h = 6 \text{ m}$ $\Delta t = 0,02 \text{ s}$ $v^2 = -1/3 v$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$</p> <p>Ditanya : perubahan</p>	C3

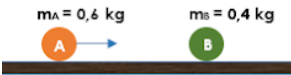
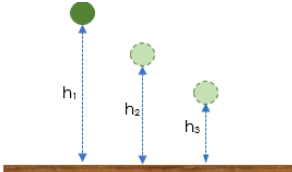
No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		<p>1/3 kali kecepatan ketika bola menumbuk tanah. Hitunglah perubahan momentum bola pada saat menumbuk tanah ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)</p> <p>A. 8,64 kg m/s B. 10 kg m/s C. 23 kg m/s D. 35 kg m/s E. 42,42 kg m/s</p>	<p>momentum / Impuls ($I / \Delta p$) Jawab: Cari besar v dan v' Asumsikan arah ke atas adalah (+), dan arah ke bawah adalah (-), maka: $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{(2)(-9,8)(6)}$ $= \sqrt{-117,6}$ $= -10,8 \text{ m/s}$ $v' = -\frac{1}{3}(-10,8)$ $= 3,6 \text{ m/s}$ <p>Perubahan momentum $\Delta p = m(v' - v)$ $= 0,6 (3,6 - (-10,8))$ $= 0,6(14,4) = 8,64 \text{ kg m/s}$</p> <p>Kunci jawaban : A</p> </p>	
6	Menyimpulkan prinsip kerja roket	<p>Menurut hukum kekekalan momentum dan aksi reaksi, sebuah roket dapat meluncur dikarenakan oleh....</p> <p>A. Semburan gas panas pada ekor roket B. Pantulan oleh pegas C. gaya dorong mesin jet D. katrol E. turbin</p>	Kunci Jawaban: A	C2
7	Menerapkan konsep momentum dan impuls dalam	Sebuah mobil yang massanya 2 ton melaju dengan kecepatan 20 Km/jam. berapakah	<p>Diket : $m = 2 \text{ ton}$ $V = 20 \text{ km/jam}$ Ditanya : $p = ?$ Penyelesaian</p>	C3

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
	kehidupan sehari-hari	momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s) A. 4.000 kg m/s B. 5.000 kg m/s C. 6.200 kg m/s D. 10.023 kg m/s E. 11.120 kg m/s	Ubah satuan massa dari ton menjadi kg 2 ton = 2000 kg Ubah satuan kecepatan dari Km/Jam menjadi m/s 20 km/jam= 20 x 1000/3600= 5.56 m/s Hitung besar momentum $p = mv \rightarrow p = (2000) \times (5,56) = 11.120 \text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : E	
8	Menerapkan persamaan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	Sebuah bola bermassa 0,32 kg bergerak dengan kecepatan 2 m/s menumbuk sebuah bola lain bermassa 0,2 kg yang mula-mula diam. Jika setelah tumbukan bola pertama dan bola kedua bergerak Bersama-sama, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah.... A. 1,00 m/s B. 1,23 m/s C. 2,3 m/s D. 4,5 m/s E. 4,7 m/s	Diket : $m_1 = 0,32 \text{ kg}$ $m_2 = 0,2 \text{ kg}$ $v_1 = 2 \text{ m/s}$ Penyelesaian : $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ $(0,32)(2) + (0,2)(0) = (0,32 + 0,2)(v')$ $0,64 = 0,52 (v')$ $v' = 1,23 \text{ m/s}$	C3
9	Menerapkan konsep momentum dan impuls pada kehidupan sehari-hari	Cak Rizal mengendarai motor scoopy dengan kecepatan 50 km/jam. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor tersebut jika massa cak Rizal 60 kg, massa motor 120 kg dan gaya	Diket : $m_R = 55 \text{ kg}$ $M_m = 120 \text{ kg}$ $v_1 = 50 \text{ km/j}$ $v_2 = 0 \text{ km/j}$ $F = 100 \text{ N}$ Ditanya : $t = ?$ Penyelesaian: Ubah kecepatan motor $v = 50 \times 1000/3600$	C3

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 100 N?.... A. 15,0 s B. 30,0 s C. 58,0 s D. 60,0 s E. 90,0 s	$= 13,9 \text{ m/s}$ $m_{\text{tot}} = 60 \text{ kg} + 120 \text{ kg}$ $= 180 \text{ kg}$ $F = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{m(50 - 0)}{F}$ $\Delta t = \frac{180(50)}{100} = 90 \text{ s.}$ Kunci Jawaban: D	
10	Membedakan cara kerja mesin jet dan mesin roket	Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah.... A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket E. jawaban B dan C benar	Kunci Jawaban B	C2
11	Menerapkan konsep	Seorang pemain sirkus bermassa 60 kg jatuh bebas	Diket : $m = 60 \text{ kg}$ $h = 2 \text{ m}$	

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
	momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	<p>dari ketinggian 2 m dengan selamat, berapakah Impuls yang dialami pemain sirkus tersebut?.... (Percepatan gravitasi = -10 m/s^2)</p> <p>A. -539 kg m/s B. -378 kg m/s C. 378 kg m/s D. 539 kg m/s E. 510 kg m/s</p>	<p>$g = 10 \text{ m/s}^2$</p> <p>Ditanya : $I = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> <p>- Mencari besar kecepatan saat mencapai tanah:</p> $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{2(-10 \text{ m/s}^2)(2 \text{ m})}$ $= \sqrt{40 \text{ m}^2/\text{s}^2}$ $= -6.3 \text{ m/s}$ <p>- Menghitung Impuls</p> $I = \Delta p$ $I = (60 \text{ kg})(0 \text{ m/s}) - (60 \text{ kg})(-6,3 \text{ m/s})$ $I = 0 + 378 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $= 378 \text{ kg m/s}$ <p>Tanda negatif menunjukkan bahwa arah gaya berlawanan dengan momentum awal</p> <p>Kunci jawaban : C</p>	
12	Menghitung besar Impuls dalam penyelesaian tumbukan	<p>Sebuah bola pingpong bermassa $0,3 \text{ kg}$ mula-mula dalam keadaan diam. Kemudian dipukul oleh kang hadi menggunakan gaya sebesar F menggunakan kayu sehingga benda bergerak dengan kecepatan 8 m/s. tentukanlah Impuls bola tersebut?</p> <p>A. 2 kg m/s</p>	<p>Diket : $m = 0,3 \text{ kg}$ $v = 0 \text{ m/s}$ $u = 8 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya : $I = ?$</p> <p>Penyelesaian :</p> $I = \Delta p = m(u - v)$ $= 0,3 \text{ kg}(8 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s})$ $= 2,4 \text{ kg m/s}$ <p>Kunci jawaban : B</p>	

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		B. 2,4 kg m/s C. 3,2 kg m/s D. 7,7 kg m/s E. 7,8 kg m/s		
13	Menghitung besar gaya F dalam penyelesaian tumbukan	Pada soal nomor 12, berapakah besar gaya F yang bekerja pada benda jika kayu menyentuh bola pingpong selama 0,02 sekon?.... A. 0,48 N B. 12 N C. 120 N D. 134 N E. 140 N	Diket : $\Delta t = 0,02$ sekon $I = 2,4$ kg m/s Ditanya : $F = ?$ Penyelesaian : $I = F\Delta t$ $F = I/\Delta t$ $F = \frac{2,4 \text{ kg m/s}}{0,02 \text{ s}} = 120 \text{ Kg}$ $\text{m/s}^2 = 120 \text{ N}$ Kunci Jawaban : C	C2
14	Menganalisis peristiwa tumbukan menggunakan konsep hukum kekekalan momentum	Perhatikan gambar dibawah ini!  Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2$ m/s dan $v_B' = 4$ m/s?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah.... A. $v_A' = -4$ m/s B. $v_A' = -2$ m/s C. $v_A' = -2,6$ m/s D. $v_A' = -2,8$ m/s E. $v_A' = 4$ m/s	Diket : $m_A = 4$ kg $m_B = 3$ kg $v_A = 3$ m/s $v_A' = -2$ m/s $v_B' = 4$ m/s Ditanya : $v_B = ?$ Penyelesaian $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$ $(4)(3) + (3)(v_B) = (4)(-2) + (3)(4)$ $12 + 3v_B = -8 + 12$ $12 + 3v_B = 4$ $3v_B = -8$ $v_B = -\frac{8}{3}$ $v_B = -4\frac{m}{s}$ Kunci jawaban : A	C4

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
15	Menerapkan persamaan hukum kekekalan momentum pada peristiwa tumbukan	<p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 2 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan masing-masing bola setelah tumbukan adalah....</p> <p>A. 0,2 m/s B. 1,0 m/s C. 1,2 m/s D. 1,4 m/s E. 2,0 m/s</p>	<p>Diketahui: $m_A = 0,6 \text{ kg}$ $m_B = 0,4 \text{ kg}$ $v_A = 2 \text{ m/s}$ $v_B = 0 \text{ m/s}$</p> <p>Ditanya: kecepatan bola A dan B setelah tumbukan (v_A' dan v_B')</p> <p>Jawab: Karena setelah bertumbukan kedua bola menyatu maka $v_A' = v_B' = v'$</p> $m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$ $m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v'$ $0,6(2) + 0,4(0) = (0,6 + 0,4) v'$ $1,2 = 1 v'$ $v' = 1,2 \text{ m/s}$ <p>Kunci jawaban : C</p>	C3
16	Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	<p>Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan ketinggian 0,8 meter, maka tinggi pantulan berikutnya adalah...</p>  <p>F. 0,2 m G. 0,3 m H. 0,6 m I. 0,64 m</p>	<p>Diketahui: $h_1 = 1 \text{ m}$ $h_2 = 0,8 \text{ m}$</p> <p>Ditanya: h_3</p> <p>Jawab:</p> $\sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{h_3}{h_2}}$ $\frac{h_2}{h_1} = \frac{h_3}{h_2}$ $\frac{0,8}{1} = \frac{h_3}{0,8}$ $h_3 = \frac{(0,8)(0,8)}{1} = 0,64 \text{ m}$ <p>Kunci jawaban: D</p>	C3

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		J. 0,7 m		
17	Menerapkan konsep momentum dan impuls pada peristiwa benda jatuh bebas	<p>Bola bekel bermassa 200 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...</p> <p>F. 2,0 kg m/s G. 2,6 m/s H. 3 m/s I. 4 m/s J. 5 m/s</p>	<p>Diket : $m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$ $h = 5 \text{ m}$ $v' = 8 \text{ m/s}$ Ditanya : Impuls = ? Penyelesaian Asumsikan bahwa arah ke atas bernilai (+) dan arah ke bawah bernilai (-) maka: Cari besar kecepatan sebelum tumbukan $v = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{(2)(-10)(5)}$ $= \sqrt{-100} = -10 \text{ m/s}$ Cari besar Impuls $I = m(v' - v)$ $I = 0,2(8 - (-10))$ $I = 2,6 \text{ kg m/s}$ Kunci jawaban : B</p>	C3
18	Menganalisis konsep hukum kekekalan momentum pada prinsip kerja mesin roket dan mesin jet	<p>Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....</p> <p>A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka</p>	Kunci Jawaban: B	C4

No. soal	Indikator soal	Soal	Penyelesaian soal	Ranah kognitif
		roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket E. jawaban C dan D benar		

Lampiran 19. Lembar Soal dan Jawaban Siswa Experimen

Pre Test Materi Momentum dan Impuls

Nama : AIDA HANUIM
Kelas : 10 IPA 1

1. Berikut adalah macam-macam tumbukan:
 (1) Tumbukan elastis sempurna
 (2) Tumbukan Elastis Sebagian
 (3) Tumbukan tak Elastis
 (4) Tumbukan tumbukan searah
 (5) Tumbukan tumbukan berlawanan arah
 Menurut koefisien restitusinya, tumbukan dibagi menjadi 3, yaitu:

- A. 1,2,3
- B. 2,3,4
- C. 1,2,4
- D. 3,4,5
- E. 2,4,5

2. Sebuah box kayu berisi sepatu yang memiliki massa total 20 kg jatuh bebas dari ketinggian 2 m, berapakah Impuls yang dialami oleh box tersebut jika setelah menyentuh lantai box tersebut diam?.... (Percepatan gravitasi = -10 m/s^2)

- A. -126 kg m/s
- B. -50 kg m/s
- C. 50 kg m/s
- D. 126 kg m/s
- E. 146 kg m/s

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(-10 \text{ m/s}^2)(2 \text{ m})}$$

$$= \sqrt{40}$$

$$= -6.3$$

$$I = \Delta p = (20) \times (0) - (20) \times (-6.3)$$

$$= 126$$

3. Sebuah bola pingpong bermassa 0,3 kg mula-mula dalam keadaan diam. Kemudian dipukul oleh kang hadi

menggunakan gaya sebesar F menggunakan kayu sehingga benda bergerak dengan kecepatan 5 m/s. tentukanlah Impuls bola tersebut?

- A. -1,5 kg m/s
- B. -1 kg m/s
- C. 1 kg m/s
- D. 1,5 kg m/s
- E. 2 kg m/s

$$I = \Delta p = m(v - u)$$

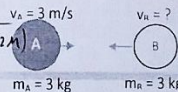
$$= 0,3(5 - 0)$$

$$= 1,5$$

4. Bagaimanakah persamaan yang menyatakan hubungan momentum (p) dan impuls (I) ?....

- A. $I = mp$
- B. $m = pI$
- C. $I = \Delta p$
- D. $p = \Delta I$
- E. $I = Fp$

Perhatikan gambar dibawah ini!



Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2 \text{ m/s}$ dan $v_B' = 3 \text{ m/s}$?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah....

- A. $v_A' = -4 \text{ m/s}$

- B. $v'_A = -2 \text{ m/s}$
- C. $v'_A = -2,2 \text{ m/s}$
- D. $v'_A = -2,8 \text{ m/s}$
- E. $v'_A = 4 \text{ m/s}$

9. Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan ketinggian 0,5 meter, maka tinggi pantulan berikutnya adalah...



- A. 0,25 m
- B. 0,3 m
- C. 0,6 m
- D. 0,64 m
- E. 0,7 m

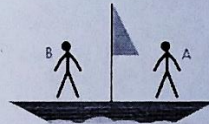
10. Bola bekel bermassa 150 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...

- A. 1,8 kg m/s
- B. 2,1 kg m/s
- C. 3,2 kg m/s
- D. 4,3 kg m/s
- E. 5 kg m/s

11. Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....

- A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket
- B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya
- C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer
- D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket
- E. jawaban C dan D benar

12. Perhatikan gambar berikut!



Dua orang anak berada dalam sebuah perahu bermassa 120 kg yang sedang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 10 m/s. Jika anak A bermassa 50 kg dan anak B bermassa 40 kg, kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 2 m/s adalah....

- A. 10,2 m/s
- B. 12,0 m/s
- C. 12,8 m/s
- D. 13,2 m/s
- E. 13,8 m/s

13. Peristiwa jatuhnya pohon kelapa jatuh dari pohonnya kemudian membentur tanah dan memantul adalah contoh peristiwa....

- A. Tumbukan lenting sempurna
- B. Tumbukan lenting sebagian
- C. Tumbukan tak lenting sama sekali
- D. Tumbukan kekal
- E. Tumbukan tak kekal

Posttest

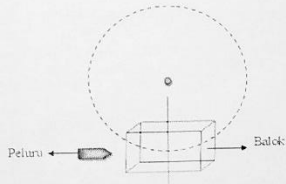
B : 13

POST TEST
MATERI MOMENTUM, IMPULS DAN TUMBUKAN
MA AL-HADI GIRI KUSUMA

Nama : Aprilia Yustiana P.
Kelas : X IPA 1
Waktu : 75 menit

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D atau E sesuai dengan jawaban yang tepat !

Perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah ayunan balistik menggunakan balok kayu bermassa 2,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan di dalam balok dan balok berayun setinggi 0,1 m dari kedudukan setimbangnya ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). berapakah kecepatan peluru sebelum tumbukan? ...

- A. 100 m/s
- B. 150 m/s
- C. 300 m/s
- D. 420 m
- E. 500 m/s

Sebutir peluru bermassa 150 g ditembakkan pada sebuah balok yang dalam keadaan diam dan bermassa 3,8 kg. jika kecepatan awal peluru adalah 200 m/s, berapakah kecepatan balok setelah peluru itu bersarang di dalamnya?....

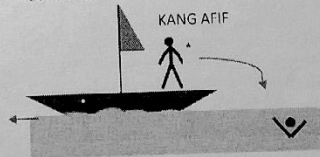
- A. 7,50 m/s

- B. 7,59 m/s
- C. 8,20 m/s
- D. 9,00 m/s
- E. 9,23 m/s

Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 25 kg.m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,1 s. besarnya gaya yang diberikan kepada bola adalah....

- A. 100 N
- B. 120 N
- C. 250 N
- D. 260 N
- E. 270 N

4. Kang afif ingin menyelamatkan seorang korban banjir yang hampir tenggelam mula-mula kang afif naik sebuah rakit. Massa kang afif adalah 50 kg dan massa rakit adalah 100 kg. mula mula keadaan rakit adalah diam, kemudian dengan membaca بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ kang afif meloncat dengan kecepatan 1,5 m/s, sehingga rakit bergerak berlawanan dengan arah loncatannya, kecepatan rakit saat kang afif meloncat ke dalam air adalah



- A. -0,85 m/s
 B. -0,75 m/s
 C. -1 m/s
 D. 1 m/s
 E. 0,75 m/s

5. Sebuah bola basket massanya 0,6 kg jatuh dari ketinggian 6 m. Waktu bola menumbuk tanah adalah 0,02 s sampai akhirnya bola berbalik dengan kecepatan 1/3 kali kecepatan ketika bola menumbuk tanah. Hitunglah perubahan momentum bola pada saat menumbuk tanah ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

~~A.~~ 8,64 kg m/s
 B. 10 kg m/s
 C. 23 kg m/s
 D. 35 kg m/s
 E. 42,42 kg m/s

6. Menurut hukum kekekalan momentum dan aksi reaksi, sebuah roket dapat meluncur dikarenakan oleh....

- ~~A.~~ Semburan gas panas pada ekor roket
 B. Pantulan oleh pegas
 C. gaya dorong mesin jet
 D. katrol
 E. turbin

7. Sebuah mobil yang massanya 2 ton melaju dengan kecepatan 20 Km/jam berapakah momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s)

- A. 4.000 kg m/s
 B. 5.000 kg m/s
 C. 6.200 kg m/s
 D. 10.023 kg m/s
 E. 11.120 kg m/s

8. Sebuah bola bermassa 0,32 kg bergerak dengan kecepatan 2 m/s menumbuk sebuah bola lain bermassa 0,2 kg yang mula-mula diam. Jika setelah tumbukan bola pertama diam maka kecepatan bola pertama adalah....

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

9. Cak Rizal mengendarai motor scoopy dengan kecepatan 50 km/jam. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor tersebut jika massa cak Rizal 60 kg, massa motor 120 kg dan gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 100 N?....

- A. 15,0 s
 B. 30,0 s
 C. 58,0 s
 D. 60,0 s
 E. 90,0 s

10. Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....

- A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket
 B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya
 C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer
 D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket
 E. jawaban B dan C benar

11. Seorang pemain sirkus bermassa 60 kg jatuh bebas dari ketinggian 2 m dengan kaki sebagai tumpuannya. berapakah Impuls yang dialami kaki pemain sirkus tersebut?.... (Percepatan gravitasi $= -10 \text{ m/s}^2$)

- A. -539 kg m/s
 B. -378 kg m/s
 C. 378 kg m/s

- D. 539 kg m/s
E. 510 kg m/s

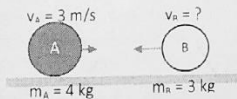
12. Sebuah bola pingpong bermassa 0,3 kg mula-mula dalam keadaan diam. Kemudian dipukul oleh kang hadi menggunakan gaya sebesar F menggunakan kayu sehingga benda bergerak dengan kecepatan 8m/s. tentukanlah Impuls bola tersebut?

- A. 2 kg m/s
B. 2,4 kg m/s
C. 3,2 kg m/s
D. 7,7 kg m/s
E. 7,8 kg m/s

13. Pada soal nomor 3', berapakah besar gaya F yang bekerja pada benda jika kayu menyentuh bola pingpong selama 0,02 sekon?....

- A. 0,48 N
B. 12 N
C. 120 N
D. 134 N
E. 140 N

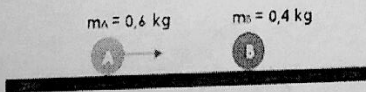
14. Perhatikan gambar dibawah ini!



Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2$ m/s dan $v_B' = 4$ m/s?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah ...

- A. $v_A' = -4$ m/s
B. $v_A' = -2$ m/s
C. $v_A' = 2$ m/s
D. $v_A' = 3$ m/s
E. $v_A' = 4$ m/s

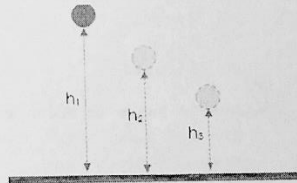
15. Perhatikan gambar berikut!



Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 2 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah....

- A. 0,2 m/s
B. 1,0 m/s
C. 1,2 m/s
D. 1,4 m/s
E. 2,0 m/s

16. Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan ketinggian 0,8 meter, maka tinggi pantulan berikutnya adalah...



- A. 0,2 m
B. 0,3 m
C. 0,6 m
D. 0,64 m
E. 0,7 m

17. Bola bekel bermassa 200 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...

- A. 2,0 kg m/s
B. 2,6 m/s
C. 3 m/s
D. 4 m/s
E. 5 m/s

18. Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip

kekekalan momentum. Perbedaan prinsip dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....

- A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket
- B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya
- C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer
- D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket
- E. jawaban C dan D benar

Lampiran 20. Nilai *Pretest*

Nilai *pretest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berikut adalah tabel nilai *pretest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

No	Kode kelas eksperimen	Nilai	Kode kelas kontrol	Nilai
1	E-1	40	K-1	40
2	E-2	40	K-2	40
3	E-3	70	K-3	60
4	E-4	40	K-4	70
5	E-5	50	K-5	50
6	E-6	60	K-6	50
7	E-7	60	K-7	60
8	E-8	60	K-8	60
9	E-9	50	K-9	50
10	E-10	30	K-10	30
11	E-11	50	K-11	60
12	E-12	50	K-12	50
13	E-13	50	K-13	40
14	E-14	50	K-14	50
15	E-15	60	K-15	50
16	E-16	30	K-16	30
17	E-17	30	K-17	20
18	E-18	30	K-18	40
19	E-19	40	K-19	40
20	E-20	60	K-20	60
21	E-21	30	K-21	30
22	E-22	60	K-22	40
23	E-23	50	K-23	50
24	E-24	50	K-24	20
25	E-25	60	K-25	50
26	E-26	50	K-26	50
27	E-27	20	K-27	30
28	E-28	40	K-28	40
29	E-29	40	K-29	40
30	E-30	40	K-30	30
31	E-31	40	K-31	40
32	E-32	30	K-32	30
33	E-33	20		
	Rata-rata	44,8	Rata-rata	43,8

Lampiran 21. Nilai *Posttest*

Nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berikut adalah nilai hasil *posttest* kelas eksperimen dan kontrol:

No	Kode kelas Eksperimen	Nilai	Kode Kelas kontrol	Nilai
1	E-1	67	K-1	61
2	E-2	56	K-2	72
3	E-3	72	K-3	67
4	E-4	83	K-4	83
5	E-5	67	K-5	67
6	E-6	72	K-6	61
7	E-7	72	K-7	61
8	E-8	67	K-8	67
9	E-9	72	K-9	61
10	E-10	56	K-10	44
11	E-11	67	K-11	78
12	E-12	61	K-12	61
13	E-13	61	K-13	67
14	E-14	67	K-14	72
15	E-15	72	K-15	56
16	E-16	67	K-16	56
17	E-17	67	K-17	61
18	E-18	44	K-18	44
19	E-19	61	K-19	44
20	E-20	72	K-20	67
21	E-21	56	K-21	56
22	E-22	78	K-22	56
23	E-23	67	K-23	61
24	E-24	61	K-24	56
25	E-25	83	K-25	56
26	E-26	61	K-26	56
27	E-27	67	K-27	61
28	E-28	67	K-28	61
29	E-29	78	K-29	67
30	E-30	72	K-30	56
31	E-31	67	K-31	61
32	E-32	67	K-32	72
33	E-33	56		
Rata-rata		66,7	Rata-rata	61,5

Lampiran 23. Homogenitas awal kelas eksperimen dan kelas kontrol

Perhitungan Homogenitas dari nilai Pre test kelas kontrol dan kelas eksperimen

Tabel data nilai Pre test kelas kontrol dan kelas eksperimen

No absen	Nilai Pre test	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	40	40
2	40	40
3	70	60
4	40	70
5	50	50
6	60	50
7	60	60
8	60	60
9	50	50
10	30	30
11	50	60
12	50	50
13	50	40
14	50	50
15	60	50
16	30	30
17	30	20
18	30	40
19	40	40
20	60	60

No Absen	Nilai Pretest	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
21	30	30
22	60	40
23	50	50
24	50	20
25	60	50
26	50	50
27	20	30
28	40	40
29	40	40
30	40	30
31	40	40
32	30	30
33	20	
Jumlah	950.0	950.0
n	33.0	32.0
rata-rata	47.5	47.5
Varians	146.1	156.6
Deviasi	12.09	12.51

$$F = \frac{\text{Varian terbesar}}{\text{Varian terkecil}} = \frac{163,3}{153,2} = 1,07$$

dk pembilang = $n-1 = 33-1 = 32$

dk penyebut = $n-1 = 32-1 = 31$

F tabel = 1,76

Karena F hitung (1,07) < F tabel (1,76) maka data tersebut adalah homogen

Lampiran 23. Normalitas data kelas eksperimen

Uji Normalitas Kelas Eksperimen dari nilai Pretest

NO	NAMA	NILAI PRE TEST
1	ADAM MUHAMMAD VEHA K.	40
2	AGUS PURWANTO	40
3	AIDA HANUM ARYANI	70
4	AINUL YAQIN	40
5	AMALY BILLATI AHSANA	50
6	APRILIA YUSTIANA PUTRI	60
7	ASMAUL KHUSNNA	60
8	DIMAS JUNANTONO	60
9	DWI RATNA PUSPITA SARI	50
10	FAHMI RIDLO	30
11	HESTI DWI ARINI	50
12	IHDA SALSABILA	50
13	ILHANATUSSAADAH	50
14	KHOIRIL ANWAR	50
15	LULUK ZULFA FITRIYANI	60
16	MOHAMMAD NASYI'UL FADLI	30
17	MUHAMMAD ILHAM ABDILLAH	30
18	MUHAMMAD ILHAM SUTRISNO	30
19	MUHAMMAD ISA FIRDAUS	40
20	MUHAMMAD REZA FADLI	60
21	MUHAMMAD RUDI EFENDI	30
22	MUHAMMAD ZAINURROHMAN	60
23	NUR KHOLILA	50
24	SITI HALIMAH	50
25	SUCI RAHAYU	60
26	SYARIFA AZKA AHMAD	50
27	SYAUQI ILYAS ALBANNA	20

28	TIARA ZULFA LARASATI	40
29	TSANIA QOIDA	40
30	ULFA LAILI NURUL BADRIYAH	40
31	VILA RIZQIYA AULYA	40
32	WIJAYA KUSUMA	30
33	MUHAMMAD MUSTAIN	20

Menentukan Panjang kelas

nilai terbesar 70.0

nilai terkecil 20.0

$$\text{panjang kelas} = \frac{\text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil}}{6 (\text{jumlah kelas})}$$

$$PK = \frac{70 - 20}{6} = 8.3$$

Tabel Penolong untuk pengujian Normalitas Data dengan Chi Kuadrat

interval	f_o	f_h	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
20-28	2	1	1	1	1
29-37	6	4	2	4	1
38-46	8	11	-3	9	0.8
47-55	9	11	-2	4	0.4
56-64	7	5	2	4	0.8
65-73	1	1	0	0	0
Jumlah	33	33	0		4.0

karena Chi kuadrat hitung (4,0) < Chi kuadrat tabel (11, 070) maka data terdistribusi normal

Uji Normalitas Kelas Kontrol dari nilai Pretest

No	NAMA	PRE TEST
1	AHMAD CHAKIM LUTFI	40.0
2	ANDIKA ADI DARMA	40.0
3	ARINA SALWA SAFIRA	60.0
4	AULA ZIZADHATUL MARYUQOH	70.0
5	DEVI FRASISKA YULIANA	50.0
6	FAZARUL AKMAL	50.0
7	FIKRI FAZA ADITYA	60.0
8	FITA SAPUTRI	60.0
9	FUJI SURYANINGRUM	50.0
10	GILANG MAULANA R	30.0
11	IKA NOVITASARI	60.0
12	INA FITRIYAH	50.0
13	INDINA ZULFA	40.0
14	KARINA SAFITRI	50.0
15	KHOIRUL ANAM	50.0
16	M SOKHIB H	30.0
17	M. AMIN NABAWI	20.0
18	M. DHIKA SETIAWAN	40.0
19	MAHFUDLON	40.0
20	MESSY MAULID DIANA	60.0
21	MUFLIKHA	30.0
22	MUHAMMAD AINUL YAQIN	40.0
23	MUHAMMAD AZIZ HIDAYATULLAH	50.0
24	MUHAMMAD NANANG NADZIF	20.0
25	MUHAMMAD SATRIA ZUDA S	50.0
26	NAIMATUL MALIKHA	50.0
27	NASHRUL ULUM	30.0
28	ROSITA ELVA EDEN	40.0

29	SAFITRI DIYANI	40.0
30	SITI ROSYIKHOH	30.0
31	UMA FARIKHA	40.0
32	VIRNANDA YUNI FARIDA	30.0

Menentukan Panjang kelas

nilai terbesar 70.0

nilai terkecil 20.0

$$\text{panjang kelas} = \frac{\text{nilai terbesar} - \text{nilai terkecil}}{6 \text{ (jumlah kelas)}}$$

$$PK = \frac{70 - 20}{6} = 8.3$$

Tabel Penolong untuk pengujian Normalitas Data dengan Chi

Kuadrat

interval	f_o	f_h	$f_o - f_h$	$(f_o - f_h)^2$	$\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h}$
20-28	2	1	1	1	1
29-37	6	4	2	4	1
38-46	9	11	-2	4	0.4
47-55	9	11	-2	4	0.4
56-64	5	4	1	1	0.25
65-73	1	1	0	0	0
Jumlah	32	32	0		3.0

karena Chi kuadrat hitung (3,0) < Chi kuadrat tabel (11, 070) maka data terdistribusi normal

Lampiran 24. Uji hipotesis t-sampel berpasangan

Uji t sampel berpasangan

untuk Menghitung nilai t pada Uji t Sampel Berpasangan, peneliti menggunakan persamaan

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

hipotesis :

H₀ t hitung < t tabel

H_a t hitung > t tabel

Data hasil pre test posttest kelas eksperimen

No	Pretest	Posttest
1	40	67
2	40	56
3	70	72
4	40	83
5	50	67
6	60	72
7	60	72
8	60	67
9	50	72
10	30	56
11	50	67
12	50	61
13	50	61
14	50	67
15	60	72
16	30	67
17	30	67
18	30	44
19	40	61
20	60	72

21	30	56
22	60	78
23	50	67
24	50	61
25	60	83
26	50	61
27	20	67
28	40	67
29	40	78
30	40	72
31	40	67
32	30	67
33	20	56
Σx	1480	2200
\bar{x}	45	67

t-Test: Paired Two Sample for Means

Kelas	Posttest	Pretest
Mean	66.667	44.848
Variance	67.515	163.258
Observations	33	33
Pearson Correlation	0.496	
df	32	
t Stat	11.139	
P(T<=t) one-tail	7.59E-13	
t Critical one-tail	1.694	
P(T<=t) two-tail	1.52E-12	
t Critical two-tail	2.04E+00	

karena t hitung lebih besar dari pada t tabel, maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga modul pembelajaran fisika berbasis integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls adalah efektif

Lampiran 25. Uji Hipotesis t-sampel bebas

Perhitungan Uji t Sampel Bebas

untuk Menghitung nilai t pada Uji t Sampel Bebas,
menggunakan persamaan

$$t = \frac{X_1 - X_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad S^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Hipotesis

H₀ t hitung < t tabel

H_a t hitung > t tabel

Nilai Posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol

No	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	67	61
2	56	72
3	72	67
4	83	83
5	67	67
6	72	61
7	72	61
8	67	67
9	72	61
10	56	44
11	67	78
12	61	61
13	61	67
14	67	72
15	72	56
16	67	56
17	67	61
18	44	44
19	61	44
20	72	67

21	56	56
22	78	56
23	67	61
24	61	56
25	83	56
26	61	56
27	67	61
28	67	61
29	78	67
30	72	56
31	67	61
32	67	72
33	56	
Σx	2200	1967
\bar{x}	67	61

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

Kelas	Kelas	
	Eksperimen	Kelas Kontrol
Mean	66.667	61.458
Variance	67.515	77.534
Observations	33	32
Pooled Variance	72.445	
df	63	
t Stat	2.466	
P(T<=t) one-tail	0.008	
t Critical one-tail	1.669	
P(T<=t) two-tail	0.016	
t Critical two-tail	1.998	

karena $t \text{ hitung} = 2,466 > t \text{ tabel} = 1,998$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga modul pembelajaran fisika berbasis integrasi sains dan islam pada materi momentum dan impuls adalah efektif

Lampiran 16. Uji Gain (peningkatan)

Uji Gain

$$g = \frac{\%S_{post} - \%S_{pre}}{100 - \%S_{pre}}$$

Keterangan :

S_{pre} : rata-rata nilai *pretest*

S_{post} : rata-rata nilai *posttest*

1. Kelas eksperimen

S-post	66.7
s-pre	44.8
g	0.40

karena nilai g adalah 0,4 , maka gain kategori hasil belajar adalah sedang

2. kelas kontrol

S-post	61.5
S-pre	43.8
g	0.31

karena nilai g adalah 0,3 , maka gain kategori hasil belajar adalah rendah

Lampiran 27. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Peneliti melakukan wawancara dengan Pak Hammam (Guru Fisika MA AL-Hadi) (12 Maret 2019)



Peneliti mengawasi siswa mengerjakan soal uji coba kelayakan soal instrumen (23 April 2019)



Siswa kelas 11 IPA mengerjakan soal uji coba kelayakan soal instrumen Paket A (23 April 2019)



Siswa kelas 11 IPA mengerjakan soal uji coba kelayakan soal instrumen Paket B (23 April 2019)



Siswa kelas kontrol mengerjakan soal pretest (11 April 2019)



Siswa kelas eksperimen mengerjakan soal pretest (12 April 2019)



Proses KBM pada kelas eksperimen (15 April 2019)



Proses KBM pada kelas kontrol (25 April 2019)



Siswa kelas eksperimen melakukan percobaan tumbukan (15 April 2019)



Siswa kelas kontrol mengerjakan soal di papan tulis (25 April 2019)



Siswa kelas eksperimen mengerjakan soal posttest (26 April 2019)



Siswa kelas kontrol mengerjakan soal posttest (26 April 2019)

VETTI NURKHAIBAH

KTSP
Standar Isi 2006

FISIKA *Bercirikan* SAINS & ISLAM



Materi:
**USAHA dan ENERGI,
HUKUM KEKALAN ENERGI MEKANIK,
MOMENTUM, IMPULS, dan TUMBUKAN**

Dosen Pembimbing:
Nadhifah, S.Th.I., M.S.I
Edi Daenuri Anwar, M.Si



Semester I



Nama :
Kelas : No. Absen :
Sekolah :

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***
-

Ucapan Terima Kasih

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alamiin atas rahmat dan kenikmatan Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan buku Fisika untuk kelas XI Bercirikan Integrasi Sains dan Islam. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak yang memberikan kritik dan saran yang membangun terhadap materi dan penyajian buku ini. Penulis sadari bahwa adanya kritik dan saran yang membangun dari Bapak/Ibu penilai, buku ini menjadi lebih lengkap, lebih bermotivasi sehingga layak sebagai bahan ajar di sekolah.

Secara khusus, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada sahabat-sahabat yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang dengan tulus selalu memberikan semangat dan dorongan, kepada Bapak Tukirin, Ibu Sujati serta Lulu' Lutfhiya selaku keluarga penulis yang selalu mendoakan, kepada Ibu Nadhifah, S.Th.I. M.S.I. dan Bapak Edi Daenuri Anwar, M.Si. Selaku dosen pembimbing penulis, serta tim penilai yang telah berkenan memberikan motivasi, kritik dan saran setelah mencermati, meneliti, dan menelaah buku ini.

Penulis menyadari pada buku ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis senantiasa mengharapkan masukan dari pembaca demi penyempurnaan buku ini. Akhirnya semoga buku ini bias turut andil dalam mencerdaskan generasi muda bangsa serta menambah ketakwaan kita terhadap Allah SWT. *Amin.....*

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.


Penulis

Kata Pengantar

Fisika merupakan ilmu fundamental yang menjadi tulang punggung bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kontribusi fisika pada disiplin ilmu lain mendorong laju perkembangan cabang-cabang ilmu baru, bahkan sampai menyentuh sendi-sendi ilmu ekonomi yang ditandai dengan munculnya cabang ilmu baru, yaitu ekonofisika. Simbol sains adalah *rumus fisika* $E = MC^2$, *simbol si genius* adalah *Einstein*, bahkan tokoh fisika ini telah dinobatkan sebagai manusia terhebat abad 20, mengalahkan semua tokoh dari berbadai bidang. Sebagai satu wujud kepedulian untuk mempropagandakan ilmu fisika di Indonesia, yang sementara ini masih dianggap “menyeramkan”, maka penulis bergerak untuk menyusun buku fisika ini dengan kajian yang lebih menarik, yaitu memadukan ilmu fisika dengan ayat-ayat sains dalam Al-Qur’an.

Buku fisika SMA ini disusun berdasarkan Standar Isi 2006. 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.

Perlu diketahui Al-Qur’an itu memang benar, akan tetapi akal manusia sangat terbatas dan hanya sebageian kecil saja. Oleh karena itu, jika ada ilmu dari Al-Qur’an yang bertentangan dengan penemuan manusia, hal tersebut bukan berarti Al-Qur’an yang salah atau manusia yang salah. Tidak lain hanyalah pengetahuan manusia belum mampu mengetahui pengetahuan apa yang disampaikan Al-Qur’an.



Selain dikaitkan dengan Islam, buku 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 buku ini meliputi: Usaha dan Energi, Hukum Kekekalan Energi, Momentum Impuls dan Tumbukan. Selain materi buku ini juga dilengkapi dengan contoh soal, soal latihan persubbab, soal latihan setiap Bab, uji kompetensi atau 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, Mei 2017

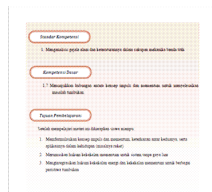
Penulis

Petunjuk Penggunaan Buku

Petunjuk penggunaan buku ini berguna untuk memandu kalian mengetahui isi/komponen dalam buku ini. Penjelasan yang singkat tentang komponen tersebut akan membantu mempermudah pemahaman kalian tentang materi yang tersaji dalam buku ini.

Cover Bab

Berisi gambar yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari dan terapan dalam kehidupan sehari-hari

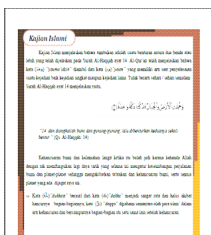
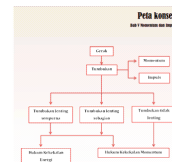


Tujuan Pembelajaran

Berisi tentang tujuan yang hendak dicapai setelah mempelajari suatu bab.

Peta Konsep

Membantu kalian mengetahui hubungan antar konsep yang akan dipelajari dan alur pembahasan dalam setiap bab.



Kajian Islami

Berisi penjelasan Al-Qur'an yang terkait dalam materi yang akan dipelajari pada setiap bab.

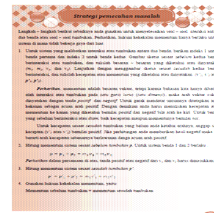
Tes Kompetensi Awal

Tes kompetensi awal sebagai apersepsi siswa sebelum memulai pelajaran.

Tes Kompetensi Awal

- Selamat mempelajari buku ini! Sebelum kita mulai, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!
1. Apa yang kalian ketahui tentang momentum?
 2. Bagaimana konsep impuls dan tumbukan?
 3. Bagaimana konsep tumbukan elastis dan tumbukan tidak elastis?
 4. Bagaimana konsep energi kinetik dan energi potensial?

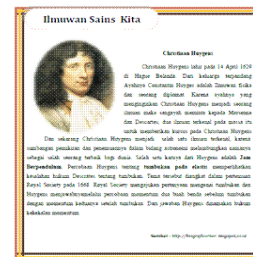
Strategi Pemecahan Masalah
Strategi pemecahan masalah berisi langkah-langkah untuk menyelesaikan soal-soal yang interaksi antara dua benda dimana tidak bekerja gaya dari luar.



Soal latihan berisi tentang latihan-latihan soal disetiap akhir bab.

Ilmuan sains

Ilmuan sains memberikan informasi terkait dengan tokoh atau sesuai dengan materi



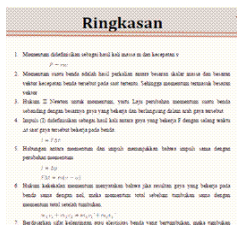
Kilas fisika

Kilas fisika memberikan informasi-informasi penting seputar fisika



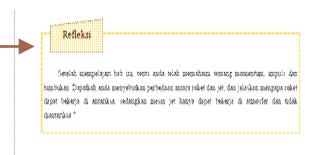
Ringkasan

Di setiap akhir bab diberikan **Ringkasan** singkat untuk mengingatkan kembali konsep penting yang telah dipelajari.



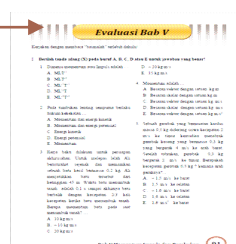
Refleksi

Refleksi berisi tugas terkait dengan materi yang ditulis menggunakan bahasa kalian sendiri.



Evaluasi Bab

Evaluasi bab diberikan setelah pembahasan disetiap akhir materi untuk membantu kita dalam menghadapi ulangan.



Daftar Isi

UCAPAN TERIMA KASIH	ii
KATA PENGANTAR	iii
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU	v
DAFTAR ISI	viii

SEMESTER 1

BAB IV: USAHA DAN ENERGI

4.1. Usaha	6
4.1.1. Usaha oleh Beberapa Gaya	9
4.1.2. Menentukan Besar Usaha dari Grafik F-s	11
4.2. Energi.....	14
4.2.1. Bentuk-Bentuk Energi dan Sumber-Sumbernya.....	15
4.2.2. Bentuk Energi Potensial	21
4.2.3. Energi Kinetik	25
4.2.4. Hukum Kekekalan Energi Mekanik.....	27
4.2.5. Daya	35
Ringkasan	38
Evaluasi 1	40

BAB V : MOMENTUM , IMPULS DAN TUMBUKAN

5.1. Momentum dan Impuls	49
5.2. Hukun Kekekalan Momentum.....	55
5.3. Jenis-Jenis Tumbukan	65

5.3.1. Tumbukan Lenting Sempurna	66
5.3.2. Tumbukan Lenting Sebagian.....	70
5.3.3. Tumbukan Tak Lenting Sama Sekali	71
5.4. Prinsip Roket dan Prinsip Jet.....	75
Ringkasan	80
Evaluasi 2	70

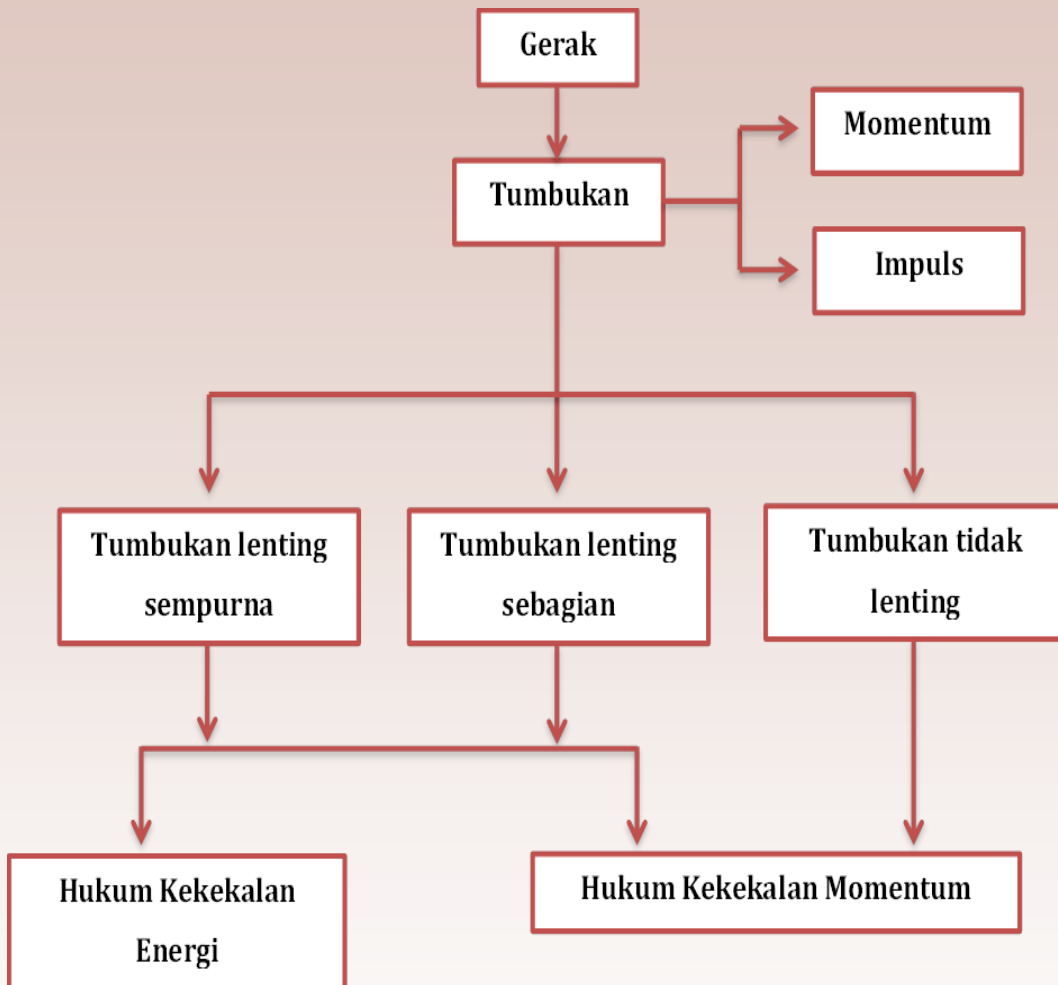
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

- **Daftar Nota dan Simbol**
- **Konstanta—Konstanta Dasar**
- **Satuan Si**
- **Data Numberik**
- **Data Astronomi**
- **Faktor Konversi**

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 ulama 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 \times satuan Kecepatan

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

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 Δt .

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)

Δt = 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 Δt 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 sebuah 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 atas lantai 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)

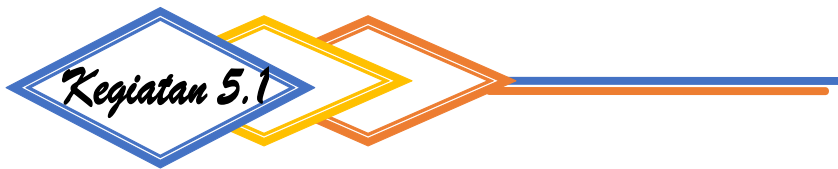
$$F = \frac{m(v-u)}{\Delta t}$$

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

5.2 Hukum Kekekalan Momentum

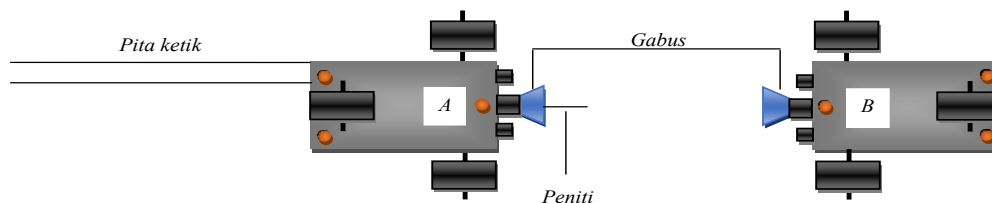
Selain energi mekanik, ternyata pada momentum pun berlaku hukum kekekalan. Yang dinamakan ***hukum kekekalan momentum***. Berdasarkan hukum III Newton tentang gaya aksi – reaksi, kita tahu bahwa gaya yang bekerja pada dua benda sama besar dan berlawanan arah. Berikut ini akan kita bahas hukum kekekalan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

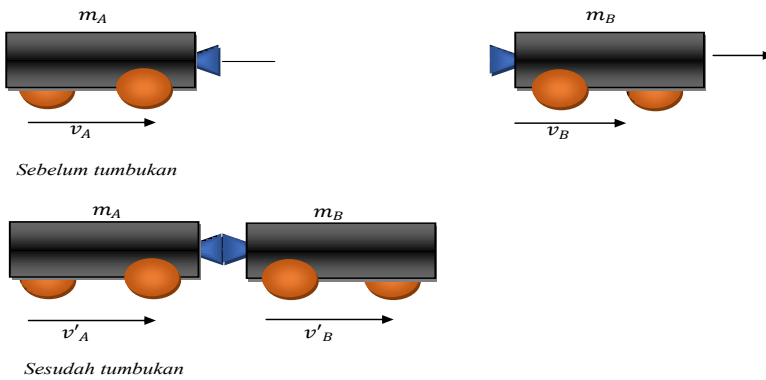
1. Alat – alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah sebuah pewaktu ketik lengkap dengan pita ketiknya, empat buah kereta dinamik, dan sebuah lintasan licin (lihat gambar 5.3)



Gambar 5.3. Menyelidiki hukum kekekalan momentum pada tumbukan kereta dinamik

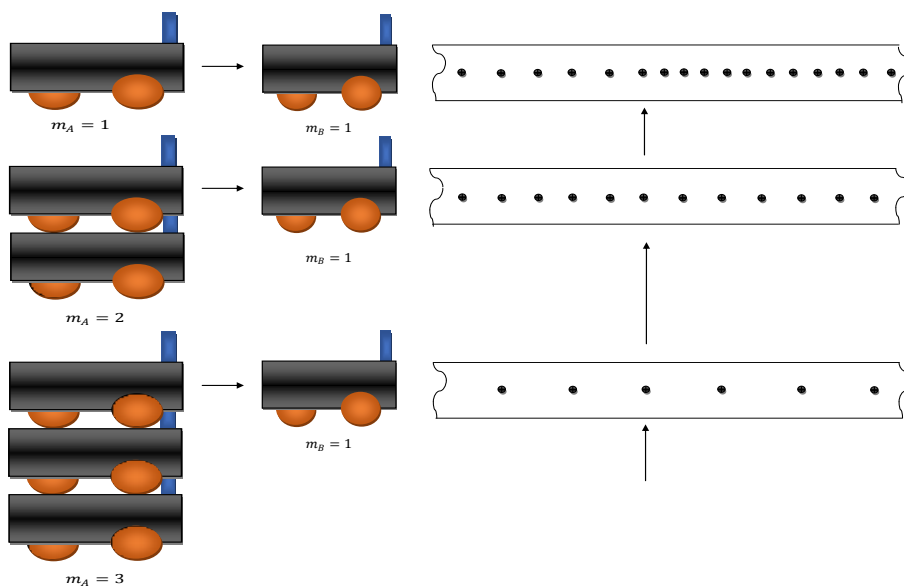
2. Hubungkan pewaktu ketik dengan kereta dinamika A. Pada ujung lain dari kereta A dipasang sebuah gabus berpeniti dan pada ujung kereta B dipasang gabus. Jika terjadi tumbukan maka peniti akan menggandengkan kedua gabus sehingga kereta A dan kereta B akan bergandengan sesudah tumbukan.

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 tuliskan besaran - besaran yang diketahui atau dinyatakan ($m_1, m_2, v_1,$ dan v_2). Lanjutkan dengan menggambar sketsa sesaat *sesudah* kedua benda berinteraksi, dan tuliskan 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 denga 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 persamaa 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 kg dengan bebas sehingga membiarkan senapan mainan bergertak secara bebas ketika menembakkan sebutir peluru bermassa 5 g . Peluru tersebut keluar dari moncong senapan dengan kecepatan horizontal 300 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*.
 $p = m_1v_1 + m_2v_2 = 0$ ($v_1 = v_2 = 0$) sebab baik senapan maupun peluru diam sebelum tembakan dilakukan

Langkah 3 Hitung momentum sistem sesaat sesudah tumbukan p' .

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

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

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



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 (*).

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

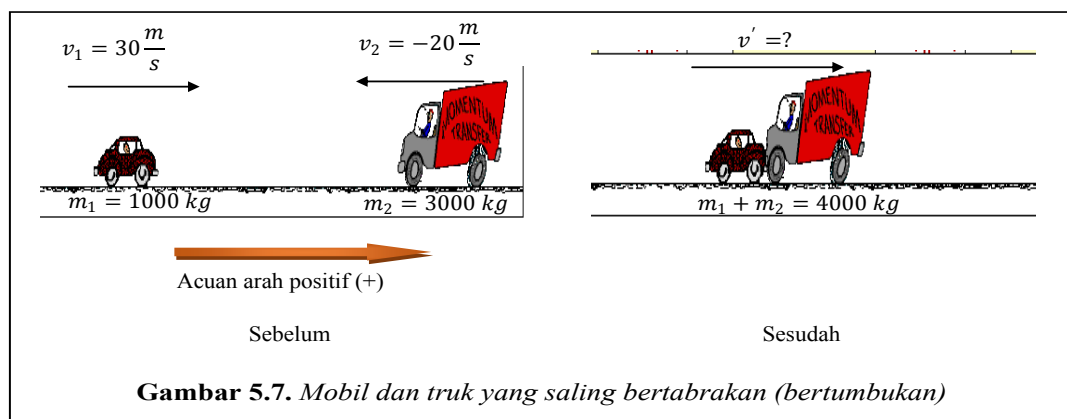
Tanda negatif menyatakan bahwa senapan terpental ke kiri dengan kalajuan $0,5 \text{ m/s}$.

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 m/s dan truk 20 m/s . Massa mobil 1000 kg dan truk 3000 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 trik (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 $1.050.000 \text{ J}$ 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 : <http://biograficorner.blogspot.co.id>

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 (صَدَمَ - 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 biasanya 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.

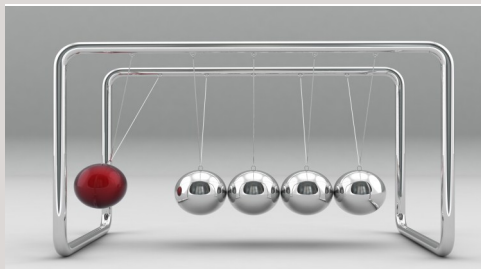
5.3.1 Tumbukan Lenting Sempurna

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.

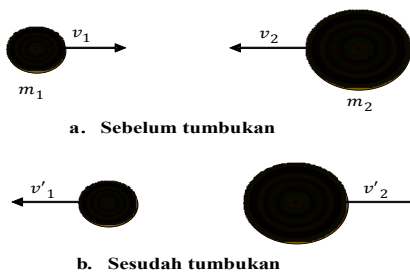
Hukum kekekalan momentum memberikan

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

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

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

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

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

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

Untuk memudahkan kalian dalam menghafal rumus, kita gunakan notasi delta (Δ) 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 1 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 anggapa tumbukan antara keduanya adalah lenting sempurna. Kecepatan awal bola adalah 30 cm/s dan 20 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

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

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

Maka 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

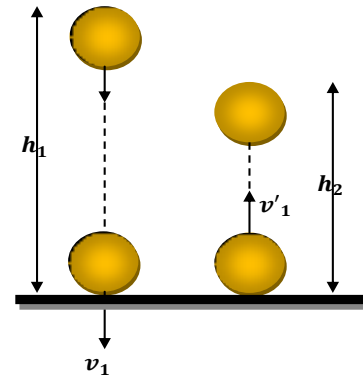
$$v'_1 - v'_2 = -(v_2 - v_1)$$

$$v'_1 - v'_2 = -(-20 - 30) \leftrightarrow v'_1 - v'_2 = 50 \quad \dots \dots (**)$$

Dari persamaan (*) dan persamaan (**) kita sekarang dapat menghitung kecepatan tiap bola v'_1 dan v'_2 .

$$\begin{aligned} v'_1 + v'_2 &= 10 \\ -v'_1 + v'_2 &= 50 \\ \hline 2v'_2 &= 60 \quad + \\ v'_2 &= +30 \text{ m/s} \\ v'_2 - v'_1 &= 50 \quad \leftrightarrow v'_1 = v'_2 - 50 \\ v'_1 &= 30 - 50 = -20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

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

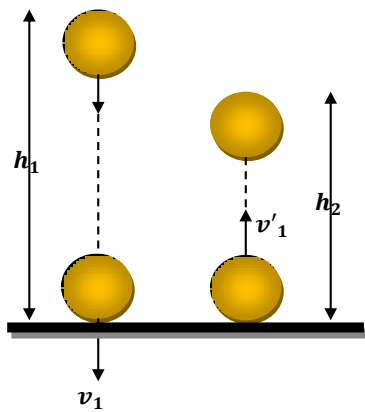
1. Dua bola sodok bermassa sama bergerak saling berdekatan dengan kecepatan masing – masing 40 m/s ke kanan 50 m/s ke kiri. Kedua bola bertumbukan lenting sempurna. Berapakah kecepatan kedua bola sesudah tumbukan.
2. Seorang santri bermain bola bermassa 40 gram yang diglindingkan ke kanan dengan kelajuan 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 fektor 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.

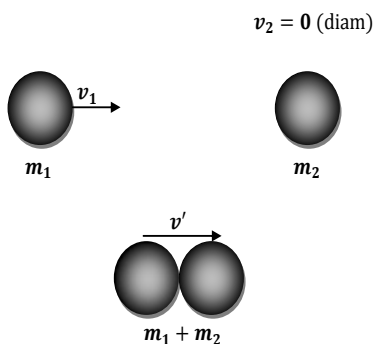
$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \longrightarrow v'_1 = -\sqrt{2gh_2}$$

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;

$$Ek' = \frac{p^2}{2(m_1 + m_2)} \quad \dots(5.16)$$

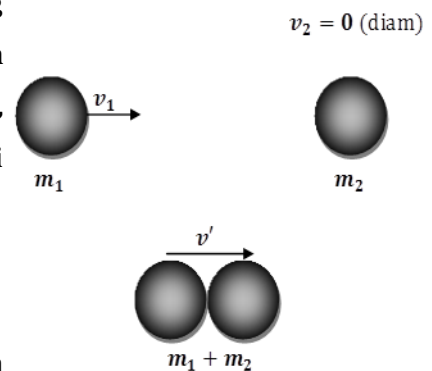
Dari Persamaan 5.15 dan Persamaan 5.17 jelas bahwa energi akhir lebih kecil dari pada energi awal. Rasio energi kinetik awal dan akhir suatu benda adalah

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{\frac{p^2}{2} (m_1 + m_2)}{\frac{p^2}{2} m_1} \text{ maka } \frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \quad \dots(5.17)$$

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.

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

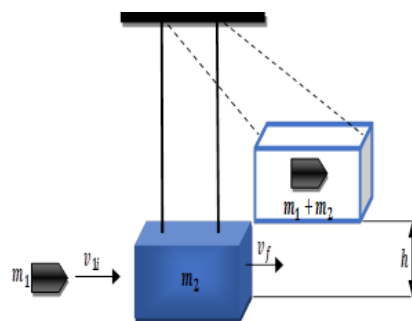
Perhatikan m_1 pada pembilang menunjukkan massa benda yang semua bergerak



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 kg yang bergerak dengan kelajuan 25 m/s bertabrakan sentral dengan sebuah mobil mengangkut buku tulis bermassa 150 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 meleset 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 $\mathbf{F} = \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta(m\mathbf{v})}{\Delta t}$. Hukum II Newton menyatakan bahwa jika suatu benda mengalami perubahan momentum $\Delta \mathbf{p} = \Delta(m\mathbf{v})$ dalam selang waktu Δt , maka itu artinya pada benda tersebut bekerja suatu resultan gaya \mathbf{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 ($\frac{\Delta m}{\Delta t}$) akan menyebabkan perubahan momentum pada udara dalam balon per satuan waktu ($\frac{\Delta m \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t}$). 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 6×10^{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 Δm keluar dari roket dengan kecepatan u relatif terhadap roket, maka massa roket berkurang sebesar Δm dan mendapat tambahan kecepatan sebesar Δv . Perlu diingat bahwa Δm 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 Δm dan Δv 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

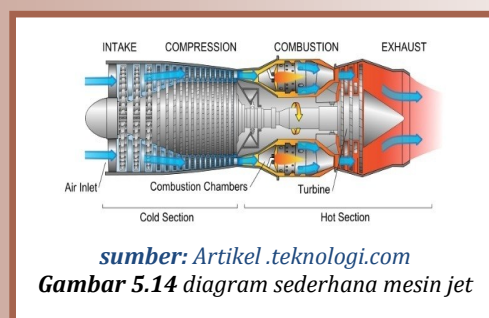
Pesawat ruang angkasa Voyager 2 meluncur pada tahun 1977, menggunakan efek katapel (efek untuk mendapatkan dorongan tambahan pada pesawat ruang angkasa) pada saat terbang melalui Jupiter, Saturnus, dan Uranus. Berkat tambahan energi kinetik pada perjalanannya, Voyager 2 mencapai planet Neptunus pada 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.



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 siwa 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 Δt 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 diantariksa ?

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!

1. Dimensi momentum atau Impuls adalah ...
 - A. MLT^{-1}
 - B. MLT^{-2}
 - C. $ML^{-1}T^{-1}$
 - D. $ML^{-2}T$
 - E. $ML^{-2}T^{-2}$
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

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/s²
- A. 0,25 m/s searah dengan arah gerak benda A semula
- B. 0,33 m/s berlawanan arah dengan gerak benda A semula
- C. 0,45 m/s searah dengan arah benda A semula
- D. 0,45 m/s berlawanan arah dengan gerak benda A semula
- E. 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/s²
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/s²
12. Sebuah Roket pernah digunakan untuk mendaratkan manusia di bulan. Mesin utama roket tersebut menyemburkan gas dengan laju 13.800 kg perdetik.

Jika laju Roket 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. $33,7 \times (10)^4 \text{ N}$

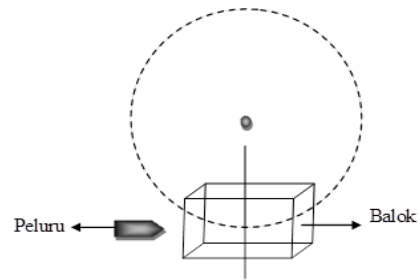
13. Sebutir kelereng bermassa 200 g menggelinding di lantai licin dengan kecepatan 20 m/s. Besarnya momentum kelereng itu adalah

- 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!

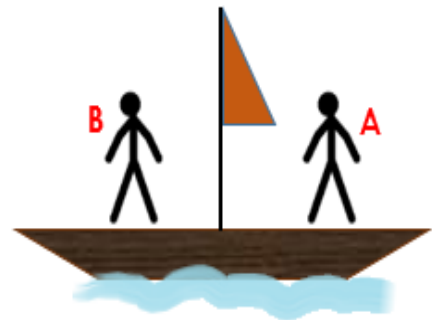


- A. - 24 kg m/s
- B. 24 kg m/s
- C. - 24 kg m/s²
- D. 24 kg
- E. 24 m/s

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 melompat 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 gerakannya setelah tumbukan!

DAFTAR PUSTAKA

Giancoli, Douglas C, *Fisika*, Jakarta: Erlangga, 2001.

Kanginan, Martin, *Fisika 2000 jilid 1B untuk SMU kelas 1*, Jakarta: Erlangga, 2000.

Shihab, M. Quraish, *Tafsir Al Misbah: pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur'an/M.Quraish Shihab vol 9, 5, dan 11*, Jakarta: Lentera hati,2002.

_____, *Tafsir Al Misbah: pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur'an/M.Quraish Shihab vol 14 dan 15*, Jakarta: Lentera hati,2002.

Sunardi dan Esta Indra Irawan, *Fisika Bilingual untuk SMA/MA kelas XI*, Bandung: Penerbit Yrama Widya, 2007.

Sumarno, Joko, *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*, Jakarta: Pusat perbukuan, 2009.

Supiyanto, *Fisika SMA Jilid 2 untuk kelas XI*, Jakarta: Phibeta Aneka Gama, 2006.

Taranggono, Agus, dan Hari Subangya, *Sains Fisika 2 SMA/MA*, Jakarta: PT Bumi Aksara, 2007.

Widianto, Eko, *Terpadu Fisika SMA/MA Jilid 2A untuk kelas XI Semester 1*, Jakarta: Erlangga, 2011.

Lampiran-Lampiran

- **Daftar Notasi dan Simbol**

Sebutan	Huruf Besar	Huruf Kecil
Alpha	A	α
Beta	B	β
Gamma	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsilon	E	ϵ
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Teta	Θ	θ
Lambda	Λ	λ
Pi	Π	π
Rho	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Phi	Φ	φ
Psi	Ψ	ψ
Omega	Ω	ω

- **Kosntanta-konstanta Dasar**

Besaran	Simbol	Nilai
Konstanta Gravitasi	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$
Bilangan Avogadro	N_A	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Konstanta Boltzmann	K	$1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Konstanta Planck	h	$6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

- **Satuan SI**

Satuan – satuan dasar	
Panjang	<i>Meter (m)</i> adalah jarak yang ditempuh oleh cahaya di ruang vakum dalam waktu $\frac{1}{299.792.458}$
Waktu	<i>Sekon (s)</i> adalah waktu yang diperlukan untuk 9.192.631.770 siklus pada radiasi yang berhubungan dengan transisi antara dua tingkat hiperhalus dengan keadaan dasar atom ^{133}Cs
Massa	<i>Kilogram (kg)</i> adalah massa pada standar internasional untuk bobot dan ukuran yang disimpan di sevres, Prancis.
Arus	<i>Ampere (A)</i> adalah arus pada dua kawat panjang parallel yang terpisah sejauh 1 meter dan menimbulkan gaya magnetik per satuan panjang sebesar $2 \times 10^{-7} \frac{N}{m}$
Temperatur	<i>Kelvin (K)</i> adalah $\frac{1}{273,16}$ dari temperatur termodinamika pada triple point air
Intensitas cahaya	<i>Candela (Cd)</i> adalah intensitas cahaya, dalam arah tegak lurus permukaan benda hitam seluas $\frac{1}{600.000} m^2$ pada temperatur beku platinum dengan tekanan 1 atm

- **Satuan SI**

tuan – satuan dasar	
Panjang	<i>Meter (m)</i> adalah jarak yang ditempuh oleh cahaya di ruang vakum dalam waktu $\frac{1}{299.792.458}$
Waktu	<i>Sekon (s)</i> adalah waktu yang diperlukan untuk 9.192.631.770 siklus pada radiasi yang berhubungan dengan transisi antara dua tingkat hiperhalus dengan keadaan dasar atom ^{133}Cs
Massa	<i>Kilogram (kg)</i> adalah massa pada standar internasional untuk bobot dan ukuran yang disimpan di sevres, Prancis.
Arus	<i>Ampere (A)</i> adalah arus pada dua kawat panjang parallel yang terpisah sejauh 1 meter dan menimbulkan gaya magnetik per satuan panjang sebesar $2 \times 10^{-7} \frac{N}{m}$
Temperatur	<i>Kelvin (K)</i> adalah $\frac{1}{273,16}$ dari temperatur termodinamika pada triple point air
Intensitas cahaya	<i>Candela (Cd)</i> adalah intensitas cahaya, dalam arah tegak lurus permukaan benda hitam seluas $\frac{1}{600.000} m^2$ pada temperatur beku plantinum dengan tekanan 1 atm

- **Data Numerik**

Data Terrestrial	
Percepatan gravitasi g	$9,80665 \frac{m}{s^2}$
Nilai standar	$32,1740 \frac{kaki}{s^2}$
Pada permukaan laut, di katulistiwa*	$9,7804 \frac{m}{s^2}$
Pada permukaan laut, di kutub	$9,8322 \frac{m}{s^2}$
Massa Bumi M_B	$5,98 \times 10^{24} kg$
Jari – jari Bumi, R_B , rata – rata	$6,37 \times 10^6 m$ $3960 mil$
Kelajuan lepas $\sqrt{2 R_B g}$	$1,12 \times 10^4 \frac{m}{s}$
Konstanta Matahari**	$1,35 \frac{kW}{m^2}$
Suhu dan tekanan standar (STP)	$273,15 K$
Temperatur	$101,325 kPa$
Tekanan	$1,00 atm$
Massa molar udara	$28,97 \frac{g}{mol}$
Massa jenis udara (STP), ρ_{udara}	$1,293 \frac{kg}{m^3}$
Kelajuan suara (STP)	$331 \frac{m}{s}$
Kalor didih air ($0^\circ C, 1 atm$)	$333,5 \frac{kJ}{kg}$
Kalor pengupan air ($100^\circ C, 1 atm$)	$2,257 \frac{MJ}{kg}$

* Diukur relatif terhadap permukaan Bumi

** Daya rata – rata yang terjadi pada $1 m^2$ di luar atmosfer Bumi pada jarak rata – rata antara Bumi dan Matahari

- **Data Astronomi**

Bumi	
Jarak ke Bumi *	$3,844 \times 10^8 \text{ m}$
	$2,389 \times 10^5 \text{ mil}$
Jarak ke matahari, rata – rata *	$1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
	$9,30 \times 10^7 \text{ mil}$
	$1,00 \text{ AU}$
Kelajuan orbit, rata – rata	$2,98 \times 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Bulan	
Massa	$7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$
Jari – jari	$1,738 \times 10^6 \text{ m}$
Periode	$27,32 \text{ hari}$
Percepat an gravitasi pada permukaan	$1,62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Matahari	
Massa	$1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Jari – jari	$6,98 \times 10^8 \text{ m}$

*Pusat ke pusat

Faktor Konversi

Faktor – faktor konversi ditulis sebagai persamaan untuk mempermudah; hubungan – hubungan yang ditandai dengan tanda asterisk adalah eksak.

Panjang

$$1 \text{ km} = 0,6215 \text{ mil}$$

$$1 \text{ mil} = 1,609 \text{ km}$$

$$1 \text{ m} = 1,0936 \text{ yard} = 3,281 \text{ kaki} = 39,37 \text{ inci}$$

$$* 1 \text{ inci} = 2,54 \text{ cm}$$

$$* 1 \text{ kaki} = 12 \text{ inci} = 30,48 \text{ cm}$$

$$* 1 \text{ yard} = 3 \text{ kaki} = 91,44 \text{ cm}$$

$$1 \text{ tahun cahaya} = 1 \text{ c} \cdot \text{tahun} = 9,461 \times 10^{15} \text{ m}$$

$$* 1 \text{ \AA} = 0,1 \text{ nm}$$

Luas

$$* 1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ km}^2 = 0,3861 \text{ mil}^2 = 247,1 \text{ are}$$

$$* 1 \text{ inci}^2 = 6,4516 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ kaki}^2 = 9,29 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 = 10,76 \text{ kaki}^2$$

$$* 1 \text{ are} = 43,560 \text{ kaki}^2$$

$$1 \text{ mil}^2 = 460 \text{ are} = 2,590 \text{ km}^2$$

Volum

$$* 1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$$

$$* 1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ gal} = 3,786 \text{ L}$$

$$1 \text{ gal} = 4 \text{ qt} = 8 \text{ pt} = 128 \text{ oz} = 231 \text{ inci}^3$$

$$1 \text{ inci}^3 = 16,39 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ kaki}^3 = 1728 \text{ inci}^3 = 28,32 \text{ L} = 2,832 \times 10^4 \text{ cm}^3$$

Waktu

$$* 1 \text{ jam} = 30 \text{ menit} = 3,6 \text{ ks}$$

$$* 1 \text{ hari} = 24 \text{ jam} = 1440 \text{ menit} = 86,4 \text{ ks}$$

$$1 \text{ tahun} = 365,24 \text{ hari} = 31,56 \text{ Ms}$$

Kelajuan

$$1 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 0,2778 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,6215 \frac{\text{mil}}{\text{jam}}$$

$$1 \frac{\text{mil}}{\text{jam}} = 0,4470 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,609 \frac{\text{km}}{\text{jam}}$$

$$1 \frac{\text{mil}}{\text{jam}} = 1,467 \frac{\text{kaki}}{\text{s}}$$

Sudut dan kecepatan sudut

$$* \pi \text{ rad} = 180^\circ$$

$$1 \text{ rad} = 57,30^\circ$$

$$1^\circ = 1,745 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

$$1 \frac{\text{rev}}{\text{menit}} = 0,1047 \frac{\text{radi}}{\text{s}}$$

$$1 \frac{\text{radi}}{\text{s}} = 9,549 \frac{\text{rev}}{\text{menit}}$$

Massa

$$* 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$* 1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg} = 1 \text{ Mg}$$

$$1 \text{ u} = 1,6606 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 6,022 \times 10^{23} \text{ u}$$

$$1 \text{ slug} = 14,59 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 6,852 \times 10^{-2} \text{ slug}$$

$$1 \text{ u} = 931,50 \text{ MeV}/c^2$$

Massa Jenis

$$* \frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1 \text{ kg}}{\text{L}}$$

$$\left(\frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3}\right) \text{ g} = 62,4 \frac{\text{pon}}{\text{kaki}^3}$$

Gaya

$$* 1 \text{ N} = 0,2248 \text{ pon} = 10^5 \text{ dyne}$$

$$1 \text{ pon} = 4,4482 \text{ N}$$

$$(1 \text{ kg}) \text{ g} = 2,2046 \text{ pon}$$

Tekanan

$$* 1 \text{ Pa} = \frac{1\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$* 1 \text{ atm} = 101,325 \text{ kPa} = 1,01325 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} = 14,7 \text{ pon/inci}^2 = 760 \text{ mmHg}$$

$$= 29,9 \text{ inciHg} = 33,8 \text{ kakiH}_2\text{o}$$

$$1 \frac{\text{pon}}{\text{inci}^2} = 6,895 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg} = 133,32 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$$

Daya

$$1 \text{ daya kuda} = 550 \text{ kaki} \cdot \frac{\text{pon}}{\text{s}} = 745,7 \text{ W}$$

$$\frac{1 \text{ Btu}}{\text{menit}} = 17,58 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1,341 \times 10^{-3} \text{ daya kuda}$$

$$= 0,7376 \text{ kaki} \cdot \frac{\text{pon}}{\text{s}}$$

Energi

$$* 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$* 1 \text{ kal} = 4,1840 \text{ J}$$

$$1 \text{ kaki} \cdot \text{pon} = 1,356 \text{ J} = 1,286 \times 10^{-3} \text{ Btu}$$

$$* 1 \text{ L} \cdot \text{atm} = 101,325 \text{ J}$$

$$1 \text{ L} \cdot \text{atm} = 24,217 \text{ kal}$$

$$1 \text{ Btu} = 778 \text{ kaki} \cdot \text{pon} = 252 \text{ kal} = 1054,35 \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ u} \cdot \text{c}^2 = 931,50 \text{ MeV}$$

$$* 1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$$

Medan Magnet

$$* 1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$$

$$* 1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$$

Kedudukan Termal

$$1 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot \text{K} = 6,938 \text{ Btu} \cdot \frac{\text{inci}}{\text{jam}} \cdot \text{kaki}^2 \cdot \text{F}^\circ$$

$$1 \text{ Btu} \cdot \frac{\text{inci}}{\text{jam}} \cdot \text{kaki}^2 \cdot \text{F}^\circ = 0,1441 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot \text{K}$$

MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM

MATERI MOMENTUM, IMPULS DAN TUMBUKAN



Disusun oleh:

**M. Dzaki Fuad Salim P.
Vetti Nur Khabibah**

Dosen Pembimbing:

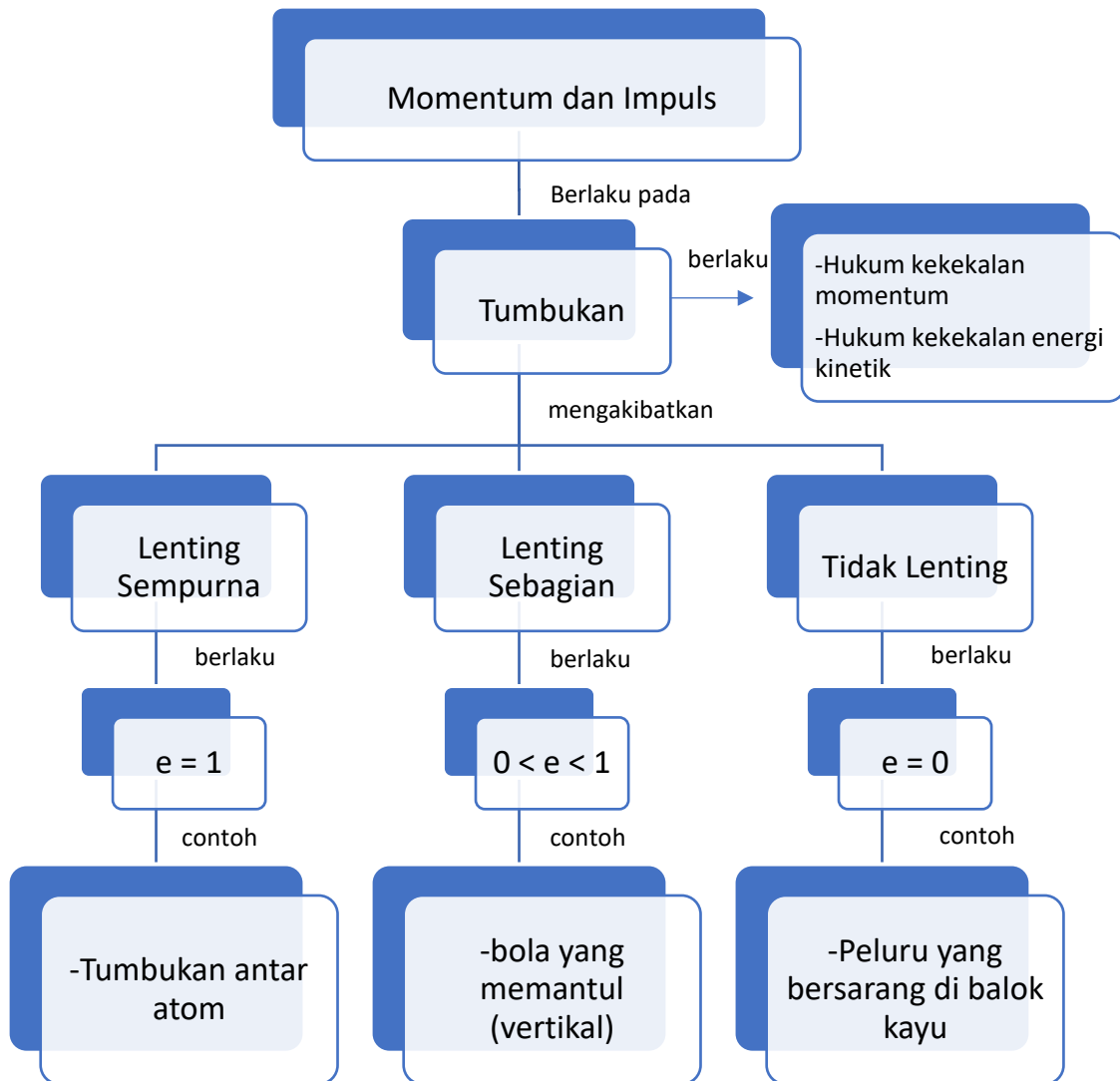
Joko Budi Poernomo, M. Pd. & Edi Daenuri Anwar, M.Si.

**UNTUK
KELAS**

X

PETA KONSEP

MATERI MOMENTUM, IMPULS DAN TUMBUKAN



Kompetensi Inti

1. Menghargai dan menghayati ajaran agama yang dianutnya
2. Menghargai dan menghayati perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan niatnya untuk memecahkan masalah
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

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

Tujuan Pembelajaran:

Setelah mempelajari materi ini diharapkan siswa mampu:

1. Menjelaskan hubungan implus dan momentum
2. Menjelaskan definisi momentum dalam penyelesaian tumbukan
3. Menentukan jenis-jenis tumbukan
4. Menerapkan konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari
5. Menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum, misalnya bola jatuh bebas

Pendahuluan

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 modul 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 peledak. 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 modul ini kita akan mempelajari tentang momentum, impuls dan tumbukan.

Tes Kompetensi

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

"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 di jagat raya ini.

⇒ Kata (دُكَّتَا) "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 ulama 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.

A. Momentum dan Impuls

Bola sepak yang ditendang dengan keras lebih sulit untuk dihentikan daripada ketika bola tersebut dilemparkan. Bola besi yang digerakkan untuk olahraga tolak peluru lebih sulit dihentikan dari pada bola sepak meskipun keduanya memiliki kelajuan yang sama. Kenapakah demikian? Pada sub bab ini kita akan mempelajarinya kenapakah hal itu bisa terjadi menurut ilmu fisika.

Momentum linear atau sering disebut "momentum" saja merupakan besaran vektor yang biasa disimbolkan dengan p . momentum linear benda didefinisikan sebagai hasil kali antara massa dan kecepatannya.

$$p = mv \quad (1)$$

Keterangan :

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

m = massa (kg)

v = kecepatan benda (m/s)

Sesuai persamaan (1) benda bergerak cepat akan mempunyai momentum yang lebih besar daripada benda lain yang bermassa sama, tetapi bergerak lambat. Sementara itu, dua benda yang bergerak dengan kecepatan yang sama tetapi massanya berbeda, akan berbeda pula besar momentumnya.

Jika gaya F bekerja pada benda bermassa m , maka berlaku hukum II Newton $F = ma$ Dengan $a = \Delta v / \Delta t$ diperoleh hubungan

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \left(\frac{v' - v}{\Delta t} \right) = \frac{mv' - mv}{\Delta t} \quad (2)$$

Keterangan:

F = gaya (N)

Δt = selang waktu (s)

m = massa (kg)

v' = kecepatan benda sesudah diberikan gaya (m/s)

v = kecepatan benda sebelum diberikan gaya (m/s)

suku $mv' - mv$ pada persamaan (2) adalah perubahan momentum yang terjadi atau $p' - p = \Delta p$. Dengan demikian, hukum II Newton dapat dinyatakan dalam bentuk momentum sebagai berikut.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan bahwa gaya yang bekerja pada benda sama dengan perubahan momentum persatuan waktu.

Kita dapat menerapkan konsep perubahan momentum pada benda dengan gaya yang berubah-ubah terhadap waktu, misalnya sebuah bola yang menggelinding dengan kecepatan tertentu kemudian ditendang sehingga kecepatannya berubah dari v_0 menjadi v_t dalam hal ini gaya rata-rata yang bekerja pada bola dapat ditentukan dengan rumus:

$$\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad (4)$$

Persamaan (4) dapat dinyatakan dalam bentuk

$$\bar{F}\Delta t = \Delta p = p' - p \quad (5)$$

Hasil kali antara gaya rata-rata \bar{F} dan selang waktu Δt disebut Impuls, dengan symbol I sehingga dapat ditulis

$$I = \Delta p = p' - p \quad (6)$$

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 kontak benda agar gaya 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 lebih besar 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 yang lebih kecil jika dibanting pada matras daripada dibanting pada ubin.
- 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).
- c) **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 sebuah 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.

Contoh penerapan momentum dan impuls

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 (2)



Gambar 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 gaya 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 saja sangat berbahaya bagi keselamatan pengemudi. Sebuah sabuk pengaman didesain untuk dapat memberikan gaya yang dapat memberhentikan pengemudi dalam selang waktu tertentu. 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 hampir 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 berikut yang akan menghasilkan impuls dengan waktu kontak terkecil dan terbesar? Jelaskan!
 - a. Bola jatuh mengenai lantai
 - b. Sebuah mobil menabrak tiang listrik
 - c. Andi berenang dengan cepat
 - d. Bola kasti dipukul oleh pemukul kayu?

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. Kenapakah hal tersebut bisa terjadi?
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. Sebuah benda 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 (Impuls)
 - b. Besar gaya F yang bekerja pada benda.

Penyelesaian:

- a. Perubahan momentum (Impuls)

$$\Delta p = m(v' - v)$$

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

$$\Delta p = 8 \text{ kg m/s}$$

atau

$$I = 8 \text{ kg m/s}$$

- b. Besar gaya

$$I = F\Delta t = m(v' - v)$$

$$F = \frac{m(v' - v)}{\Delta t}$$

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

$$F = 400 \text{ kg m/s}^2 = 400 \text{ N}$$

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 (3)

$$F = \frac{m(v' - v)}{\Delta t}$$

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

- b. Sesuai dengan persamaan (3)

$$F = \frac{m(v' - v)}{\Delta t}$$

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

3. Sebuah bola massanya 1 kg jatuh dari ketinggian 7 m. setelah menumbuk tanah adalah 0,01 s sampai akhirnya bola berbalik dengan kecepatan 2/3 kali kecepatan ketika bola menumbuk tanah. Hitunglah perubahan momentum bola pada saat menumbuk tanah dan besarnya gaya yang bekerja pada bola akibat menumbuk tanah! ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$
 $h = 7 \text{ m}$
 $\Delta t = 0,05 \text{ s}$
 $v' = -2/3 v$

Ditanya : a. perubahan momentum / Impuls ($I / \Delta p$)
 b. gaya (F)

Jawab:

Missal arah ke atas adalah (+), dan arah ke bawah adalah (-), maka:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{(2)(9,8)(7)} = \sqrt{137,2} = 11,7 \text{ m/s}$$

$$v' = -\frac{2}{3}(-11,7) = 7,8 \text{ m/s}$$

a. Perubahan momentum

$$\begin{aligned} \Delta p &= m(v' - v) \\ &= 1(7,8 - (-11,7)) \\ &= 1(19,5) = 19,5 \text{ kg m/s} \end{aligned}$$

b. Gaya

$$\begin{aligned} F &= \frac{I}{\Delta t} \\ &= \frac{19,5}{0,05} = 390 \text{ N} \end{aligned}$$

B. 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:

Kegiatan 1

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

1. Tujuan Percobaan

Untuk memverifikasi hukum kekekalan momentum linear pada tumbukan

2. Teori

Menurut Hukum Kekekalan Momentum, dalam sebuah tumbukan antara dua benda dalam sebuah system, momentum sebelum tumbukan adalah sama dengan momentum setelah tumbukan. Secara matematis ungkapan tersebut dapat ditulis menjadi:

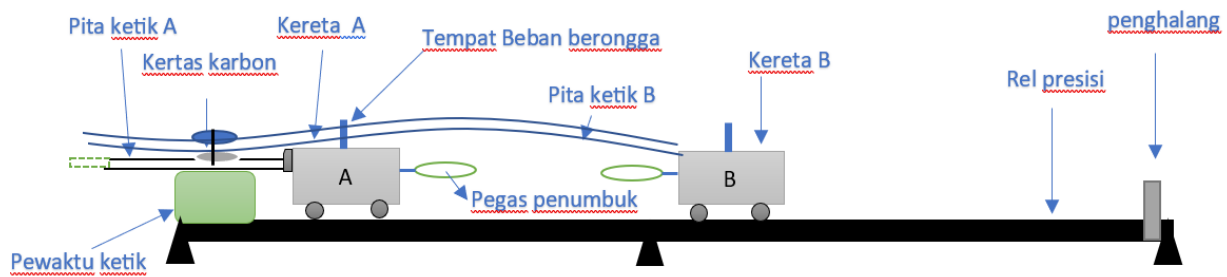
momentum sebelum tumbukan = momentum sesudah tumbukan

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$$

m_A dan m_B adalah massa benda A dan benda B yang bertumbukan, v_A dan v_B adalah kecepatan benda A dan B sebelum tumbukan v_A' dan v_B' adalah kecepatan benda A dan B setelah tumbukan.

Dalam percobaan ini anda akan memeriksa keberlakuan persamaan di atas untuk tumbukan antara dua kereta dinamika pada rel

Pewaktu ketik, pita ketik dan kereta dinamika dirangkai pada rel dengan posisi horizontal seperti pada gambar 3



Gambar 3. Alat Kit Kereta Dinamika

Catatan :

Pada percobaan ini dibutuhkan dua potong pita ketik yang dipasang pada masing-masing kereta dinamika. Karena hanya ada satu buah pewaktu ketik harus dapat digunakan untuk merekam kedua gerak kereta dinamika. Hal ini dapat dilakukan dengan melewati dua pita ketik melalui alur dan melewati kedua pita di antara dua kertas karbon yang dipasang pada pewaktu ketik.

1. Ukur massa tiap kereta dinamika menggunakan neraca. Catat hasil pengukuran pada tabel.
2. Berlatihlah beberapa kali memberi dorongan singkat kepada kereta dinamika pertama sedemikian rupa sehingga menumbuk kereta dinamika ke dua yang diam, dan setelah tumbukan kertas kedua memperoleh laju yang cukup besarnya tetapi tidak terlempar keluar rel. perhatikan bahwa kereta perlu penanganan secara hati-hati
3. Pasang dua potongan pita ketik ke pewaktu ketik. Jepit ujung pita ketik menggunakan jepitan pada masing-masing kereta. Atur posisi pita ketik dan pita karbon sedemikian rupa sehingga pada kedua pita ketik dapat dihasilkan titik ketikan pada saat percobaan.
4. cara membaca kecepatan benda melalui pita ketik

$$s = \dots \text{ (cm)}$$



$$\text{waktu 1 ketikan} = 1/\text{frekuensi} = \dots \text{ (s)}$$

$$v = \frac{\text{jarak total pita}}{\text{waktu total}}$$

$$v = \frac{\text{jarak total pita}}{\text{waktu 1 ketikan} \times \text{banyak}}$$

3. Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah :

1. Rel Presisi
2. sebuah pewaktu ketik lengkap dengan pita ketiknya,
3. 2 kereta dinamika,

4. Beban bercelah dan penggantung beban
5. Neraca
6. Pasak penumpu
7. Pegas penumbuk
8. Catu daya
9. Kabel penghubung merah dan hitam
10. Kertas karbon
11. Kaki rel

C. Langkah Percobaan :

1. Susun pewaktu ketik pada rel presisi seperti gambar 1
2. hidupkan catu daya untuk menjalankan pewaktu ketik. Dan beri kereta dinamika A satu dirorongkan sehingga bergerak dengan kecepatan yang cukup dan menumbuk kereta dinamika B
3. lepaskan kedua pita ketik pada masing-masing kereta dan yakinkan agar pita tidak tertukar pada saat menganalisa data. Periksa hasil ketikan pada tiap potong pita dan pastikan semua titik ketikan tampak jelas. Jika hasil ketikan tidak jelas. Ulangi percobaan sampai didapatkan hasil ketikan yang jelas. Ganti kertas karbon jika ketikan tidak terlihat karena kertas karbon telah memudar.
4. Periksa titik ketikan pada tiap kertas pada awal gerak setiap kereta dinamika, jika ada titik ketikan yang saling tindih, abaikan titik tersebut. ambil titik awal gerak pada titik pertama ketika titik yang saling tindih tidak ada lagi. Potong pita pada titik tersebut.
5. Gunakan 5-jarak ketikan sebelum tumbukan untuk menghitung kecepatan sebelum tumbukan (pada pita A), dan 5-jarak ketikan setelah tumbukan untuk menghitung kecepatan setelah tumbukan (pada pita B) catat nilai yang didapatkan dalam tabel.
6. Tambahkan satu buah beban bercelah 50 gram ke kereta A. Massa kereta A sekarang menjadi $m_A + 50$ gram.
7. Ulangi langkah 2 sampai dengan 6 dengan menambah beban lagi ke kereta dinamika A dan kereta dinamika B.
8. Lengkapi tabel dengan data yang didapatkan

4. Hasil Percobaan

Tabel hasil percobaan

Kereta A			Kereta B			Jumlah momentum	
m_A (kg)	Laju tumbukan		m_B (kg)	Laju tumbukan		Sebelum tumbukan	Setelah tumbukan
	v_A (cm/s)	v'_A (cm/s)		v_B (cm/s)	v'_B (cm/s)	$m_A v_A + m_B v_B$ (Ns)	$m_A v'_A + m_B v'_B$ (Ns)

5. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Hukum Kekekalan momentum menyatakan bahwa jumlah momentum sebelum tumbukan sama dengan jumlah momentum setelah tumbukan

Gambar 4 menunjukkan dua bola dengan massa m_A dan m_B yang bergerak berlawanan arah dalam satu garis lurus dengan kecepatan berturut-turut sebesar v_A, v_B . Setelah keduanya bertumbukan, masing-masing kecepatannya berubah menjadi v_A', v_B'

Jumlah momentum sebelum tumbukan adalah

$$p = p_A + p_B = m_A v_A + m_B v_B \quad (6)$$

Jumlah momentum setelah tumbukan adalah

$$p = p_A' + p_B' = m_A v_A' + m_B v_B' \quad (7)$$

Berdasarkan hukum kekekalan momentum, $p = p'$ dengan demikian,

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$$

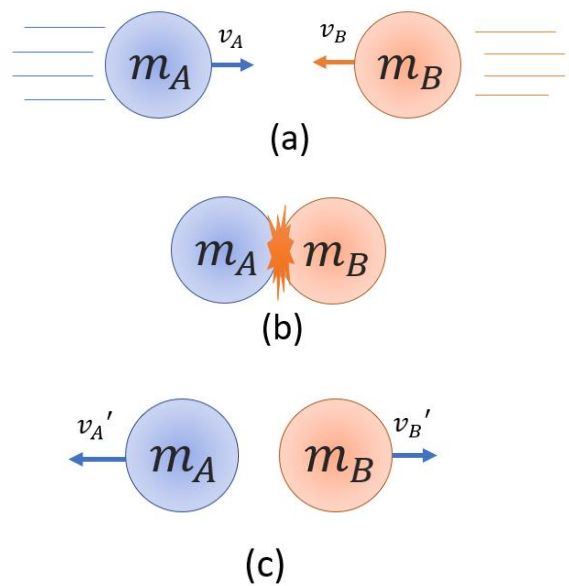
Atau sering juga ditulis dengan persamaan

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (8)$$

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

Aplikasi Hukum Kekekalan Momentum

Mari kita bahas beberapa aplikasi tentang hukum kekekalan momentum sederhana, yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari – hari. Contoh yang pertama ketika kalian meniup balon kemudian dilepas, balon tersebut akan meleset dengan cepat dan berbelok – belok di udara. Ketika balon meleset, udara yang terdapat didalam balon keluar dengan arah yang berlawanan dengan arah gerak balon. Momentum balon mengimbangi momentum udara yang keluar dari dalam balon yang meleset dalam arah yang berlawanan tersebut.



Gambar 4.

(a) Dua bola bergerak melawan arah dalam satu garis lurus. (b) Kedua bola bertumbukan. (c) kedua bola mengalami perubahan kecepatan setelah bertumbukan

Prinsip tersebut berlaku pada peluncuran roket. Semburan gas panas dari roket mengakibatkan roket naik keatas dengan kelajuan yang sangat tinggi. Penjelasan yang lebih lanjut tentang roket akan dibahas dalam akhir bab ini.

Contoh Soal 2

1. Seorang polisi menembak suatu objek menggunakan pistol yang memiliki massa 0,5 kg dan massa peluru tersebut adalah 5 g. Peluru tersebut keluar dari moncong pistol dengan kecepatan horizontal 100 m/s. Berapa kecepatan hentakan pistol tersebut ketika peluru ditembakkan?

Jawab:

Langkah 1 Soal diatas merupakan interaksi antara senapan (indeks A) dan peluru (indeks B). Gambar sketsa soal sesaat *sebelum interaksi* berikut data – data yang telah diketahui ditunjukkan pada **Gambar 5**. Sedangkan gambar sesaat *sesudah interaksi* berikut bersama yang diketahui. Dan dari semua yang telah diketahui besaran yang ditanya adalah kecepatan hentakan senapan v_A' .

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

$$p = m_A v_A + m_B v_B = 0, (v_A) \text{ sebab baik senapan maupun peluru diam sebelum tembakan dilakukan}$$

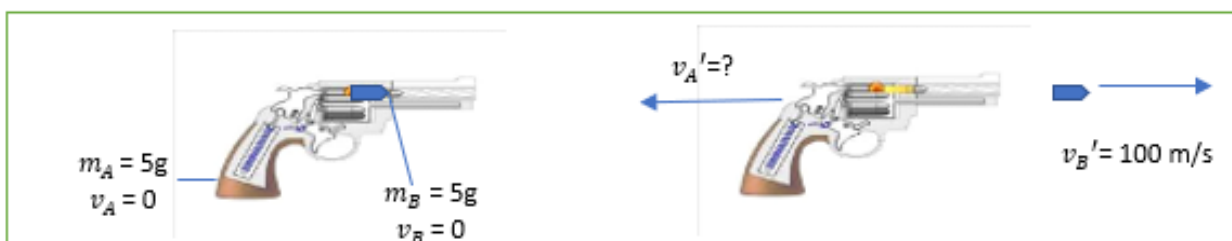
Langkah 3 gunakan hukum kekal momentum untuk mencari kecepatan hentakan pistol setelah tumbukan :

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A v_A' + m_B v_B'$$

$$0 = m_A v_A' + m_B v_B'$$

$$v_A' = -\frac{m_B}{m_A} v_B'$$

$$v_A' = -\frac{0,005}{0,5} 100 = -1 \text{ m/s}$$



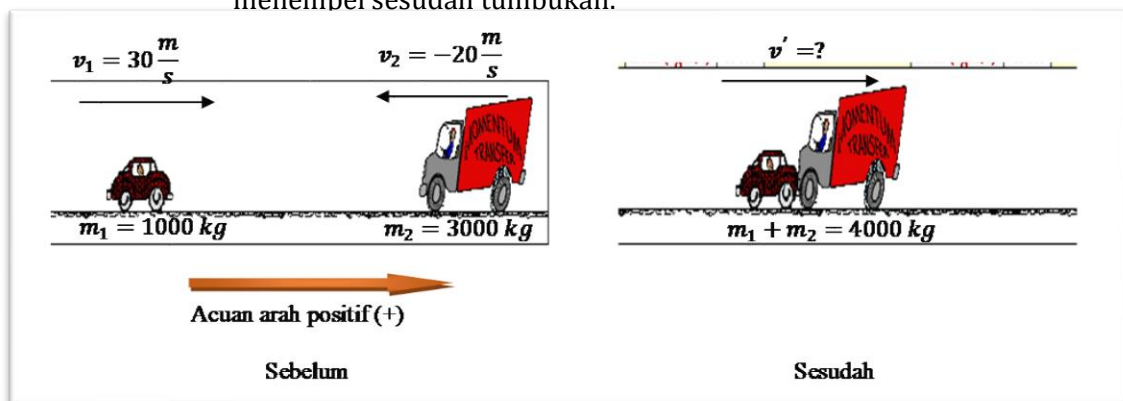
Gambar 5. Interaksi antara pistol dan peluru saat menembak

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 m/s dan truk 20 m/s . Massa mobil 1000 kg dan truk 3000 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 (indeks 2) yang saling bertabrakan (bertumbukan). Gambar sketsa soal saat *sebelum tumbukan* nerikut data – data yang diketahui ditunjukkan pada Gambar 6(a), Sedang sesaat *sesudah tumbukan* ditunjukkan pada Gambar 6 (b). besaran yang ditanya adalah kecepatan mobil dan truk yaitu v' yang saling menempel sesudah tumbukan.



Gambar 6. Mobil dan truk yang saling bertabrakan

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

$$p = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

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

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

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

$$p' = 4000 \times v'$$

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

$$p' = p$$

$$4.000 \times v_1 = -30.000$$

$$v' = -7,5 \text{ m/s}$$

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.

$$\begin{aligned} Ek_{awal} &= \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \\ &= \frac{1}{2}(1.000)(30)^2 + \frac{1}{2}(3.000)(-20)^2 \\ &= 450.000 + 600.000 = 1.050.000 \text{ J} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Ek_{akhir} &= \frac{1}{2}(m_1 + m_2)(v)^2 \\ &= \frac{1}{2}(4000)(-7,5)^2 = 112.500 \text{ J} \end{aligned}$$

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

Cristian Huygens



Christian Huygens lahir pada 14 April 1629 di Hague Belanda. Dari keluarga terpandang Ayahnya Constantin Huygens adalah Ilmuwan fisika dan seorang diplomat. Karena ayahnya yang menginginkan Christiaan Huygens menjadi seorang ilmuan maka sangayah meminta kepada Mersenne dan Descartes, dua ilmuan terkenal pada masa itu untuk memberikan kursus pada Christiaan Huygens muda.

Dan sekarang Christiaan Huygens menjadi salah satu ilmuan terkenal, karena sumbangan pemikiran dan penemuannya dalam bidang astronomi melambungkan namanya sebagai salah seorang terbaik bagi dunia. Salah satu karyanya dari Huygens adalah **Jam Beroendulum**. 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.

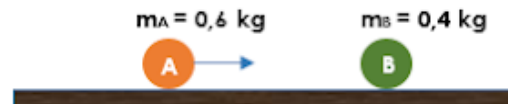
Sumber : *Ensiklopedia fisika, Gaya, Usaha dan Energi*

Soal Latihan A

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 500 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 selang waktu yang terjadi saat tumbukan (ledakan) pada senapan adalah 0,01 s, 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 berapakah besar gaya pemukul ?
5. Perhatikan gambar berikut!



Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 4 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah....

C. Jenis-jenis Tumbukan

Tumbukan atau menumbuk pada Bahasa Arab adalah (تَقُّ - يَتَّقُ) yang dalam kehidupan sehari-hari masyarakat sering mengenal dengan kata tabrakan atau menabrak yaitu (صَدَمَ - 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 biliard, serta tumbukan yang berlangsung lama misalnya, tumbukan antara dua bintang di angkasa. Pada semua proses tumbukan, benda – benda yang saling 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 besarnya 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 : slideshare. Net

(a)



Sumber : fitur keselamatan

(b)

Gambar 7. (a) Dua mobil yang saling bertabrakan pada peristiwa kecelakaan, (b) tes uji keselamatan dan kekuatan mobil

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.

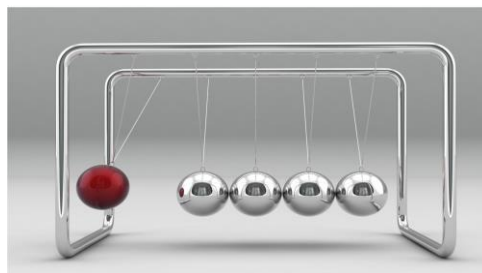
1 Tumbukan Lenting Sempurna

Untuk memahami tumbukan lenting sempurna, lakukanlah percobaan pada Kegiatan 2 dibawah ini

Kegiatan 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 9). Peralatan pada percobaan ini dapat kalian dapatkan dengan membeli di toko buku besar di kota anda.

Anggap bola – bola itu kita beri warna yang berbeda (perhatikan Gambar 8). 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 8. 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. Perhatikan Gambar 9 terdapat dua benda bermassa m_1 dan m_2 yang bergerak saling mendekat

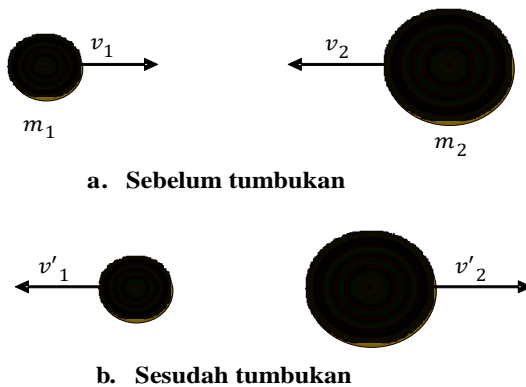
dengan kecepatan v_1 dan v_2 sepanjang garis lurus. Kedua bola tersebut bertumbukan lenting sempurna dengan kecepatan masing – masing sesudah tumbukan adalah v_1' dan v_2' (lihat Gambar 9) percepatan dapat bernilai positif atau pun negatif tergantung pada arah benda ke kanan atau ke sebelah kiri. Hukum kekekalan momentum memberikan (persamaan 8),

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

Untuk tumbukan lenting sempurna berlaku hukum kekekalan energi kinetik. Yaitu energi kinetik sistem sebelum dan sesudah tumbukan sama besarnya.

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

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1(v_1')^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2')^2 \quad (9)$$



Gambar 9. Tumbukan lenting sempurna antara dua kelereng

Persamaan (8) dan Persamaan (9) cukup untuk menentukan kecepatan adalah v_1' dan v_2' . Namun, bentuk kuadrat pada Persamaan (9) memberikan kesulitan aljabar dalam perhitungan. Untuk menghindari kesulitan aljabar, dapat menggabungkan Persamaan (8) dan Persamaan (9) untuk memperoleh persamaan linear ketiga. Kita peroleh Persamaan (8) menjadi

$$\begin{aligned} m_1v_1 + m_2v_2 &= m_1v_1' + m_2v_2' \\ m_1v_1 - m_1v_1' &= m_2v_2' - m_2v_2 \\ m_1(v_1 - v_1') &= m_2(v_2' - v_2) \end{aligned} \quad (10)$$

Dan persamaan (9) menjadi

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1(v_1')^2 + \frac{1}{2}m_2(v_2')^2$$

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

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

$$m_1(v_1 - v_1')(v_1 + v_1') = m_2(v_2' - v_2)(v_2' + v_2) \quad (11)$$

Bagilah persamaan (11) dengan persamaan (10) maka kita peroleh

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

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

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

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

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

$$\Delta v' = -\Delta v$$

$$v'_1 - v'_2 = \Delta v = v_2 - v_1 \quad (12)$$

$\Delta v = v_2 - v_1$ 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 (12). Dapat kita nyatakan sebagai berikut.

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

Maka pada Persamaan (11) dapat kita tulis

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

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

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:

$$e = -\frac{v'_1 - v'_2}{(v_2 - v_1)} \quad (13)$$

Pertanyaan:

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar! Sebelum menjawab biasakanlah membaca "*basmalah*" terlebih dahulu!

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

1. Dua bola sodok bermassa sama dan 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?

2. Tumbukan lenting sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian, beberapa energi kinetik akan diubah menjadi energi bentuk 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.

$$e = - \frac{v'_1 - v'_2}{v_2 - v_1} \quad (14)$$

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

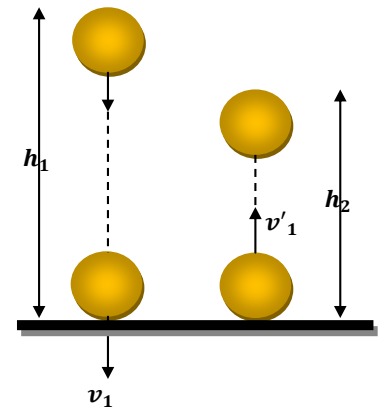
dan sesudah tumbukan dianggap nol. Persamaan 14. Dapat ditulis: $e = -\frac{v_1'}{v_1}$

Jika tinggi bola ketika dijatuhkan adalah h_1 dan bola memantul setinggi h_2 dari lantai seperti pada Gambar 10. maka dengan menggunakan persamaan gerak jatuh bebas diperoleh bahwa.

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \rightarrow v_1' = \sqrt{2gh_2}$$

Dengan memasukkan v_1' dan v_2' ke persamaan (14), maka diperoleh koefisien restitusinya adalah :

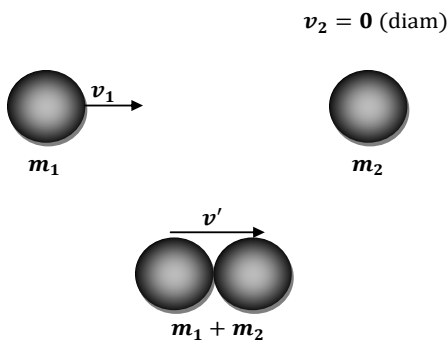
$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \quad (15)$$



Gambar 10. Tumbukan lenting sebagian antara bola dan lantai

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. 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 11. 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, para 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

$$\begin{aligned}
 m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\
 m_1 v_1 + m_2 v_2 &= (m_1 + m_2) v'
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

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 pertama yang bermassa m_1 dengan kecepatan v_1 dan benda kedua yang diam bermassa m_2 (Gambar 11) momentum awal kedua benda adalah

$$\begin{aligned}
 p &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\
 p &= m_1 v_1
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} p &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ p &= m_1 v_1 \end{aligned}} \right\} \text{ (*) sebab } v_2 = 0$$

Ek awal suatu benda

$$\begin{aligned}
 Ek &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\
 Ek &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{(m_1 v_1)^2}{2m_1}
 \end{aligned}$$

Substitusikan (*) ke persamaan diatas, diperoleh:

$$Ek = \frac{p^2}{2m_1}
 \tag{17}$$

Setelah tumbukan, kedua benda bersatu dan bergerak dengan kecepatan v' . Momentum akhir kedua benda adalah

$$\begin{aligned}
 p' &= (m_1 + m_2) v' \\
 p &= (m_1 + m_2) v'
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} p' &= (m_1 + m_2) v' \\ p &= (m_1 + m_2) v' \end{aligned}} \right\} \text{ (**) karena } p' = p$$

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;

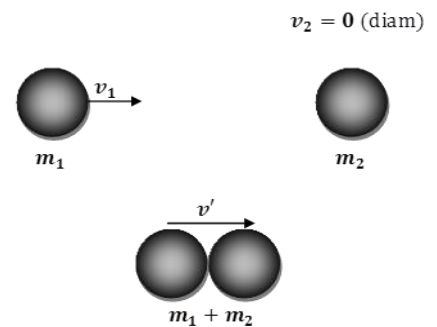
$$Ek' = \frac{p^2}{2(m_1 + m_2)}
 \tag{18}$$

Dari Persamaan (17) dan Persamaan (18) jelas bahwa energi akhir lebih kecil dari pada energi awal. Rasio energi kinetik awal dan akhir suatu benda adalah

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{\frac{p^2}{2}(m_1+m_2)}{\frac{p^2}{2}m_1} \text{ maka : } \frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1+m_2} \quad (19)$$

***** TIPS *****

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.



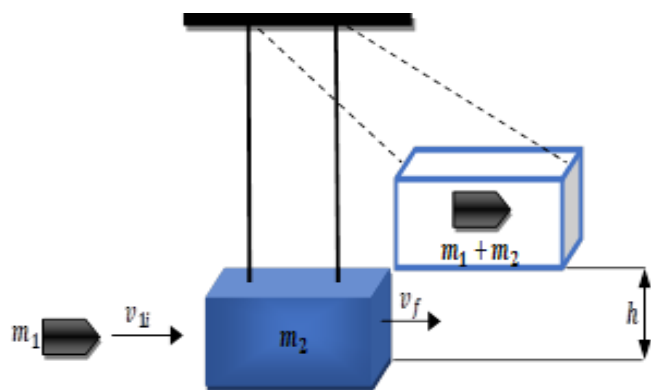
$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

Perhatikan m_i pada pembilang menunjukkan massa benda yang semua bergerak

Contoh Soal 3

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



Gambar 12 diagram dari sebuah ayunan balistik. Perhatikan v' adalah kecepatan sistem sesaat sesudah tumbukan tak lenting sama sekali.

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 ?

Jawab:

Untuk menyelesaikan soal diatas kita menggunakan Persamaan (16). Tumbukan peluru – balok yang terdorong sebagai tumbukan tak lenting sama sekali.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v' \quad \text{sebab balok mula - mula diam } (v_2 = 0)$$

$$m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2) v'$$

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) v'}{m_1} \quad (*)$$

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

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2 = (m_1 + m_2) gh$$

$$\frac{1}{2} v'^2 = gh$$

$$v' = \sqrt{2gh}$$

Jika nilai v' kita masukkan ke dalam persamaan (*), sekarang kita peroleh hubungan antara kecepatan awal peluru v_1 dan ketinggian vertikal ayunan h .

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \sqrt{2gh} \quad (20)$$

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

$$v_1 = \frac{(0,005 \text{ kg} + 1,00 \text{ kg})}{0,005 \text{ kg}} \sqrt{2(9,80 \text{ m/s}^2)(0,1 \text{ m})}$$

$$v_1 = \frac{1,005}{0,005} \sqrt{2(0,98)} = 201 \sqrt{1,96} = 201(1,4) = 281,4 \text{ m/s}$$

2. *Tumbukan tak lenting sama sekali antara sebuah benda dengan benda lain yang diam*
Sebuah mobil mengangkut kitab bermassa 2000 kg yang bergerak dengan kelajuan 25 m/s bertabrakan sentral dengan sebuah mobil mengangkut buku tulis bermassa 150 kg yang semula diam. Jika tumbukan tak lenting sama sekali, hitunglah:
 - a. Kelajuan kedua mobil setelah tumbukan

b. 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

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$$

$$v' = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} = \frac{2.000 \text{ kg}(25 \text{ m/s}) + 0}{2.000 \text{ kg} + 1.500 \text{ kg}}$$

$$v' = \frac{\frac{20(25)}{35}m}{s} = \frac{100 \text{ m}}{7 \text{ s}} = 14,3 \text{ m/s}$$

b. Rasio energi kinetik akhir terhadap energi kinetik awal dapat dihitung dengan persamaan (19).

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{\text{massa benda bergerak}}{\text{jumlah massa}}$$

$$\frac{Ek'}{Ek} = \frac{2000 \text{ kg}}{3500 \text{ kg}} = \frac{4}{7} = 0,57$$

D. Prinsip Kerja 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 melesat, udara di dalam balon keluar dalam arah yang berlawanan dengan balon. Momentum balon yang melesat mengimbangi momentum udara yang keluar dari balon dalam arah yang berlawanan tersebut. Untuk lebih jelas dan memahami lakukan kegiatan berikut ini.

Kegiatan 3

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 Δt , maka itu artinya pada benda tersebut bekerja suatu resultan gaya F . Ketika jepit jari pada mulut balon dilepaskan, udara dalam balo keluar dengan cepat melalui mulut balon. Perubahan massa udara dalam balon per satuan waktu $\left(\frac{\Delta mv}{\Delta t}\right)$ 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 4

1. sebuah meteor bermassa 2000 kg menumbuk bumi dengan kecepatan 120 m/s. jika massa bumi 6×10^{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

$$m_m v_m + 0 = (m_m + m_b) v'$$

$$v' = \frac{(2000)(120)}{(2000 + 6 \times 10^{24})}$$

$$v' = 4 \times 10^{-20} \text{ m/s}$$

Prinsip terdorongnya balon mainan sama dengan prinsip peluncuran roket (lihat gambar 15), 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 Δm keluar dari roket dengan kecepatan u relatif terhadap roket, maka massa roket berkurang sebesar Δm dan mendapat tambahan kecepatan sebesar Δv . Perlu diingat bahwa Δm adalah pengurangan massa sehingga merupakan besaran yang mempunyai nilai negatif, sedangkan kecepatan gas buang relatif terhadap bumi menjadi $v - u$.

Momentum awal:

$$P_{awal} = mv$$

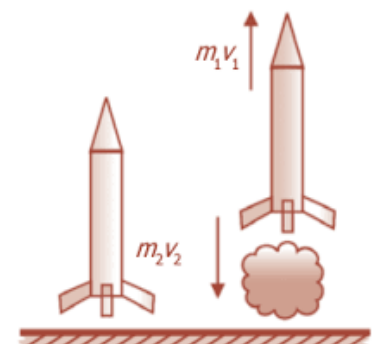
Momentum akhir:

$$P_{akhir} = (m + \Delta m)(v + \Delta v) + (-\Delta m)(v - u)$$

$$= mv + m\Delta v + u\Delta m + \Delta m\Delta v$$

Karena Δm dan Δv relatif kecil, maka hasil perkaliannya yaitu $\Delta m\Delta v$.

$p_{akhir} = mv + m\Delta v + u\Delta m$ Hukum kekekalan momentum:



Gambar 13. Prinsip hukum kekekalan momentum pada roket

$$p_{awal} = p_{akhir}$$

$$mv = mv + m\Delta v + u\Delta m$$

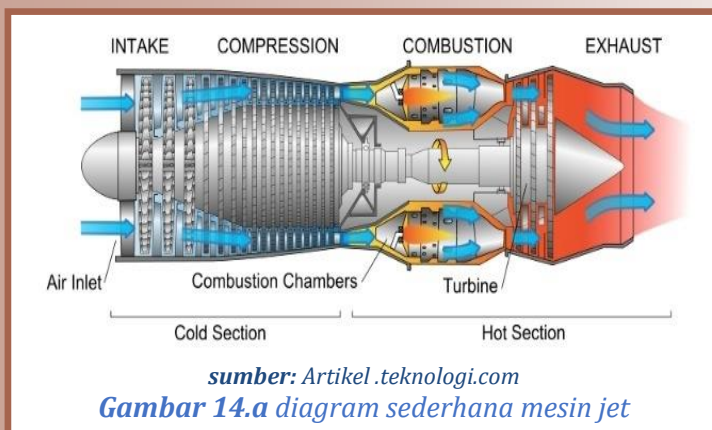
$$\Delta v = -u \frac{\Delta m}{m} \quad (21)$$

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 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.



Tugas Tambahan

Carilah sebuah video dan Artikel dari Internet tentang prinsip kerja Mesin Jet Waterpack !



Integrasi Sains dan Islam

Allah menantang bangsa jin dan Manusia untuk menembus penjuru-penjuru langit

Tantangan ini diriwayatkan oleh Allah dalam surat Arrahman ayat 33-34, yaitu:

يَا مَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْإِنسِ إِنِ اسْتَطَعْتُمْ أَنْ تَنْفُذُوا

مِنْ أَفْطَارِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ فَانْفُذُوا لَا

تَنْفُذُونَ إِلَّا بِسُلْطَانٍ ﴿٣٣﴾ فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا

تُكذَّبَانِ ﴿٣٤﴾



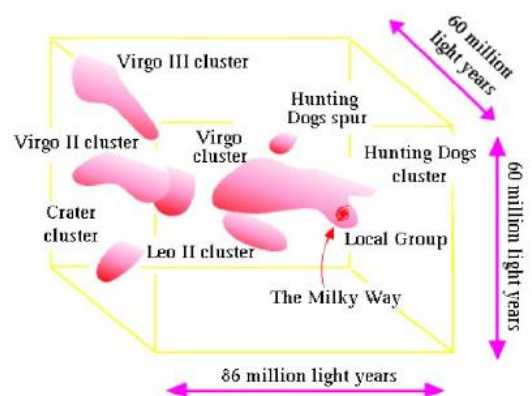
(Gambar 15. Ilustrasi Roket sedang meluncur ke Luar Angkasa)

“(33) Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan. (34) Maka nikmat Tuhanmu manakah yang kamu dustakan?”

Dalam menurut penafsiran M. Quraish Shihab dalam bukunya Tafsir Al-Mishbah Jilid 13, ayat tersebut adalah penegasan dari ayat sebelumnya yaitu ayat 31-32 yang mengancam manusia dan Jin bahwa Allah akan *berkonsentrasi* untuk melakukan perhitungan terhadap amal-amal mereka. Ayat diatas (ayat 33-34) menegaskan bahwa mereka tidak dapat menghindar dari pertanggung jawaban serta akibat-akibatnya. Allah menantang mereka dengan menyatakan. *Hai kelompok jin dan manusia yang durhaka, jika kamu sanggup menembus keluar menuju penjuru-penjuru langit dan bumi guna menghindar dari pertanggung jawaban atau siksa yang menimpa kamu itu, maka tembuslah keluar. Tatapi sekali-kali kamu tidak memiliki kekuatan! Maka nikmat Tuhan kamu berdua Manakah yang kamu dustakan?*

Thahir ibnu ‘Asyur juga menegaskan bahwa ayat di atas bukanlah merupakan ucapan yang diucapkan kepada mereka dalam kehidupan dunia ini. Maksudnya ia akan diucapkan kelak dihari kemudian sebagaimana dipahami dari konteks ayat-ayat sebelum dan sesudahnya. Penulis menambahkan bahwa memang sementara ulama terdahulu mengatakan itu diucapkan kepada mereka dalam kehidupan mereka dalam kehidupan dunia ini, tetapi maksudnya dalam arti perintah untuk menghindar dari maut kalau-kalau mereka mampu.

Ayat ini dijadikan oleh sementara orang sebagai bukti isyarat ilmiah al-quran tentang kemampuan manusia keluar angkasa. Pendapat ini menurut Quraish Syihab tidaklah tepat, karena walaupun saat ini dengan ilmu pengetahuan manusia telah dapat sampai ke bulan atau planet yang lain, maka itu bukan berarti bahwa manusia telah sanggup keluar menembus penjuru-penjuru angkasa langit dan bumi. Walau tanpa memperhatikan konteks ayat sebelum dan sesudah ayat di atas kita dapat menyatakan bahwa ayat ini tidak berbicara tentang kehidupan sebelum kiamat, karena yang ditekankan di sini adalah ketidakmampuan menembus penjuru-penjuru langit serta bumi, dan hingga kini belum lagi bahkan tidak ada yang berhasil melakukannya. Tim penulis Tafsir al-Muntakhab berkomentar bahwa : “sampai saat ini terbukti betapa besarnya upaya tenaga yang dibutuhkan untuk dapat menembus lingkup gravitasi bumi. Kesuksesan eksperimen perjalanan luar angkasa selama ini masih merupakan waktu yang sangat sedikit dan terbatas jika dibandingkan dengan besarnya alam raya. Itu saja memerlukan upaya yang luar biasa di bidang sains dengan segala cabangnya: Teknik, matematika, fisika geologi, dan sebagainya. Hal ini membuktikan dengan



(Gambar 16. Ilustrasi posisi local Grup di Cluster)

jelas bahwa upaya menembus langit dan bumi yang berjarak jutaan tahun cahaya itu mustahil dapat dilakukan oleh jin dan manusia.

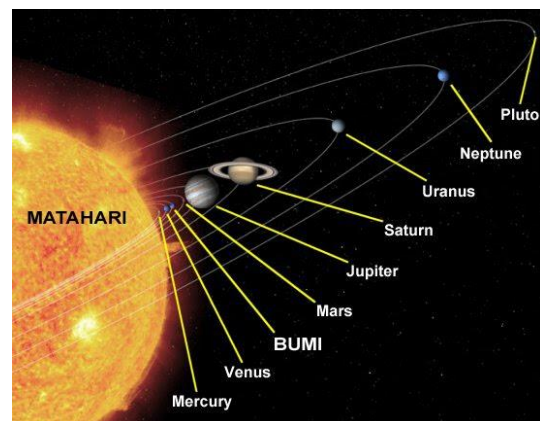
Perlu diketahui juga di dalam konstruksi alam semesta ini terdapat benda-benda angkasa, galaksi-galaksi serta bintang-bintang yang sepanjang pengetahuan manusia sampai sekarang ini jumlahnya mencapai lebih dari 120 miliar. Masing-masing benda angkasa ini memiliki miliaran bintang dan angkasa lainnya. Dimanakah letak bumi di Alam semesta?. Di bagian alam semesta yang lebih besar bumi terletak di Virgo Supercluster. Virgo Supercluster adalah sekelompok galaksi yang diikat Bersama oleh gravitasi. Dalam Supercluster ini, Bumi kita berada dalam kelompok galaksi yang lebih kecil, disebut Local Grup. Planet kita terletak dalam galaksi terbesar kedua di local Group (sebuah galaksi yang disebut Bima sakti.. Galaksi Milky Way (Bima sakti) yaitu galaksi yang ditempati oleh Tata surya Matahari. Galaksi ini memiliki luas kira-kira 100 ribu tahun cahaya (satu tahun cahaya- 9,46 triliun KM), atau $100.000 \times 9,46$

Triliun KM= 236.500 triliun KM. Berdasarkan “perhitungan jarak” dari bumi ke pusat galaksi ini saja praktis kita langsung sadar bahwa ada luar biasa banyaknya galaksi-galaksi di atas sana yang mustahil dapat kita jangkau dengan menggunakan perangkat apapun yang mungkin dapat diciptakan oleh manusia post-modern sampai saat ini, dengan demikian karena ukuran bumi ini luar biasa kecil dibandingkan dengan ukuran alam semesta ini tetap menjadi rahasia bagi manusia. Hanya Allah Swt sajalah yang paling mengetahui kenapa hal ini dirahasiakan-Nya.

Di sisi lain, kalau seandainya yang dimaksud ayat ini adalah sekadar keluar beberapa jauh menembus angkasa, maka hal itu sebenarnya telah berhasil dilakukan oleh bangsa jin. Bukankah al-Quran merekam pernyataan jin dalam QS. Al-quran- al-Jinn[72] : 9 yang menyatakan bahwa:



(Gambar 17. Posisi Tata Surya Matahari di Galaksi Bima Sakti)



(Gambar 18. Posisi Bumi Di Tata surya Matahari)

وَأَنَّا كُنَّا نَقْعُدُ مِنْهَا مَقْعِدًا لِلسَّمْعِ فَمَنْ يَسْتَمِعِ الْآنَ يَجِدْ لَهُ شِهَابًا رَصَدًا ﴿٩﴾

“Sesungguhnya kami dahulu dapat menduduki beberapa tempat di langit itu untuk mendengar-dengarkan (berita-beritanya). Tetapi sekarang barang siapa yang (mencoba)mendengar-dengarkan (seperti itu) tentu akan menjumpai panah api yang mengintai (untuk membakarnya).

Perlu diingat bahwa sampai saat ini manusia yang mampu menembus di langit adalah Nabi Idris dan Nabi Muhammad ditemani oleh malaikat Jibril dengan mengendarai buroq saat Mi'roj, tentunya semua itu atas izin Allah.

Soal Latihan B

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 siawa madrasah khususnya 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. sebuah benda dilepaskan dari ketinggian 8 m di atas lantai. Karena dipantulkan oleh lantai, benda naik lagi setinggi 2 m. berapakah koefisien restitusinya ?...

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 Δt 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 diantariksa ?

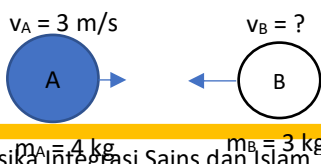
Evaluasi

Kerjakan dengan membaca "basmalah" terlebih dahulu!

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

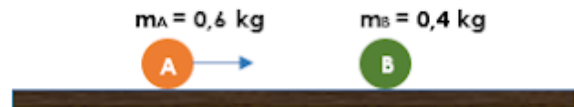
I. Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, D atau E untuk jawaban yang benar!

1. Seorang pemain sirkus bermassa 60 kg jatuh bebas dari ketinggian 2 m dengan selamat, berapakah Impuls yang dialami pemain sirkus tersebut?... (Percepatan gravitasi $= -10 \text{ m/s}^2$)
 - A. -539 kg m/s
 - B. -378 kg m/s
 - C. 378 kg m/s
 - D. 539 kg m/s
 - E. 510 kg m/s
2. Hikmah yang dapat kita petik dari Al-Haqqah ayat 14 adalah, kecuali:
 - A. Menambah keimanan kita tentang dahsyatnya hari akhir
 - B. Menambah keimanan kita tentang kekuatan Allah, bahwa manusia adalah makhluk lemah dan tidak ada yang dapat disombongkan
 - C. Memperbanyak amalan sholih dan sholawat agar terhindar dari hari akhir
 - D. Tawadhu' terhadap guru
 - E. Menambah ilmu kita tentang agama
3. Pada soal nomor 2, berapakah besar gaya F yang bekerja pada benda jika kayu menyentuh bola pingpong selama 0,02 sekon?....
 - A. 0,48 N
 - B. 12 N
 - C. 120 N
 - D. 134 N
 - E. 140 N
4. Perhatikan gambar dibawah ini!



Setelah terjadi tumbukan, keduanya berbalik arah dengan kecepatan $v_A' = -2 \text{ m/s}$ dan $v_B' = 4 \text{ m/s}$?. maka kecepatan benda B sebelum tumbukan adalah....

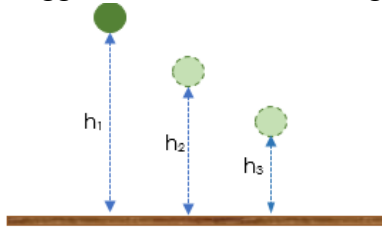
- A. $v_B = -4 \text{ m/s}$
 - B. $v_B = -2 \text{ m/s}$
 - C. $v_B = 2 \text{ m/s}$
 - D. $v_B = 3 \text{ m/s}$
 - E. $v_B = 4 \text{ m/s}$
5. Perhatikan gambar berikut!



Bola A bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 2 m/s menumbuk bola B yang sedang diam, jika setelah tumbukan bola A dan B menyatu, kecepatan kedua bola setelah tumbukan adalah....

- A. 0,2 m/s
 - B. 1,0 m/s
 - C. 1,2 m/s
 - D. 1,4 m/s
 - E. 2,0 m/s
6. Sebuah bola jatuh dari ketinggian 1 m. Jika bola memantul kembali dengan

ketinggian 0,8 meter, maka tinggi



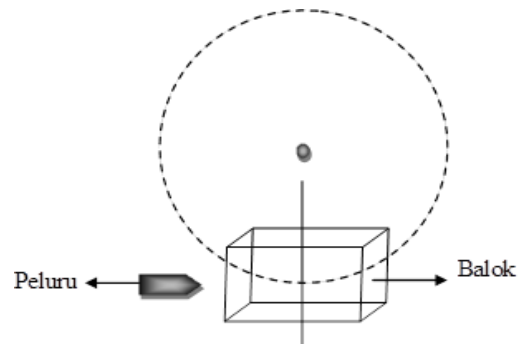
pantulan berikutnya adalah...

- A. 0,2 m
 - B. 0,3 m
 - C. 0,6 m
 - D. 0,64 m
 - E. 0,7 m
7. Bola bekel bermassa 200 gr dijatuhkan dari ketinggian 5 m tanpa kecepatan awal setelah menumbuk lantai bola bekel memantul kembali dengan kecepatan 2 m/s. besar impuls pada bola saat mengenai lantai adalah...
- A. 2,0 kg m/s
 - B. 2,6 m/s
 - C. 3 m/s
 - D. 4 m/s
 - E. 5 m/s
8. Pada tumbukan tak lenting sama sekali berlaku hukum kekekalan
- A. momentum
 - B. energi kinetik
 - C. kecepatan
 - D. hukum kekekalan massa dan energi kinetic
 - E. momentum dan energi kinetic
9. Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 20 kg m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,2 s, besarnya gaya rata-rata yang diberikan kepada bola adalah....
- A. 100 N
 - B. 120 N
 - C. 250 N
 - D. 260 N
 - E. 270 N
10. Sebuah bola kasti bermassa 200 gr dilemparkan ke arah kanan, dengan

kelajuan 10 m/s. sesaat setelah dipukul, bola berbalik arah dengan kelajuan 20 m/s. berapakah impuls yang diberikan pemukul pada bola?

- A. -6 kg m/s
 - B. -4 kg m/s
 - C. 2 kg m/s
 - D. 4 kg m/s
 - E. 6 kg m/s
11. Momentum terbesar dimiliki oleh....
- A. benda bermassa 90 kg dengan kecepatan 36 Km/jam
 - B. benda bermassa 15 kg dengan kecepatan 15 km/jam
 - C. benda bermassa 30 kg dengan kecepatan 90 km/jam
 - D. benda bermassa 40 kg dengan kecepatan 20 km/jam
 - E. benda bermassa 50 kg dengan kecepatan 72 km/jam

12. Perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah ayunan balistik menggunakan balok kayu bermassa 2,99 kg yang digantung dengan tali. Sebuah peluru bermassa 10 g di tembak horizontal hingga tertahan di dalam balok dan balok berayun setinggi 0,1 m dari kedudukan setimbangnya ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$),

berapakah kecepatan peluru sebelum tumbukan? ...

- A. 100 m/s
- B. 150 m/s
- C. 300 m/s

- D. 420 m
E. 500 m/s²
13. Dimensi momentum dan impuls adalah....
A. MLT^{-1}
B. $ML^{-1}T$
C. MLT^{-2}
D. MLT
E. $M^{-1}LT$
14. Sebutir peluru bermassa 150 g ditembakkan pada sebuah balok yang dalam keadaan diam dan bermassa 3,8 kg. jika kecepatan awal peluru adalah 200 m/s, berapakah kecepatan balok setelah peluru itu bersarang di dalamnya?....
A. 7,50 m/s
B. 7,59 m/s
C. 8,20 m/s
D. 9,00 m/s
E. 9,23 m/s
15. Impuls yang diberikan sebuah pemukul softball sebesar 25 kg.m/s. jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,1 s, besarnya gaya yang diberikan kepada bola adalah....
A. 100 N
B. 120 N
C. 250 N
D. 260 N
E. 270 N
16. Sebuah benda dilepaskan dari ketinggian 8 m di atas lantai. Karena dipantulkan oleh lantai, benda naik lagi setinggi 2 m. koefisien restitusinya adalah....
A. $\sqrt{0,15}$
B. $\sqrt{0,25}$
C. $\sqrt{0,30}$
D. $\sqrt{0,35}$
E. $\sqrt{0,45}$
17. Kang afif ingin menyelamatkan seorang korban banjir yang hampir tenggelam mula-mula kang afif naik sebuah rakit. Massa kang afif adalah 50 kg dan massa rakit adalah 100 kg. mula mula keadaan rakit adalah diam, kemudian dengan membaca بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ kang afif meloncat dengan kecepatan 1,5 m/s, sehingga rakit bergerak berlawanan dengan arah loncatannya, kecepatan rakit saat kang afif meloncat ke dalam air adalah
A. -0,85 m/s
B. -0,75 m/s
C. -1 m/s
D. 1 m/s
E. 0,75 m/s
18. Sebuah bola basket massanya 0,6 kg jatuh dari ketinggian 6 m. Waktu bola menumbuk tanah adalah 0,02 s sampai akhirnya bola berbalik dengan kecepatan 1/3 kali kecepatan ketika bola menumbuk tanah. Hitunglah perubahan momentum bola pada saat menumbuk tanah ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
A. 8,64 kg m/s
B. 10 kg m/s
C. 23 kg m/s
D. 35 kg m/s
E. 42,42 kg m/s
19. Menurut hukum kekekalan momentum dan aksi reaksi, sebuah roket dapat meluncur dikarenakan oleh....
A. Semburan gas panas pada ekor roket
B. Pantulan oleh pegas
C. gaya dorong mesin jet
D. katrol
E. turbin
20. Sebuah mobil yang massanya 2 ton melaju dengan kecepatan 20 Km/jam. berapakah

momentum yang dihasilkan? (dalam satuan kg m/s)

- A. 4.000 kg m/s
- B. 5.000 kg m/s
- C. 6.200 kg m/s
- D. 10.023 kg m/s
- E. 11.120 kg m/s

21. Berapakah waktu yang dibutuhkan untuk menghentikan sepeda motor yang bermassa 120 kg dengan kecepatan 20 m/s jika gaya maksimal yang bisa dihasilkan oleh rem untuk menghentikannya 120 N?....

- A. 15 s
- B. 20 s
- C. 25 s
- D. 27 s
- E. 30 s

22. Berapakah koefisien restitusi tumbukan lenting sempurna, lenting sebagian, dan tak lenting sama sekali secara berturut-turut?....

- A. $0 \leq e \leq 1$, $e = 1$, $e = 0$
- B. $e = 0$, $0 \leq e \leq 1$, $e = 1$
- C. $e = 1$, $0 \leq e \leq 1$, $e = 0$
- D. $e = -1$, $e = 0$, $e = 1$
- E. $e = 1$, $e = 0$, $e = -1$

23. Sebuah bola dilepaskan dari ketinggian 8 m. setelah menumbuk lantai, bola memantul dan mencapai ketinggian 5 m. berapakah koefisien restitusi pantulan ?

- A. 0,52
- B. 0,79
- C. 0,80
- D. 0,85
- E. 0,89

24. Mesin roket dan mesin jet memanfaatkan prinsip hukum kekekalan momentum, namun jauh sebelum mesin itu diciptakan, Allah telah menciptakan hewan yang juga memanfaatkan hukum kekekalan momentum untuk bergerak cepat, hewan apakah itu?

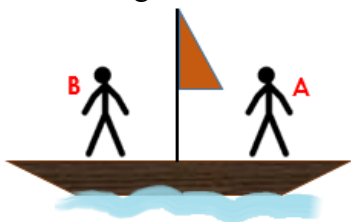
- A. Salamender
- B. Ikan paus
- C. Gurita
- D. Lumba-lumba
- E. Bulu babi

25. Prinsip kerja mesin jet serupa dengan roket yakni menggunakan prinsip kekekalan momentum. Perbedaan dari keduanya yang menyebabkan mesin jet tidak dapat bekerja di luar atmosfer adalah....

- A. daya tampung bahan bakar mesin jet lebih sedikit daripada roket
- B. bahan pembakar oksigen dalam roket terdapat dalam tangka roket, sedangkan mesin jet oksigen diambil dari udara di sekitarnya
- C. body mesin jet (pesawat terbang) tidak kuat menembus atmosfer
- D. tenaga mesin jet lebih kecil dibandingkan dengan roket
- E. jawaban B dan C benar

II. Jawablah Pertanyaan – pertanyaan berikut dengan jelas dan benar!

1. Perhatikan gambar berikut!



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, kelajuan perahu saat anak B meloncat ke belakang dengan kelajuan 1,5 m/s adalah....

2. Kenapakah Truk besar membutuhkan waktu lebih lama saat mengerem hingga berhenti jika dibandingkan dengan waktu pengereman sepeda motor?....
3. Seorang guru berpesan agar semua siswanya selalu berdoa sebelum berkendara dan selalu berhati hati, khususnya pada saat melintasi rel kereta api, pengguna jalan harus tengok kanan dan kiri, menunggu kereta api selesai melintasi jalan (jika ada kereta api mau melintas). Kenapakah bertabrakan dengan kereta api sangatlah berbahaya?
4. Bagaimanakah Tafsir surat Ar-rahman ayat ke 33-34 menurut pandangan M. Quraisy Syihab?
5. Tulislah surat al-Haqqah ayat 14 beserta artinya, dan hikmah yang dapat kamu ambil dari surat tersebut!

DAFTAR PUSTAKA

- Arsini, dkk . 2015. Petunjuk Praktikum Fisika Dasar 1. Semarang : Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
- Giancoli, Douglas C 2001. *Fisika*. Jakarta: Erlangga
- Kanginan, Martin. 2000. *Fisika 2000 jilid 1B untuk SMU kelas 1*. Jakarta: Erlangga
- Maria, Siti. 2015. *Jawara Ujian Fisika Kelas 10,11,12*. Jakarta: PT. Tangga Pustaka
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir Al Misbah: pesan, kesan, dan keserasian Al-Qur'an/M.Quraish Shihab vol 13*. Jakarta: Lentera hati
- Sunardi dan Esta Indra Irawan. 2002. *Fisika Bilingual untuk SMA/MA kelas XI*. Bandung: Penerbit Yrama Widya
- Sumarno, Joko. 2009. *Fisika untuk SMA/MA kelas XI*. Jakarta: Pusat perbukuan.
- Supiyanto. 2006. *Fisika SMA Jilid 2 untuk kelas XI*, Jakarta: Phibeta Aneka Gama,
- Tim Redaksi. 2013. *Ensiklopedia Ilmu Pengetahuan Alam Fisika*. Semarang: CV Aneka Ilmu.
- Widianto, Eko. 2011. *Terpadu Fisika SMA/MA Jilid 2A untuk kelas XI Semester 1*, Jakarta: Erlangga

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Muhammad Dzaki Fuad Salim Putra
Tempat, tgl Lahir : Demak, 19 Agustus 1998
Alamat Rumah : Ds. Tamansari RT 01 RW III, Kec
Mranggen, Kab Demak
No Wa : 085799464774
E-mail : dzakifuad97@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

Pendidikan Formal :

1. MI : Miftahul Huda Tamansari
2. MTs : Asy'ariyah Tegalarum
3. MA : Al-Hadi Giri Kusuma

C. Organisasi yang pernah diikuti :

1. OSIM MA AL-Hadi
2. PAC IPNU Mranggen
3. Pembina Asrma SMP-SMA Semesta BBS

Semarang, 21 November 2019

Muhammad Dzaki Fuad Salim P.

NIM : 1503066055