



**IMPLEMENTASI MEDIA SIMULASI *CROCODILE PHYSICS*
TERHADAP KETERAMPILAN KERJA ILMIAH
SISWA SMA PADA POKOK BAHASAN
MOMENTUM DAN TUMBUKAN**

SKRIPSI

oleh
Moch. Wildan Kamali
NIM. 140210102066

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**IMPLEMENTASI MEDIA SIMULASI *CROCODILE PHYSICS*
TERHADAP KETERAMPILAN KERJA ILMIAH
SISWA SMA PADA POKOK BAHASAN
MOMENTUM DAN TUMBUKAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S1 Pendidikan Fisika dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

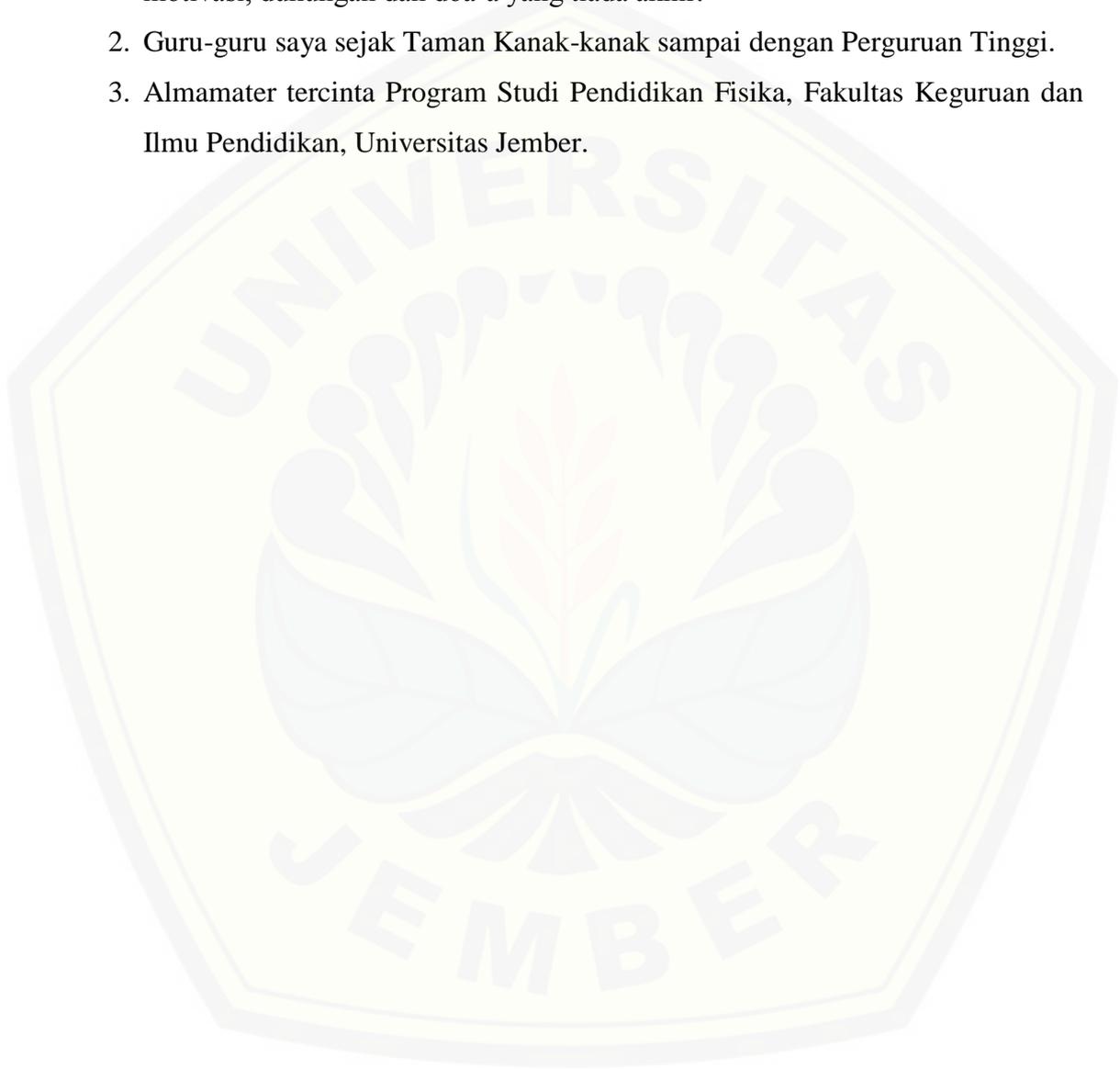
oleh
Moch. Wildan Kamali
NIM. 140210102066

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Abi Sukimin dan Ibu Nur Indanah yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, dukungan dan doa'a yang tiada akhir.
2. Guru-guru saya sejak Taman Kanak-kanak sampai dengan Perguruan Tinggi.
3. Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.



MOTTO

وَالَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ لَنُدْخِلَنَّهُمْ فِي الصَّالِحِينَ

“Dan orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan, mereka pasti akan kami masukkan ke dalam (golongan) orang yang saleh”

(Q.S Al-Ankabut; 9)*)



*)Departemen Agama Republik Indonesia. 2007. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: PT Sigma Examedia Arkanleema.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moch. Wildan Kamali

NIM : 140210102066

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan” adalah benar-benar karya saya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Juli 2020

Yang menyatakan,

Moch. Wildan Kamali

NIM. 140210102066

SKRIPSI

**Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics*
Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah
Siswa SMA Pada Pokok Bahasan
Momentum Dan Tumbukan**

oleh

Moch. Wildan Kamali

NIM. 140210102066

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Drs. Sri Handono Budi P, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Subiki, M.Kes.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan” karya Moch. Wildan Kamali telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Jum’at, 17 Juli 2020

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Tim Penguji:

Ketua,

Dr. Drs. Sri Handono Budi P, M.Si.
NIP. 19580318 198503 1 004

Anggota II,

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si.
NIP. 19641230 199302 1 001

Anggota I,

Drs. Subiki, M.Kes.
NIP. 19630725 199402 1 001

Anggota III,

Drs. Maryani, M.Pd.
NIP. 19640707 198902 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan; Moch. Wildan Kamali; (217) halaman; Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembelajaran fisika dalam kurikulum 2013 memiliki tujuan menguasai konsep, prinsip serta memiliki keterampilan dalam melakukan metode ilmiah. Metode ilmiah dalam pembelajaran fisika diarahkan kepada kemampuan prosedural berupa keterampilan kerja ilmiah. Keterampilan kerja ilmiah perlu diajarkan serta dikembangkan kepada siswa untuk mengarahkan mereka agar memiliki kemampuan seperti para ahli dalam menyelesaikan segala permasalahan sehari-hari dengan langkah-langkah mengamati suatu kejadian, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, menerapkan konsep, merumuskan variabel, mendefinisikan operasional variabel, menyajikan data, menganalisis data dan menarik kesimpulan. Untuk menumbuhkan keterampilan kerja ilmiah tersebut, maka pembelajaran yang dilakukan berupa kegiatan praktikum. Pada dasarnya praktikum fisika dilakukan di laboratorium sekolah, akan tetapi seiring dengan perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan saat ini, telah dikembangkan *software* berupa media simulasi *crocodile physics* yang bisa menjadi rekomendasi serta alternatif sekolah dan guru fisika dalam melaksanakan pembelajaran praktikum berupa pengajaran, pengembangan dan penilaian kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa.

Penelitian ini memiliki dua tujuan. Tujuan yang pertama dari penelitian ini adalah mendeskripsikan tingkat kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics*. Tujuan kedua dari penelitian ini yaitu mengetahui adanya peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dari praktikum 1 ke praktikum 2. Tempat penelitian dan sampel penelitian ditentukan dengan teknik *purposive sampling area*. Subjek penelitian menggunakan salah satu kelas X MIPA di SMAN Jenggawah berdasarkan rata-rata praktikum yang terbaik pada materi sebelumnya. Penelitian ini dilaksanakan pada

semester genap tahun pelajaran 2018/2019 mulai tanggal 16, 17, 23 dan 24 April 2019. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan penilaian lembar kerja praktikum dan penilaian lembar observasi selama kegiatan praktikum berlangsung.

Hasil penelitian yang diperoleh, pertama kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* menunjukkan bahwa siswa sudah sangat terampil dalam merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengkomunikasikan data serta memiliki kemampuan terampil dalam menerapkan konsep, merumuskan variabel dan mendefinisikan operasional variabel. Sedangkan pada indikator menganalisis data dan membuat kesimpulan memiliki kemampuan cukup terampil. Kedua, Terdapat peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dari praktikum 1 ke praktikum 2 saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* pada seluruh indikator. Hal ini dapat diketahui dari hasil analisis grafik *trendline* pada *microsoft excel* berupa besar nilai gradien atau kemiringan garis antar kedua grafik. Untuk indikator menganalisis data baik pada penilaian lembar kerja praktikum dan lembar observasi berdasarkan gradien garis antar kedua grafik terjadi peningkatan kemampuan yang relatif kecil.

Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa implementasi media simulasi *crocodile physics* dapat mendeskripsikan tingkat kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dan implementasi media simulasi *crocodile physics* dapat meningkatkan kemampuan keterampilan kerja ilmiah dari praktikum 1 ke praktikum 2.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

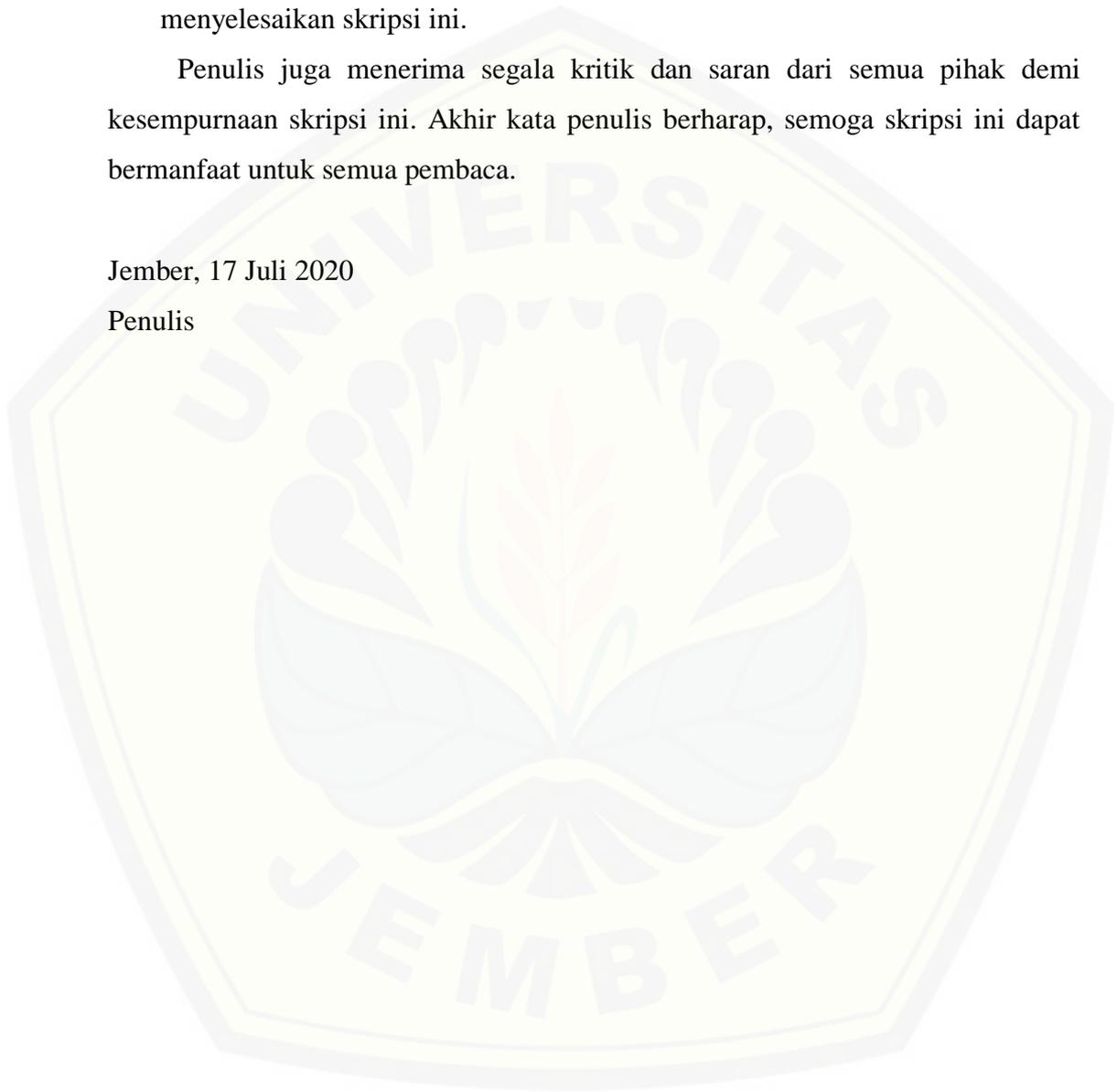
1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik dan dosen penguji utama yang telah membimbing serta mengarahkan saya selama mengikuti perkuliahan serta memberikan saran, kritik dan masukan yang membangun selama penyusunan skripsi ini;
5. Dr. Drs. Sri Handono Budi P, M.Si., selaku dosen pembimbing utama yang telah memfasilitasi dan meluangkan waktu, pikiran serta perhatian dalam membimbing demi kesempurnaan skripsi ini;
6. Drs. Subiki, M.Kes., selaku dosen pembimbing anggota yang telah memfasilitasi dan meluangkan waktu, pikiran serta perhatian dalam membimbing demi kesempurnaan skripsi ini;
7. Drs. Maryani, M.Pd., selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan saran, kritik dan masukan yang membangun selama penyusunan skripsi ini;
8. Ngatminah, S.Pd., M.Pd., selaku kepala SMAN Jenggawah yang telah memberikan izin mengadakan penelitian;

9. Sri Utaminingsih, S.Si., selaku guru mata pelajaran fisika SMAN Jenggawah yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian;
10. Ferdy, Iqbal, Isa, Ishaq, Shodiqoh dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk semua pembaca.

Jember, 17 Juli 2020

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Hakikat Pembelajaran Fisika	7
2.1.1 Pengertian Pembelajaran.....	7
2.1.2 Pembelajaran Fisika	7
2.2 Keterampilan Kerja Ilmiah	10
2.2.1 Keterampilan.....	10
2.2.2 Kerja Ilmiah	10
2.2.3 Indikator Keterampilan Kerja Ilmiah.....	11
2.2.4 Praktik Keterampilan Kerja Ilmiah Pada Siswa.....	12
2.3 Pembelajaran Fisika Berbasis Media Simulasi	13
2.3.1 Pengertian Media	13
2.3.2 Pengertian Simulasi	14

2.3.3 Media Simulasi untuk Pembelajaran Fisika di Sekolah.....	14
2.4 Media Simulasi <i>Crocodile Physics</i>.....	15
2.4.1 Pengertian <i>Crocodile Physics</i>	15
2.4.2 Petunjuk Penggunaan <i>Crocodile Physics</i>	15
2.4.3 Keakuratan Isi <i>Crocodile Physics</i>	16
2.5 Momentum dan Tumbukan	17
2.5.1 Momentum dan Hubungannya dengan Gaya.....	17
2.5.2 Hukum Kekekalan Momentum.....	18
2.5.3 Kekekalan Energi Kinetik dan Momentum pada Tumbukan....	21
2.5.4 Tumbukan Lenting Sempurna.....	21
2.5.5 Tumbukan Lenting Sebagian	23
2.5.6 Tumbukan Tidak Lenting	23
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	24
3.3.1 Populasi Penelitian.....	24
3.3.2 Sampel Penelitian.....	24
3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	25
3.4.1 Variabel Penelitian.....	25
3.4.2 Definisi Operasional Variabel.....	25
3.5 Prosedur Penelitian.....	26
3.6 Teknik Pengumpulan Data	28
3.6.1 Data Keterampilan Kerja Ilmiah	28
3.6.2 Pengumpulan Data Pendukung	29
3.7 Teknik Analisis Data.....	30
3.7.1 Analisis Data Hasil Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa.....	31
3.7.2 Analisis Data Peningkatan Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa... 34	
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Hasil.....	35
4.1.1 Hasil Penilaian Praktikum 1.....	35

4.1.2 Hasil Penilaian Praktikum 2.....	36
4.1.3 Interpretasi Sebaran Jumlah Data Siswa Setiap Indikator	37
4.1.4 Hasil Analisis Adanya Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja Praktikum	48
4.1.5 Hasil Analisis Adanya Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Obsrvasi Praktikum.....	49
4.2 Pembahasan.....	50
BAB 5. PENUTUP	118
5.1 Kesimpulan.....	118
5.2 Saran	118
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN.....	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan Menu pada Program *Crocodile Physics*15

Gambar 2.2 *Definition of Momentum* pada *Crocodile Physics*.....16

Gambar 2.3 *Conservation of Momentum* pada *Crocodile Physics*16

Gambar 2.4 Momentum Kekal pada Tumbukan Dua Bola19

Gambar 2.5 Gaya-gaya yang Bekerja pada Bola Sebelum Tumbukan19

Gambar 2.6 Dua Partikel dengan Massa m_1 dan m_2 22

Gambar 2.7 Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali23

Gambar 3.1 Alur Rancangan Penelitian.....27

Gambar 3.2 Analisis Grafik *Treniline* pada *Ms. Excel* Untuk Mengetahui
 Nilai Gradien Berdasarkan Persamaan $y = mx + c$34

Gambar 4.1 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja
 Praktikum Indikator 1 Merumuskan Masalah38

Gambar 4.2 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi
 Praktikum Indikator 1 Merumuskan Masalah39

Gambar 4.3 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja
 Praktikum Indikator 2 Menerapkan Konsep39

Gambar 4.4 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi
 Praktikum Indikator 2 Menerapkan Konsep40

Gambar 4.5 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja
 Praktikum Indikator 3 Merumuskan Hipotesis41

Gambar 4.6 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi
 Praktikum Indikator 3 Merumuskan Hipotesis41

Gambar 4.7 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja
 Praktikum Indikator 4 Merumuskan Variabel.....42

Gambar 4.8 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi
 Praktikum Indikator 4 Merumuskan Variabel.....43

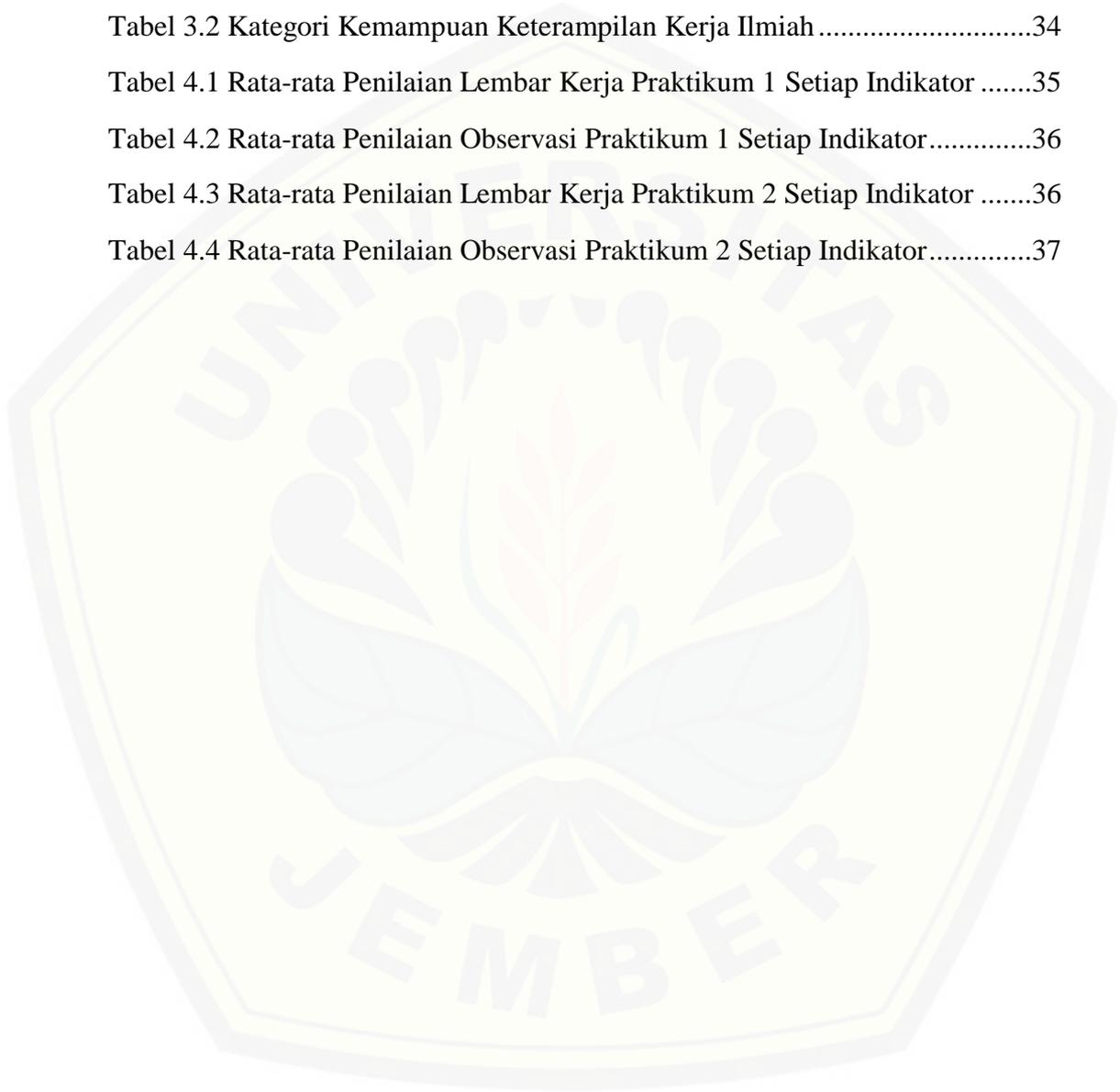
Gambar 4.9 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja
 Praktikum Indikator 5 Definisi Operasional Variabel.....43

Gambar 4.10 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi	
Praktikum Indikator 5 Definisi Operasional Variabel	44
Gambar 4.11 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator 6 Mengkomunikasikan Data	45
Gambar 4.12 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi	
Praktikum Indikator 6 Mengkomunikasikan Data.....	45
Gambar 4.13 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator 7 Menganalisis Data.....	46
Gambar 4.14 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi	
Praktikum Indikator 7 Menganalisis Data	47
Gambar 4.15 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator 8 Membuat Kesimpulan.....	47
Gambar 4.16 Interpretasi Sebaran Siswa Pada Penilaian Observasi	
Praktikum Indikator 8 Membuat Kesimpulan	48
Gambar 4.17 Interpretasi Grafik Peningkatan Kemampuan Keterampilan	
Kerja Ilmiah Pada Lembar Kerja Praktikum	49
Gambar 4.18 Interpretasi Grafik Peningkatan Kemampuan Keterampilan	
Kerja Ilmiah Pada Lembar Observasi Praktikum	50
Gambar 4.19 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator Merumuskan Masalah	101
Gambar 4.20 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator Menerapkan Konsep.....	102
Gambar 4.21 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator Merumuskan Hipotesis	103
Gambar 4.22 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator Merumuskan Variabel	104
Gambar 4.23 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator Mendefinisikan Operasional Variabel.....	105
Gambar 4.24 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja	
Praktikum Indikator Mengkomunikasikan Data.....	106

Gambar 4.25 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja Praktikum Indikator Menganalisis Data	107
Gambar 4.26 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Kerja Praktikum Indikator Membuat Kesimpulan	108
Gambar 4.27 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Merumuskan Masalah	109
Gambar 4.28 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Menerapkan Konsep.....	110
Gambar 4.29 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Merumuskan Hipotesis.....	111
Gambar 4.30 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Merumuskan Variabel.....	112
Gambar 4.31 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Mendefinisikan Operasional Variabel.....	113
Gambar 4.32 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Mengkomunikasikan Data.....	114
Gambar 4.33 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Menganalisis Data.....	115
Gambar 4.34 Grafik Peningkatan Kemampuan Pada Penilaian Lembar Observasi Indikator Membuat Kesimpulan	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Serta Uraian Keterampilan Kerja Ilmiah	12
Tabel 3.1 Rubrik Penilaian Keterampilan Kerja Ilmiah Tiap Indikator	30
Tabel 3.2 Kategori Kemampuan Keterampilan Kerja Ilmiah	34
Tabel 4.1 Rata-rata Penilaian Lembar Kerja Praktikum 1 Setiap Indikator	35
Tabel 4.2 Rata-rata Penilaian Observasi Praktikum 1 Setiap Indikator.....	36
Tabel 4.3 Rata-rata Penilaian Lembar Kerja Praktikum 2 Setiap Indikator	36
Tabel 4.4 Rata-rata Penilaian Observasi Praktikum 2 Setiap Indikator.....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Matriks Penelitian.....	124
Lampiran B.1 Instrumen Lembar Kerja Praktikum 1	127
Lampiran B.2 Instrumen Lembar Kerja Praktikum 2	142
Lampiran B.3 Instrumen Lembar Observasi Praktikum 1	161
Lampiran B.4 Instrumen Lembar Observasi Praktikum 2	162
Lampiran C.1 Kunci Jawaban Lembar Kerja Praktikum 1	163
Lampiran C.2 Kunci Jawaban Lembar Kerja Praktikum 2	168
Lampiran D.1 Hasil Penskoran Lembar Kerja Praktikum 1	178
Lampiran D.2 Hasil Penskoran Lembar Kerja Praktikum 2	180
Lampiran E.1 Hasil Penskoran Lembar Observasi Praktikum 1.....	182
Lampiran E.2 Hasil Penskoran Lembar Observasi Praktikum 2.....	184
Lampiran F Dokumentasi Nilai.....	186
Lampiran G Dokumentasi Kegiatan Praktikum.....	215
Lampiran H Surat Izin Penelitian.....	216
Lampiran I Surat Selesai Penelitian	217

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran fisika pada kurikulum 2013 memiliki tujuan yaitu siswa dapat menguasai konsep dan prinsip serta memiliki keterampilan dalam mengembangkan pengetahuan. Berdasarkan tujuan tersebut maka proses pembelajaran fisika ditingkat SMA harus melatih siswa agar menguasai pengetahuan, konsep dan prinsip fisika yaitu dengan tidak hanya menekankan pembelajaran pada kemampuan siswa untuk menguasai konsep saja, akan tetapi siswa juga harus terampil dalam melakukan metode ilmiah. Hal ini dikarenakan fisika merupakan bagian dari disiplin Ilmu Pengetahuan Alam yang lahir dan berkembang melalui langkah-langkah mengamati suatu kejadian, merumuskan masalah, membuat hipotesis, menguji hipotesis dengan percobaan dan menarik kesimpulan untuk menemukan teori dan konsep (Trianto, 2014:137). Hal tersebut sesuai dengan isi Peraturan Menteri Pendidikan No. 22 Tahun 2006 yang menjelaskan bahwa tujuan utama dalam pembelajaran fisika di sekolah yaitu siswa memiliki kemampuan yang unggul dalam melakukan metode ilmiah untuk menyelesaikan suatu permasalahan, menguasai teori dan konsep fisika serta mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Pembelajaran fisika sehari-hari di sekolah diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar kepada siswa untuk memiliki kemampuan prosedural berupa keterampilan kerja ilmiah dalam menyelesaikan masalah di lingkungan sekitarnya. Keterampilan kerja ilmiah yang dimaksudkan yaitu dalam pembelajarannya siswa melakukan kegiatan seperti para ilmuwan yang memulai suatu pembelajaran dengan langkah-langkah mengamati suatu kejadian, merumuskan masalah, membuat hipotesis, merancang eksperimen, mengkomunikasikan data hasil eksperimen, menganalisis data dan membuat kesimpulan (Flik dan Lederman, 2006). Keterampilan kerja ilmiah bersifat penting untuk diajarkan dan dikembangkan kepada siswa, karena hal tersebut dapat digunakan untuk menemukan kesulitan-kesulitan dalam belajar serta menyelesaikan permasalahan yang ada dengan cara belajar mereka sendiri (NSTA

dan AETS, 1998). Terdapat tiga hal yang berkembang dalam keterampilan kerja ilmiah ketika diterapkan dalam setiap pembelajaran yaitu keterampilan proses, produk dan nilai. Penerapan keterampilan kerja ilmiah dalam menyelesaikan permasalahan sehari-hari diharapkan siswa dapat memiliki sifat *science disposition* sebagai efek iringannya, berupa rasa ingin tahu, kesadaran akan pentingnya ilmu pengetahuan dan dedikasi tinggi terhadap ilmu pengetahuan terutama fisika yang digunakan dalam perkembangan teknologi (Ramsey, 1995).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru fisika SMA Negeri Jenggawah pada bulan Februari 2019 tepatnya semester genap tahun pelajaran 2018/2019, guru cenderung melaksanakan pembelajaran praktikum yang digunakan sebagai kegiatan siswa dalam menerapkan metode ilmiah hanya difungsikan untuk membandingkan hasil praktikum dengan teori yang sudah dipelajari. Apabila pada saat praktikum hasilnya tidak sesuai dengan teori yang ada, maka kesalahan terletak pada kemampuan siswa dalam melakukan dan menyelesaikan praktikum tanpa meninjau sejauh mana kemampuan keterampilan kerja ilmiah yang dimiliki oleh siswa. Selain itu pada pelaksanaan pembelajaran sehari-hari guru melaksanakan praktikum hanya terbatas pada indikator pengambilan data dan menarik kesimpulan, setelah itu mencocokkan hasil praktikum dengan teori yang sudah dipelajari. Sedangkan untuk proses penilaian kemampuan keterampilan kerja ilmiah hanya menilai dari hasil pengumpulan lembar kerja praktikum yang telah dilakukan oleh siswa tanpa meninjau secara rinci bagaimana kemampuan siswa pada setiap indikator. Padahal jika meninjau peraturan yang disampaikan oleh Kemendikbud (2013) penilaian kemampuan keterampilan kerja ilmiah difokuskan pada kegiatan merancang dan melakukan praktikum meliputi merumuskan masalah, membuat hipotesis, menentukan variabel percobaan, memilih instrumen percobaan, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisis data, mengkomunikasikan hasil praktikum secara tertulis atau lisan dan membuat kesimpulan.

Untuk menuntun siswa agar memiliki kemampuan keterampilan kerja ilmiah maka pelaksanaan pembelajaran harus dilaksanakan dengan praktikum di laboratorium. Pada dasarnya kegiatan praktikum tidak harus dilaksanakan di

laboratorium, karena pada saat ini telah dikembangkan *software* pembelajaran berbasis teknologi untuk menunjang proses praktikum yang bisa dilaksanakan di dalam kelas ataupun di rumah. Pembelajaran berbasis teknologi didukung oleh infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi dalam menggunakan aplikasi pengelolaan pembelajaran sebagai bahan pengayaan tatap muka di dalam kelas. Selain itu konten digital yang ditampilkan harus disesuaikan dengan aturan tata kelola tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Untuk menunjang proses pembelajaran fisika dan membantu guru dalam melakukan pengajaran, pengembangan, peninjauan dan penilaian kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa, saat ini telah disediakan berbagai media pembelajaran berbasis teknologi seperti *PheT Simulations*, *Physion*, *Virtlab*, *Internet Virtual Physics Laboratory*, *Crocodile Physics*, dan lain-lain.

Penelitian pembelajaran praktikum dengan menggunakan media simulasi untuk menunjang kegiatan siswa dalam menerapkan keterampilan kerja ilmiah telah banyak dilakukan oleh peneliti, antara lain: penelitian yang dilakukan oleh Cecilia Chan dan Wilton Fok pada tahun 2015 yang berjudul "*Evaluating Learning Experiences In Virtual Laboratory Training Through Student Perceptions: Case Study in Electrical and Electronic Engineering at The University of Hongkong*" menunjukkan hasil pertama, siswa lebih banyak memiliki kesempatan untuk melakukan kegiatan eksperimen dalam menguji hipotesis berdasarkan permasalahan yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Kedua, dengan media simulasi siswa dapat memperkuat konsep atau teori yang telah dipelajari sebagai dasar dalam memahami materi berdasarkan hasil kesimpulan percobaannya. Hasil penelitian dari Nora L Maidana, Monaliza da Fonseca, Suelen F Barros dan Vito R Vanin yang berjudul "*The Rolling With Slipping Experiment in The Virtual Physics Laboratory Context Based Teaching Material*" menunjukkan hasil dengan menggunakan *Virtual Laboratory (VirtLab)* siswa dapat melaksanakan pembelajaran bermakna dan kontekstual seperti berkontribusi secara langsung dalam melakukan eksperimen secara mandiri untuk memecahkan permasalahan secara metode ilmiah. Hal serupa juga dikemukakan oleh Kun Yuan Yang dan Jia Sengh Heh dalam penelitiannya yang

berjudul “*The Impact of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction on the Achievement in Physics, Science Process Skills and Computer Attitudes of 10th Grade Students*” menunjukkan bahwa dengan media simulasi guru dapat mengembangkan kompetensi dasar siswa dalam melakukan tindakan penyelidikan ilmiah berupa penyelesaian masalah berupa kegiatan merancang, menganalisis dan mengevaluasi hasil penelitiannya secara praktis.

Hasil penelitian para peneliti yang masih menjelaskan tentang pemanfaatan media simulasi untuk menunjang kegiatan keterampilan kerja ilmiah siswa dalam praktikum juga dilakukan oleh Nico Rutten, Jan. T Van Der Veen, dan Wouter R. Van Joolingen pada tahun 2015 dalam penelitiannya yang berjudul “*Inquiry-Based Whole-Class Teaching With Computer Simulations in Physics*” dalam pembelajarannya peneliti menggunakan media simulasi komputer sebagai penunjang kegiatan keterampilan kerja ilmiah. Hasilnya menunjukkan bahwa pertama, siswa dapat partisipasi aktif selama guru mengajar menggunakan simulasi komputer. Kedua, implementasi simulasi komputer dalam pengajaran yang menyerupai penyelidikan atau penemuan membawa sikap positif terhadap penambahan wawasan siswa. Ketiga, partisipasi aktif siswa selama pelaksanaan pembelajaran menggunakan simulasi komputer dapat meningkatkan siklus penyelidikan. Keempat, tercapainya tujuan pembelajaran antara seorang guru dan siswa terhadap pengajaran berbasis inkuiri atau penemuan dengan simulasi komputer. Hal serupa juga dikemukakan oleh penelitian dari Loannis Lefkos, Dimitri Psillos dan Euripides Hatzikraniotis pada tahun 2011 yang berjudul “*Designing Experiments on Thermal Interactions by Secondary School Students in a Simulated Laboratory Environment*” dimana dalam penelitiannya peneliti menggunakan media simulasi *Virtual Laboratory* (VirtLab) menunjukkan hasil pertama, pembelajaran menggunakan media simulasi dapat menuntun siswa untuk merancang, mengembangkan dan menerapkan investigasi percobaan yang tepat. Kedua, siswa dipandu untuk mengemukakan hipotesis dalam situasi berbasis masalah, merancang eksperimen, dan melakukan uji coba. Ketiga, siswa memiliki kesempatan untuk menjadi aktif dan terlibat dalam penanganan lingkungan

teknologi yang kuat dan membangun makna pengetahuan dan mengembangkan keterampilan kerja ilmiah.

Berdasarkan hasil penelitian berbagai peneliti tersebut dapat diketahui bahwa proses pengajaran, pengembangan, penijauan dan penilaian kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dapat dilakukan dengan menggunakan media simulasi jenis apapun. Pada penelitian ini media yang digunakan untuk meninjau kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa adalah *crocodile physics*. Media simulasi *crocodile physics* bisa menjadi rekomendasi sekolah dalam menunjang kegiatan praktikum dan menumbuhkan keterampilan kerja ilmiah. *Crocodile physics* dapat digunakan dengan mudah oleh siswa karena dapat merancang simulasi mereka sendiri sesuai materi pelajaran yang diterima oleh siswa. Selain itu simulasi tersebut menarik karena mudah digunakan dalam memahami pembelajaran fisika khususnya pada segi praktik. Beberapa materi yang berada di dalam media simulasi tersebut antara lain gaya dan percepatan tentang hukum – hukum Newton, energi dan gerak tentang momentum dan energi kinetik serta energi potensial, kelistrikan, gelombang, dan optik.

Sejauh ini penelitian yang sudah dilakukan tentang implementasi media simulasi *crocodile physics* hanya digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa saja, tanpa ada yang menjelaskan atau mendeskripsikan kemampuan keterampilan kerja ilmiah saat menggunakan *crocodile physics*. Seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Hanif (2014) yang menunjukkan bahwa pemanfaatan media simulasi *crocodile physics* mampu meningkatkan hasil belajar siswa SMK Negeri 1 Lubuk Pakam. Hal serupa juga dilakukan oleh Heri (2013) menunjukkan bahwa pemanfaatan media simulasi *crocodile physics* dapat meningkatkan motivasi belajar siswadi SMK TKM Teknik Purworejo.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka peneliti melakukan penelitian menggunakan aplikasi berupa media simulasi *Crocodile Physics* untuk menjelaskan atau mendeskripsikan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa. Oleh karena itu penelitian ini diberi judul “**Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* ?
- b. Adakah peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dari praktikum 1 ke praktikum 2 saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pemaparan uraian latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mendeskripsikan tingkat kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics*.
- b. Untuk mengetahui adanya peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dari praktikum 1 ke praktikum 2 saat menggunakan media simulasi *crocodile physics*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagi siswa, dapat menumbuhkan serta mengembangkan kemampuan keterampilan kerja ilmiah.
- b. Bagi guru, dapat dijadikan sebagai acuan dalam menentukan media pembelajaran yang efektif dalam mengajar, mengembangkan dan melakukan penilaian terhadap kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa.
- c. Bagi peneliti, sebagai pengalaman untuk menambah pengetahuan sebagai bekal terjun ke dunia pendidikan.
- d. Bagi peneliti lain, dapat dijadikan sebagai acuan, referensi dan motivasi untuk melakukan penelitian yang sejenis maupun pengembangannya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hakikat Pembelajaran Fisika

2.1.1 Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran dapat didefinisikan sebagai produk interaksi yang berkelanjutan antara pengembangan dan pengalaman hidup sehingga dapat memberikan manfaat bagi diri sendiri maupun lingkungan sekitarnya. Pembelajaran dalam makna kompleks merupakan usaha dari seorang pendidik untuk mengarahkan interaksi siswa dengan sumber belajar agar mencapai tujuan atau hasil pembelajaran yang diharapkan (Trianto, 2009: 17). Pembelajaran yang mengarahkan adanya interaksi siswa dengan sumber belajar harus memiliki kombinasi yang saling mempengaruhi antara unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur (Hamalik, 2007: 57). Untuk meningkatkan kegiatan pembelajaran serta interaksi siswa dengan sumber belajar, maka tenaga pendidik dengan sengaja menyusun program desain intruksional untuk membuat belajar menjadi aktif dan peserta didik secara langsung dapat merespon kegiatan belajar tersebut (Dimiyati dan Mujiono, 2013: 3).

Berdasarkan pemaparan diatas dapat diketahui bahwa pada dasarnya pembelajaran merupakan upaya yang dilakukan oleh pendidik terhadap siswa untuk melakukan kegiatan belajar dan merespon secara cepat situasi atau keadaan lingkungan sekitar. Pada dasarnya kegiatan pembelajaran berorientasi pada pengajar dan siswa. Pembelajaran yang berorientasi pada pengajar mengacu adanya perubahan tingkah laku siswa pada kemampuan afektif (sikap), kognitif (pengetahuan) dan psikomotor (keterampilan). Sedangkan pembelajaran berorientasi pada siswa mengacu pada kumpulan proses yang bersifat individu untuk merubah stimulus dari lingkungan sekitar terhadap adanya perubahan prestasi belajar.

2.1.2 Pembelajaran Fisika

Fisika berasal dari kata *physics* yang berarti ilmu alam, yaitu ilmu yang mempelajari tentang permasalahan alam secara fisis. Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tingkah laku alam dalam berbagai bentuk gejala untuk memahami

apa yang mengendalikan atau menentukan kelakuan tersebut. Berdasarkan hal tersebut maka belajar fisika tidak lepas dari penguasaan konsep-konsep dasar fisika melalui pemahaman. Fisika merupakan bagian dari disiplin Ilmu Pengetahuan Alam yang lahir dan berkembang melalui langkah-langkah mengamati suatu kejadian, merumuskan masalah, membuat hipotesis, menguji hipotesis dengan percobaan dan menarik kesimpulan untuk menemukan teori dan konsep (Trianto, 2014: 137).

Pembelajaran fisika di sekolah memiliki karakteristik antara lain: (1) merupakan ilmu yang berhakikat pada proses dan produk; (2) produk fisika bersifat abstrak dalam bentuk pengetahuan fisik dan logika matematika (Harlen, 1992). Oleh karena itu pembelajaran fisika yang kontekstual dapat menarik dan meningkatkan keaktifan belajar siswa. Hakikat pembelajaran fisika terdiri atas 1) *physics as a product aspect or a body of knowledge*, 2) *physics as an attitude aspect or a way of thinking*, and (3) *physics a process aspect or a way of investigating* (Supahar, 2014).

Fisika sebagai produk yaitu *body of knowledge*, merupakan hasil disiplin ilmu yang merupakan produk kreatif dari penemuan manusia (Collette dan Chiappetta, 1994: 39). Terdapat lima hal dalam *body of knowledge* meliputi fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model.

- a. Fakta merupakan sesuatu yang dilihat dan dirasakan secara langsung oleh panca indera manusia. Fakta pada ilmu pengetahuan akan menjadi dasar konsep, prinsip dan teori dalam ilmu pengetahuan.
- b. Konsep merupakan gambaran menyeluruh secara ringkas dari berbagai kejadian, objek, fenomena dan fakta. Konsep memiliki sifat dan atribut tertentu yang terdiri dari lima komponen yaitu; 1) nama, 2) definisi, 3) atribut, 4) nilai, dan 5) contoh.
- c. Prinsip dan hukum merupakan generalisasi dari adanya suatu konsep. Prinsip dan hukum dibentuk berdasarkan fakta dan konsep yang ditemukan oleh manusia. Prinsip dan hukum tidak mengatur kejadian alam yang berada di lingkungan sekitar, melainkan keberadaan kejadian alam sekitar yang dijelaskan oleh prinsip dan atau hukum.

- d. Teori disusun untuk menjelaskan sesuatu yang tersembunyi dan tidak bisa diamati secara langsung. Teori bersifat tentatif atau mudah berubah sampai sesuatu tersebut tidak terbukti atau direvisi. Tidak semua teori mampu dibuktikan secara eksperimen walaupun diakui kebenarannya, sehingga teori memiliki fungsi berbeda dengan fakta, konsep, dan hukum.
- e. Istilah model sering digunakan dalam literatur ilmiah. Model ilmiah adalah representasi dari sesuatu yang tidak bisa kita lihat. Secara umum model adalah kesimpulan dari ide abstrak, hipotesis, dan teori.

Fisika sebagai *the way of thinking* merupakan hakikat fisika yang terbentuk dari gagasan dan ide kreatif untuk menjelaskan suatu gejala alam. Gagasan kreatif dan ide – ide tersebut nanti akan mendasari kegiatan pengukuran, penyelidikan, dan percobaan yang dilakukan oleh manusia (Collette dan Chiappetta, 1994).

Fisika sebagai proses disebut *a way of investigating* memberikan pengertian tentang cara memahami fisika melalui studi peristiwa alam sekitar. Proses yang dapat dilakukan dalam membangun hakikat tersebut seperti melakukan kegiatan observasi, demonstrasi, eksperimen, dan lain-lain. Hal yang diharapkan dalam proses tersebut adalah siswa mampu menemukan ilmu pengetahuan fisika melalui pengambilan hipotesis, penyelesaian masalah dan mampu memanipulasi variabel. Menurut Franz dalam Collette dan Chiappetta (1994: 36) aspek yang dapat dikembangkan dalam hakikat *the way of investigating* yaitu 1) *observing*, 2) *collecting data*, 3) *developing a hypothesis*, 4) *experimenting*, 5) *concluding*.

Berdasarkan penjelasan tersebut fisika terbentuk dari adanya suatu proses yang menghasilkan suatu produk, maka dalam proses belajar fisika diperlukan pembelajaran yang bermakna dan kontekstual yaitu mengamati seluruh kejadian suatu objek serta peristiwa alam sekitar. Pembelajaran fisika yang bermakna dan kontekstual dapat memberikan pengalaman belajar secara langsung untuk mengembangkan serta meningkatkan kompetensi siswa terhadap serangkaian kegiatan ilmiah dan kerja ilmiah sesuai dengan tujuan pembelajaran fisika yaitu mengarahkan siswa untuk memiliki kemampuan *scientific approach* (kerja ilmiah).

Berdasarkan pemaparan diatas maka dapat ditarik kesimpulan yaitu pembelajaran fisika di sekolah pada hakikatnya adalah kegiatan mengkomunikasikan siswa dengan permasalahan gejala alam yang diamati dan terjadi secara alamiah pada lingkungan sekitar untuk dipecahkan. Untuk memecahkan permasalahan – permasalahan yang terjadi pada pembelajaran fisika, maka siswa harus menggunakan kegiatan ilmiah yang tidak lepas dari metode ilmiah, sikap ilmiah, dan kerja ilmiah.

2.2 Keterampilan Kerja Ilmiah

2.2.1 Keterampilan

Keterampilan berasal dari kata terampil yang memiliki makna cakap dan cekatan. Sedangkan keterampilan adalah kecakapan dalam menyelesaikan tugas. Keterampilan juga dapat diartikan sebagai kepandaian melakukan suatu pekerjaan dengan cepat dan benar, dalam hal ini ruang lingkung keterampilan sangat luas yang meliputi berbagai kegiatan antara lain perbuatan, berpikir, berbicara, melihat, mendengar, dan lain sebagainya (Soemardjan, 2002). Berdasarkan uraian tersebut dapat dikatakan bahwa keterampilan merupakan bentuk kecakapan dalam menyelesaikan tugas yang dimiliki oleh seseorang dengan menggunakan akal, ide, fikiran dan kreatifitasnya dalam mengerjakan, mengubah, menyelesaikan dan membuat sesuatu yang lebih bermakna dari hasil pekerjaan tersebut.

2.2.2 Kerja Ilmiah

Kerja ilmiah merupakan bagian dari keterampilan proses sains yang terarah secara keseluruhan untuk menemukan konsep, prinsip dan produk agar bisa dikembangkan dan diterapkan kepada siswa menggunakan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan dan menemukan ilmu pengetahuan tersebut (Indrawati, 1999: 3). Kerja ilmiah terdiri dari keterampilan *hands-on* dan *minds-on* atau proses mental yang memerlukan adanya latihan secara berkelanjutan. Kegiatan kerja ilmiah dapat dikembangkan dengan memberikan latihan kepada siswa berupa pengalaman belajar secara langsung melalui kemampuan mengamati, mengajukan pertanyaan, menerapkan konsep, menyusun hipotesis, merencanakan percobaan, mengidentifikasi variabel-variabel yang terlibat dalam

percobaan, mengukur, menafsirkan data, mengkomunikasikan hasil percobaan baik secara verbal maupun non-verbal dan menyimpulkan (Wenning, 2007: 22).

Kemampuan keterampilan kerja ilmiah dapat diartikan sebagai serangkaian kegiatan yang merujuk pada cara-cara ilmuwan untuk mempelajari dan menjelaskan fakta-fakta ilmiah pada gejala alam yang ada di lingkungan sekitar (Wenning, 2007: 21). Menurut pendapat Colburn (Hamdiyati, 2007) menyatakan bahwa kerja ilmiah merupakan pembelajaran yang melibatkan siswa pada permasalahan tentang fenomena atau gejala alam yang bersifat *student centered*. Pembelajaran kerja ilmiah dapat diterapkan kepada siswa sebagai seperangkat prosedur ilmuwan dalam memecahkan suatu permasalahan dengan melalui metode ilmiah (Maimuna, 2016: 96).

Keterampilan kerja ilmiah dapat diartikan sebagai *scientific inquiry* yang berasal dari perluasan metode ilmiah yang telah diterapkan pada pembelajaran IPA (Rustaman, 2003: 17). Kemampuan keterampilan kerja ilmiah dalam pembelajaran fisika dikembangkan dalam bentuk merumuskan masalah, menyusun hipotesis, melakukan percobaan, mengumpulkan data, menganalisis data, mengkomunikasikan hasil percobaan dan membuat kesimpulan hasil percobaan (Karelina dan Etkina, 2007).

Berdasarkan uraian diatas, dapat ditarik kesimpulan keterampilan kerja ilmiah merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan seperti para ilmuwan dalam menyelesaikan permasalahan pada kehidupan sehari – hari melalui kegiatan ilmiah yang terdiri dari metode ilmiah dan sikap ilmiah. Dalam pembelajaran fisika keterampilan kerja ilmiah dapat dilaksanakan dengan langkah-langkah antara lain merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan, mengumpulkan data, menganalisis data, mengkomunikasikan hasil percobaan dan menyimpulkan hasil percobaan.

2.2.3 Indikator Keterampilan Kerja Ilmiah

Indikator keterampilan kerja ilmiah yang digunakan dalam proses pembelajaran fisika dapat merujuk pada *Scientific Thinking Test for K-12* yang diterbitkan oleh *National Research Council* pada tahun 2012, antara lain: 1) merumuskan masalah, 2) menerapkan konsep, 3) merumuskan hipotesis, 4)

merumuskan variabel, 5) mendefinisikan operasional variabel, 6) mengkomunikasikan data, 7) menganalisis data dan 8) membuat kesimpulan.

2.2.4 Praktik Keterampilan Kerja Ilmiah Pada Siswa.

Praktik untuk mengembangkan keterampilan kerja ilmiah siswa berdasarkan delapan indikator yang dikembangkan oleh *Scientific Thinking Test for K-12* (*National Research Council*, 2012) diperjelas dalam tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Indikator serta uraian keterampilan kerja ilmiah

No	Indikator	Uraian
1.	Mengajukan pertanyaan dan Mendefinisikan masalah (Merumuskan masalah).	Guru memulai dengan pertanyaan tentang sebuah fenomena seperti “Mengapa langit biru?” atau “Apa yang menyebabkan kanker?” dan berusaha mengembangkan teori yang dapat memberikan jawaban jelas untuk pertanyaan tersebut. Kegiatan siswa sebagai peneliti adalah merumuskan pertanyaan yang secara empiris menjawab tentang fenomena, menetapkan apa yang sudah diketahui, dan menentukan pertanyaan apa yang harus dijawab
2.	Mengembangkan dan menggunakan model (Menerapkan konsep dan merancang hipotesis).	Ilmu pengetahuan yang didapatkan oleh siswa sering kali melibatkan konstruksi dalam mengembangkan penjelasan tentang fenomena alam. Beragam model atau simulasi yang dikembangkan memungkinkan siswa untuk melakukan pengamatan dan membayangkan keadaan lingkungan sekitar yang belum terlihat. Beragam model/hipotesis tersebut dapat memungkinkan adanya sebuah prediksi dalam bentuk “jika . . . maka . . . karena itu . . . “ dibuat untuk menguji penjelasan dari sebuah hipotesis.
3.	Merencanakan dan melakukan investigasi (Merumuskan variabel dan definisi operasional variabel).	Praktik utama seorang ilmuwan merencanakan dan melakukan penyelidikan secara sistematis yaitu memerlukan identifikasi tentang apa yang harus dicatat, apa yang harus diperlakukan sebagai variabel dependen (variabel terikat) dan independen (variabel kontrol). Pengamatan dan data yang dikumpulkan dari percobaan tersebut digunakan untuk menguji teori atau untuk mengembangkan penemuan yang baru.
4.	Menganalisis dan Menafsirkan Data.	Penyelidikan ilmiah yang dilakukan akan menghasilkan data yang harus dianalisis untuk mendapatkan sebuah makna. Para

	ilmuwan menggunakan berbagai alat – alat termasuk tabulasi, interpretasi grafis, visualisasi, dan analisis statistik untuk mengidentifikasi data hasil percobaannya.
5. Menggunakan Perhitungan Matematika dan Pemikiran Komputasi (Menganalisis dan menafsirkan data).	Dalam penyelidikan, matematika dan perhitungan merupakan dasar dari peneliti merepresentasikan hubungan variabel – variabel dalam penelitian. Matematika digunakan untuk berbagai fungsi seperti membuat simulasi dan menganalisis data secara statistik.
6. Membangun penjelasan dan merancang solusi (Mengkomunikasikan data).	Tujuan penyelidikan ilmiah adalah membangun kerangka teori untuk menjelaskan fenomena yang baru ditemukan. Dalam hal ini siswa harus menjelaskan secara jelas sesuai dengan. dengan teori atau konsep yang telah dipelajarinya
7. Terlibat dalam sebuah argumen dari bukti penemuan (Merancang kesimpulan).	Penyelidikan ilmiah mengajarkan kepada siswa untuk bisa berargumen terhadap hasil pengamatan penyelidikannya. Dalam hal ini siswa harus memberikan bukti yang kuat terhadap hasil penyelidikannya dengan berdasarkan teori yang telah dipelajarinya.
8. Memperoleh, mengevaluasi dan mengkomunikasikan informasi.	Pada tahap ini siswa harus bisa menyampaikan hasil temuannya kepada teman-temannya secara lisan ataupun tertulis melalui penggunaan tabel, diagram atau grafik.

2.3 Pembelajaran Fisika Berbasis Media Simulasi

2.3.1 Pengertian Media

Association of Education and Communication Technology (AECT) menyatakan media merupakan suatu perangkat lunak (*software*) yang berperan sebagai media pertama berisi informasi yang kemudian disajikan menggunakan peralatan sebagai perangkat keras (*hardware*) sebagai sarana untuk menampilkan informasi pada media tersebut. Menurut *Education Association* (NEA) menjelaskan bahwa media merupakan alat bantu pembelajaran yang disesuaikan dengan program intruksional yang dimanipulasikan, dilihat, didengar, dibaca atau dibicarakan beserta instrumen yang dipergunakan dengan baik dalam kegiatan belajar mengajar.

2.3.2 Pengertian Simulasi

Simulasi berasal dari kata *simulate* yang berarti berpura-pura atau berbuat seolah-olah (Sudjana, 2009: 89-90). Media simulasi merupakan salah satu bentuk dalam menyajikan informasi yang memberikan kesempatan siswa untuk belajar perorangan secara dinamis dan interaktif. Penggunaan media simulasi pada pelajaran yang bersifat kompleks dapat disusun menjadi pelajaran yang mudah dipahami oleh siswa (Arsyad, 2011). Simulasi juga dapat diartikan sebagai penggunaan komputer untuk mensimulasikan sistem yang dinamis dari objek di dunia nyata atau yang dibayangkan (Sahin, 2006: 133).

2.3.3 Media Simulasi untuk Pembelajaran Fisika di Sekolah

Media berbasis komputer atau lebih dikenal dengan media simulasi dalam aplikasinya memanfaatkan keunggulan serta perkembangan teknologi, informasi, dan komunikasi. Media berbasis komputer berfungsi sebagai alternatif dalam kegiatan pembelajaran dimana pemanfaatannya meliputi penyajian materi sekaligus dengan latihan (Arsyad, 2013: 93). Menurut Hamalik (2007) penerapan media pembelajaran seperti media simulasi pada kegiatan belajar mengajar dapat mempengaruhi rangsangan psikologis belajar siswa untuk membangkitkan keinginan, minat, dan motivasi belajar dalam memahami serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Penelitian pemanfaatan media simulasi untuk pembelajaran fisika di sekolah telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Menurut hasil penelitian Susanto, *et al* (2013: 10) menyebutkan bahwa penggunaan media simulasi digunakan untuk menarik perhatian siswa serta memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep fisika dan dapat meningkatkan hasil belajar. Berdasarkan penelitian Sahin (2006: 139) walaupun penggunaan simulasi komputer tidak dapat menggantikan laboratorium secara nyata, akan tetapi simulasi komputer dapat memberikan keuntungan untuk siswa baik penggunaan saat di kelas maupun jarak jauh.

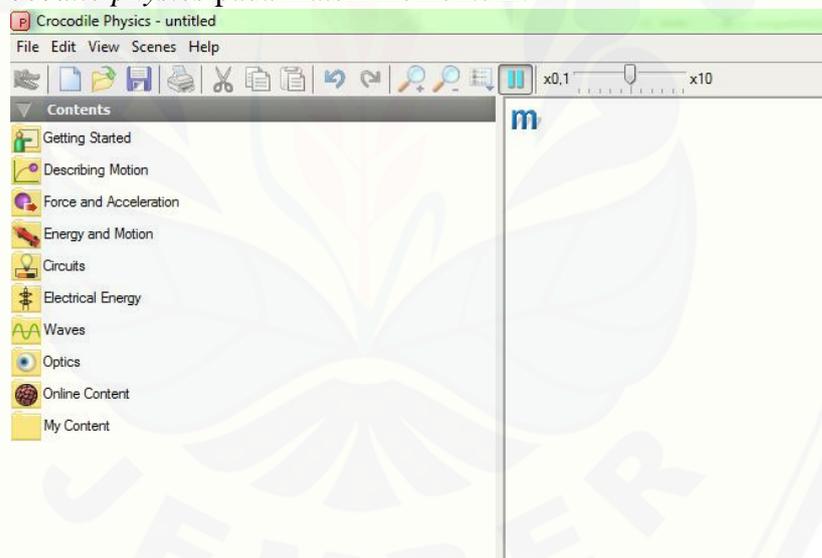
2.4 Media Simulasi *Crocodile Physics*

2.4.1 Pengertian *Crocodile Physics*

Crocodile physics merupakan hasil pengembangan *crocodile company* dalam menyediakan lingkungan laboratorium untuk pembelajaran fisika pada pendidikan menengah yang di dalamnya terdapat materi optik, listrik, gelombang, kinetika, energi dan dinamika (Karagoz dan Ozdener, 2010: 224). Simulasi *crocodile physics* merupakan media simulasi berbasis teknologi informasi dan komunikasi berupa *software* pembelajaran *virtual laboratory* untuk pembelajaran fisika (Lindgren dan Schwartz, 2009).

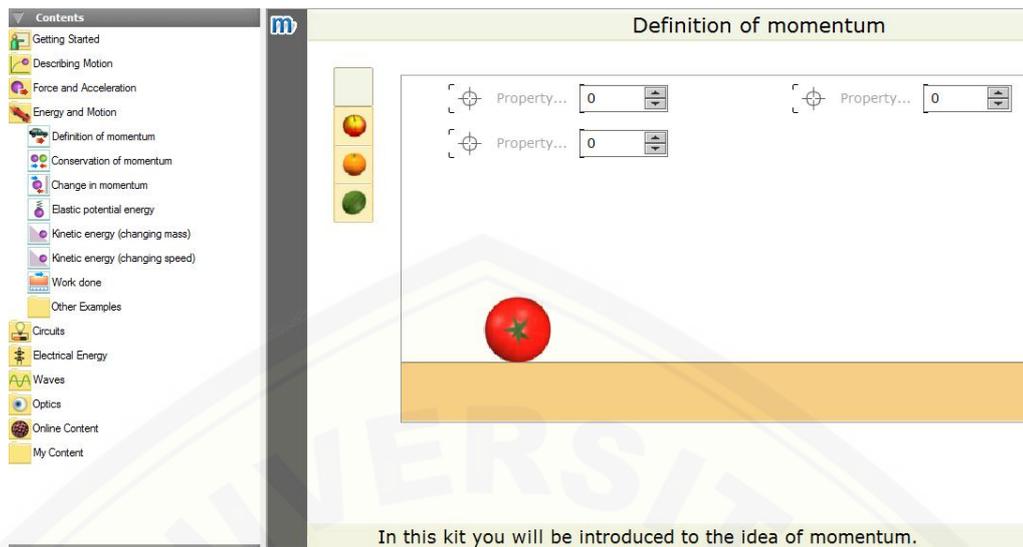
2.4.2 Petunjuk Penggunaan *Crocodile Physics*

Perangkat lunak tersebut mudah diinstal pada seluruh sistem windows dan tidak berbayar. Berikut ini merupakan tampilan serta contoh penggunaan media simulasi *crocodile physics* pada materi momentum:



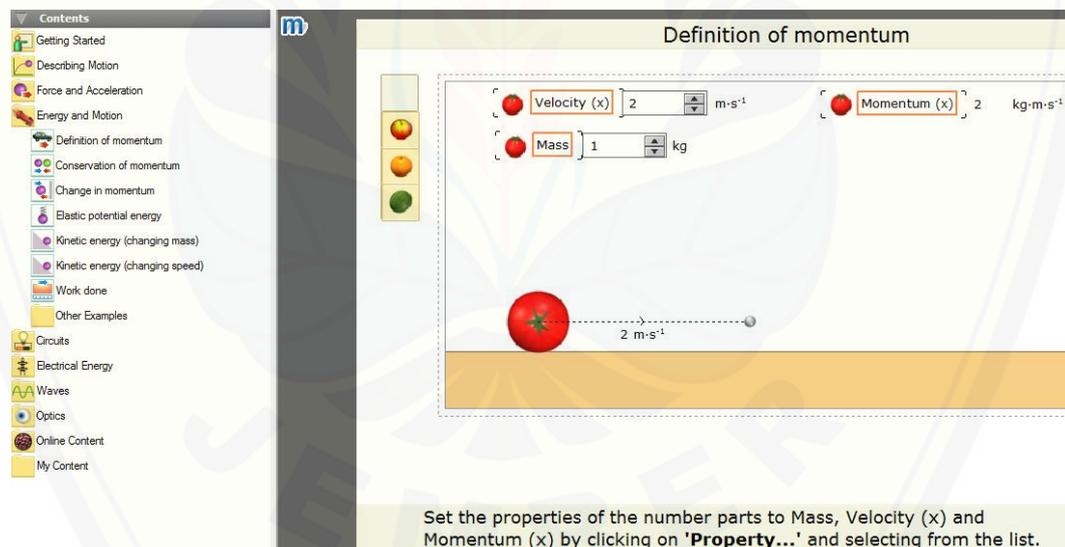
Gambar 2.1 Tampilan menu pada program *crocodile physics*
(Sumber : *software crocodile physics 605*)

1. Buka program *crocodile physics* pada menu utama komputer/laptop.
2. Pada menu konten, pilih percobaan yang akan dilakukan. Misalnya pada materi *energy* dan *motion* pada gambar 2.1. Setelah dipilih dan klik *energy motion*, pilih *definition of momentum*, tampilan konten yang dipilih akan seperti gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 *Definition of momentum* pada *crocodile physics*
(Sumber : *Software crocodile physics 605*)

3. Atur dan susun beberapa komponen yang telah dipilih untuk dilakukan percobaan, seperti pada gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Pengaturan komponen dalam percobaan *definition of momentum*
(Sumber : *Software crocodile physics 605*)

2.4.3 Keakuratan Isi *Crocodile Physics*

Dalam perangkat lunak ini terdapat dua aspek keakuratan. Pertama adalah keakuratan komponen, komponen yang ditampilkan secara visual dan digambarkan benar-benar muncul dalam kehidupan sebenarnya. Perangkat ini dapat bekerja dengan baik untuk komponen sistem optik dan fisik. Pada

komponen kelistrikan akan lebih baik untuk memilih tampilan fisik komponen standar IEEE yang sebenarnya. Kedua adalah keakuratan analitis, perangkat lunak ini mampu menganalisis suatu pengukuran parameter tertentu secara logis dan sistematis. (Miller, online: 10 Maret 2018)

2.5 Momentum dan Tumbukan

2.5.1 Momentum dan Hubungannya dengan Gaya

Momentum didefinisikan sebagai besaran yang mempresentasikan keadaan gerak benda. Momentum (jamaknya adalah “*momenta*”) biasanya dinyatakan dengan simpul \mathbf{p} . Jika kita tentukan m menyatakan massa sebuah benda dan \mathbf{v} kecepatannya, maka momentum \mathbf{p} dari benda tersebut adalah

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

Karena kecepatan merupakan vektor maka momentum dinyatakan dalam bentuk vektor. Arah momentum adalah arah kecepatan, dan besar momentum adalah $p = m \cdot v$. Karena v bergantung pada kerangka acuan, kerangka ini harus ditentukan. Satuan momentum adalah sederhana yaitu massa x kecepatan, yang dalam satuan SI adalah kg.m/s.

Tampak bahwa besar momentum ditentukan oleh massa dan kecepatan. Sebagai contoh kapal tanker memiliki momentum sangat besar karena massanya sangat besar. Pesawat memiliki momentum sangat besar karena kecepatannya sangat besar (Abdullah, 2016: 435). Semakin besar momentum yang dimiliki oleh suatu benda, semakin sulit untuk menghentikannya, dan semakin besar efek yang diakibatkannya jika diberhentikan dengan tabrakan atau tumbukan. Untuk merubah besarnya momentum suatu benda dibutuhkan sebuah gaya, baik untuk menaikkan momentum, menurunkannya atau untuk merubah arahnya (Giancoli, 2010: 213-214).

Momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan untuk menghentikan sebuah partikel. Sebagai contoh sebuah truk berat mempunyai momentum yang lebih besar dibandingkan dengan mobil ringan yang bergerak dengan kelajuan yang sama. Gaya yang lebih besar dibutuhkan untuk menghentikan truk dibandingkan mobil dalam waktu tertentu. Untuk merubah

momentum benda dibutuhkan sebuah gaya, baik untuk menaikkan momentum atau menurunkan momentum (misalnya menghentikan benda yang sedang bergerak), atau untuk merubah arahnya. Pada awalnya Newton menyatakan hukum keduanya dalam bentuk momentum, sehingga pernyataan hukum kedua Newton apabila dinyatakan ke bahasa modern adalah sebagai berikut “Laju perubahan momentum sebuah benda sama dengan gaya total yang diberikan kepadanya”. Maka, pernyataan tersebut dapat ditulis dalam bentuk persamaan,

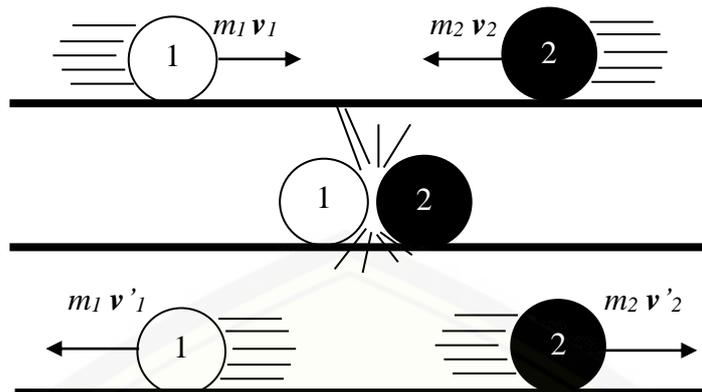
$$\sum \mathbf{F} = \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} \quad (2.2)$$

dimana $\sum \mathbf{F}$ adalah gaya total yang diberikan kepada benda (jumlah vektor dari semua gaya yang bekerja padanya) dan $\Delta \mathbf{p}$ adalah hasil perubahan momentum yang terjadi selama selang waktu Δt . Kita dapat langsung menurunkan bentuk yang lebih kita kenal dengan hukum kedua, $\sum \mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$, dari persamaan 2.2 untuk kasus massa konstan. Jika \mathbf{v}_0 adalah kecepatan awal benda dan \mathbf{v} adalah kecepataannya setelah waktu Δt telah berlaku, maka

$$\begin{aligned} \sum \mathbf{F} &= \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} \\ &= \frac{m \cdot \mathbf{v} - m \cdot \mathbf{v}_0}{\Delta t} \\ &= m \frac{(\mathbf{v} - \mathbf{v}_0)}{\Delta t} \\ &= m \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} \\ \sum \mathbf{F} &= m \cdot \mathbf{a} \end{aligned} \quad (2.3)$$

2.5.2 Hukum Kekekalan Momentum

Konsep momentum sangat penting karena pada keadaan tertentu, momentum merupakan besaran yang kekal. Pada pertengahan abad ke-17, sebelum Newton mengeluarkan hukum Newton II, telah diketahui bahwa jumlah vektor momentum dari dua benda yang bertumbukan tetap konstan. Seperti ilustrasi gambar 2.4 berikut ini,



Gambar 2.4 Momentum kekal pada tumbukan dua bola
(Sumber : Giancoli, 2010:216)

Jika $m_1 v_1$ adalah momentum bola nomor 1 dan $m_2 v_2$ merupakan momentum bola 2, keduanya diukur sebelum tumbukan, maka momentum total kedua bola sebelum tumbukan adalah $m_1 v_1 + m_2 v_2$. Setelah tumbukan, masing – masing bola memiliki kecepatan dan momentum yang berbeda yaitu bola nomor 1 sebesar $m_1 v'_1$ dan bola nomor 2 sebesar $m_2 v'_2$. Sehingga momentum setelah tumbukan kedua bola tersebut adalah $m_1 v'_1 + m_2 v'_2$. Sehingga diperoleh suatu persamaan, momentum sebelum tumbukan = momentum setelah tumbukan

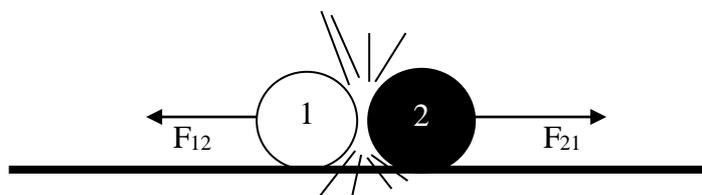
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \quad (2.4)$$

Hukum kekekalan momentum erat kaitannya dengan hukum gerak Newton dan dapat dibuktikan keduanya sama. Anggap gaya F yang diberikan bola yang satu terhadap bola yang lain selama tumbukan konstan terhadap waktu tumbukan Δt . Berdasarkan hukum Newton II seperti persamaan 2.2, dapat dituliskan kembali dengan mengalikan kedua sisinya dengan Δt .

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F \cdot \Delta t = \frac{\Delta p}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$\Delta p = F \cdot \Delta t \quad (2.5)$$



Gambar 2.5 Gaya – gaya yang bekerja pada bola selama tumbukan pada gambar 2.5
(Sumber : Giancoli, 2010:216)

terapkan persamaan 2.5 terhadap bola 2 dengan memperhatikan bahwa gaya F_{21} pada bola 2 yang disebabkan oleh bola 1 selama tumbukan mempunyai arah ke kanan (arah + x), sehingga :

$$\begin{aligned}\Delta p_2 &= F_{21} \cdot \Delta t \\ m_2 v'_2 - m_2 v_2 &= F_{21} \cdot \Delta t\end{aligned}\quad (2.6)$$

berdasarkan hukum Newton III, gaya F_{12} pada bola 1 yang disebabkan oleh bola 2 adalah $F_{12} = -F_{21}$ dan bekerja ke arah kiri, sehingga :

$$\begin{aligned}\Delta p_1 &= F_{12} \cdot \Delta t \\ m_1 v'_1 - m_1 v_1 &= F_{12} \cdot \Delta t = -F_{21} \cdot \Delta t\end{aligned}\quad (2.7)$$

sehingga persamaan 2.6 dan 2.7 dapat digabungkan menjadi :

$$\begin{aligned}-F_{21} \cdot \Delta t &= \Delta F_{21} \cdot \Delta t \\ -(m_1 v'_1 - m_1 v_1) &= m_2 v'_2 - m_2 v_2 \\ -m_1 v'_1 + m_1 v_1 &= m_2 v'_2 - m_2 v_2 \\ m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v'_1 + m_2 v'_2\end{aligned}\quad (2.8)$$

penurunan persamaan diatas dapat diperluas untuk benda – benda dengan jumlah berapapun. Untuk menunjukkan hal ini dengan cara yang sederhana, dapat ditentukan \mathbf{p} pada persamaan 2.2 menyatakan momentum total dari sebuah sistem yaitu, jumlah vektor dari momentum semua benda pada sistem tersebut. (Untuk sistem dua benda di atas, $\mathbf{p} = m_1 \mathbf{v}_1 + m_2 \mathbf{v}_2$). Jika gaya total $\sum \mathbf{F}$ pada sistem adalah nol (sebagaimana pada sistem dua benda gambar 2.7, $\mathbf{F} + (-\mathbf{F}) = 0$), maka dari persamaan 2.5 $\Delta \mathbf{p} = \mathbf{F} \cdot \Delta t = 0$, sehingga momentum total tidak berubah. Dengan demikian, pernyataan umum **hukum kekekalan momentum** adalah “Momentum total dari suatu sistem benda – benda yang terisolasi tetap konstan”.

Istilah **sistem** yang dimaksud adalah sekumpulan benda yang berinteraksi satu sama lain. **Sistem terisolasi** adalah suatu sistem dimana gaya yang ada hanyalah gaya – gaya diantara benda – benda pada sistem itu sendiri. Jumlah semua gaya ini akan nol dengan berlakunya hukum Newton ketiga. Jika ada gaya luar yang dimaksud adalah gaya – gaya yang diberikan oleh benda di luar sistem dan jumlahnya tidak nol (secara vektor), maka momentum total tidak kekal (Giancoli, 2010: 211-217).

2.5.3 Kekekalan Energi Kinetik dan Momentum pada Tumbukan

Pada sebagian besar tumbukan biasanya sulit untuk mengetahui bagaimana gaya tumbukan berubah menurut waktu, dengan demikian analisis menggunakan hukum Newton II menjadi sulit. Tetapi dari peristiwa tumbukan kita bisa menentukan banyak hal mengenai gerak setelah tumbukan, jika diketahui gerakan awal, dengan menggunakan hukum kekekalan untuk momentum dan energi. Seperti pada kasus tumbukan dua benda seperti bola bilyard, momentum totalnya kekal. Jika kedua benda tersebut sangat keras dan tidak ada panas yang dihasilkan oleh tumbukan, maka energi kinetiknya juga kekal. Hal tersebut menjelaskan bahwa jumlah energi kinetik kedua benda setelah tumbukan sama seperti sebelumnya. Tentu saja selama waktu yang singkat pada waktu kedua benda bersentuhan, beberapa (atau semua) energi disimpan sesaat dalam bentuk energi potensial elastik. Tetapi jika membandingkan energi kinetik total sebelum tumbukan dengan total setelah tumbukan, ternyata sama. Tumbukan seperti ini, dimana energi kinetik total kekal, disebut **tumbukan lenting**. Sehingga besar energi kinetik sebelum tumbukan dan setelah tumbukan sebagai berikut :

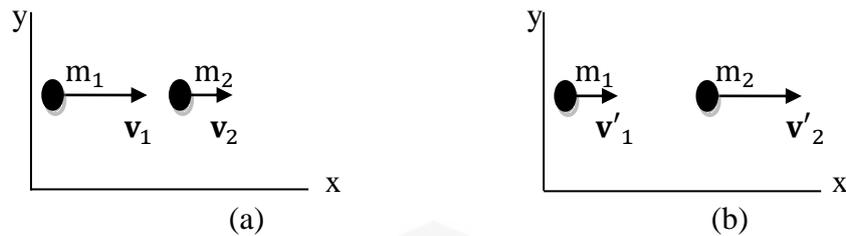
$$EK_1 + EK_2 = EK'_1 + EK'_2 \quad (2.9)$$

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1'^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2 \quad (2.10)$$

Pada kasus nyata proses tumbukan akan selalu terpenuhi $K \geq K'$ yaitu energi kinetik sebelum tumbukan selalu lebih besar atau sama dengan energi kinetik setelah tumbukan. Hal ini diakibatkan oleh munculnya panas pada permukaan dua benda yang mengalami tumbukan.

2.5.4 Tumbukan Lenting Sempurna

Ketika energi kinetik dan hukum kekekalan momentum pada tumbukan lenting sempurna diterapkan pada benda yang kecil dan bertumbukan dari depan, semua gerak berada pada garis yang sama. Misalkan kedua partikel pada awalnya bergerak dengan kecepatan \mathbf{v}_1 dan \mathbf{v}_2 pada sumbu x seperti pada gambar 2.6 setelah tumbukan kecepatan kedua benda tersebut adalah \mathbf{v}'_1 dan \mathbf{v}'_2 .



Gambar 2.6 Dua partikel dengan massa m_1 dan m_2 (a). Sebelum tumbukan, dan (b) setelah tumbukan.

(Sumber : Giancoli, 2010: 223)

untuk $v > 0$ partikel bergerak ke kanan sejauh x , sementara untuk $v < 0$ partikel bergerak ke kiri sejauh x . Dari kekekalan momentum persamaan 2.4, didapatkan :

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

karena tumbukan dianggap lenting, maka energi kinetik pada persamaan 2.10 bersifat kekal :

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 + \frac{1}{2} m_2 v'^2_2$$

dengan menggunakan dua persamaan tersebut, maka dapat menyelesaikan masalah yang tidak diketahui. Jika diketahui massa dan kecepatan awal, kecepatan setelah tumbukan, v'_1 dan v'_2 bisa dicari dengan menggunakan persamaan – persamaan tersebut. Sehingga persamaan momentum dapat ditulis kembali,

$$\begin{aligned} m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v'_1 + m_2 v'_2 \\ m_1 v_1 - m_1 v'_1 &= m_2 v'_2 - m_2 v_2 \\ m_1 (v_1 - v'_1) &= m_2 (v'_2 - v_2) \end{aligned} \quad (2.11)$$

dan persamaan energi kinetik dapat ditulis kembali,

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} m_1 v'^2_1 &= \frac{1}{2} m_2 v'^2_2 - \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\ \frac{1}{2} m_1 (v_1^2 - v'^2_1) &= \frac{1}{2} m_2 (v'^2_2 - v_2^2) \\ m_1 (v_1^2 - v'^2_1) &= m_2 (v'^2_2 - v_2^2) \end{aligned} \quad (2.12)$$

atau dengan mengingat $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$ persamaan 2.12 dijabarkan sebagai berikut :

$$m_1 (v_1 - v'_1)(v_1 + v'_1) = m_2 (v'_2 - v_2)(v'_2 + v_2) \quad (2.13)$$

kemudian bagi persamaan (2.13) dengan persamaan (2.11) dan menganggap $v_1 \neq v'_1$ dan $v_2 \neq v'_2$ didapat :

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}'_1 &= \mathbf{v}'_2 + \mathbf{v}_2 \\ -\mathbf{v}'_2 + \mathbf{v}'_1 &= \mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 \\ -(\mathbf{v}'_2 - \mathbf{v}'_1) &= \mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 \end{aligned} \quad (2.14)$$

$$e = -\frac{v'_2 - v'_1}{v_2 - v_1} \quad (2.15)$$

Persamaan diatas menjelaskan bahwa pada tumbukan lenting sempurna, laju relatif dari kedua partikel setelah tumbukan mempunyai besar yang sama seperti sebelumnya (tetapi dengan arah yang berbeda), tidak memperdulikan berapapun massanya, sehingga pada tumbukan lenting sempurna nilai $e = 1$. (Giancoli, 2010: 221-223).

2.5.5 Tumbukan Lenting Sebagian

Pada tumbukan lenting sebagian berlaku hukum kekekalan momentum. Tumbukan lenting sebagian terjadi ketika setelah tumbukan ada sebagian energi yang hilang. Pada tumbukan jenis ini energi kinetik berkurang selama tumbukan. Oleh karena itu, hukum kekekalan energi kinetik tidak berlaku. Besarnya kecepatan relatif juga berkurang dengan suatu faktor tertentu yang disebut koefisien restitusi (e). Pada tumbukan lenting sebagian nilai e berada antara 0 dan 1 ($0 < e < 1$).

2.5.6 Tumbukan Tidak Lenting

Pada tumbukan tidak lenting kecepatan kedua benda sesudah tumbukan sama besar. Perhatikan Gambar 2.7, misal peluru dengan kecepatan v_1 dan massa m_1 menumbuk bola yang memiliki kecepatan v_2 dengan massa m_2 . Setelah tumbukan peluru bersarang di dalam bola dan bergerak secara bersama-sama.



Gambar 2.7 Tumbukan tidak lenting sama sekali
(Sarwono, 2009: 104-106)

Pada tumbukan tidak lenting berlaku $\mathbf{v}'_1 = \mathbf{v}'_2 = \mathbf{v}'$, maka nilai $e = 0$.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan deskriptif yaitu mendeskripsikan atau menggambarkan secara sistematis dan faktual mengenai fenomena-fenomena nyata yang terjadi selama proses penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tingkat kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* dan mengetahui adanya peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah dari praktikum 1 ke praktikum 2 pada saat menggunakan media simulasi *crocodile physics*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penentuan daerah penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling area*, yaitu daerah dengan sengaja dipilih berdasarkan tujuan dan pertimbangan tertentu, diantaranya berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara berupa kebutuhan sekolah serta guru fisika terhadap penelitian yang akan dilakukan yaitu mengetahui tingkat keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics*. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri Jenggawah dan waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019 yaitu tanggal 16, 17, 23 dan 24 April 2019 dengan pokok bahasan momentum dan tumbukan.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIPA tahun pelajaran 2018/2019 yang terbagi pada empat rombongan belajar atau kelas yaitu X MIPA 1, X MIPA 2, X MIPA 3 dan X MIPA 4 yang masing-masing kelas diisi kurang lebih 35 siswa.

3.3.2 Sampel Penelitian

Penentuan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu diantaranya

rekomendasi dari guru terhadap kelas yang memiliki nilai rata – rata praktikum terbaik pada materi sebelumnya. Dari empat rombongan belajar atau kelas yang ada, kelas dengan rata-rata terbaik pada praktikum sebelumnya adalah kelas X MIPA 2 dengan jumlah siswa 35 orang.

3.4 Definisi Operasional Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Penelitian

Terdapat dua macam variabel dalam penelitian ini, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah implementasi media simulasi *crocodile physics* pada kegiatan praktikum. Sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi akibat adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah deskripsi kemampuan keterampilan kerja ilmiah dan adanya peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics*.

3.4.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel dibutuhkan dalam penelitian ini untuk menghindari pengertian yang meluas ataupun perbedaan persepsi. Beberapa variabel yang perlu didefinisikan secara jelas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Media simulasi *crocodile physics*

Media simulasi *crocodile physics* merupakan hasil pengembangan *crocodile company* dalam menyediakan lingkungan laboratorium untuk pembelajaran fisika pada pendidikan menengah yang di dalamnya terdapat materi optik, listrik, gelombang, kinetika, energi dan dinamika. Penggunaan media simulasi *crocodile physics* juga dapat mengajarkan siswa untuk merancang dan melakukan percobaan atau simulasi sederhana.

b. Keterampilan kerja ilmiah

Keterampilan kerja ilmiah merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan dalam menyelesaikan permasalahan pada kehidupan sehari – hari melalui kegiatan ilmiah yang terdiri dari metode ilmiah dan sikap ilmiah. Keterampilan kerja ilmiah

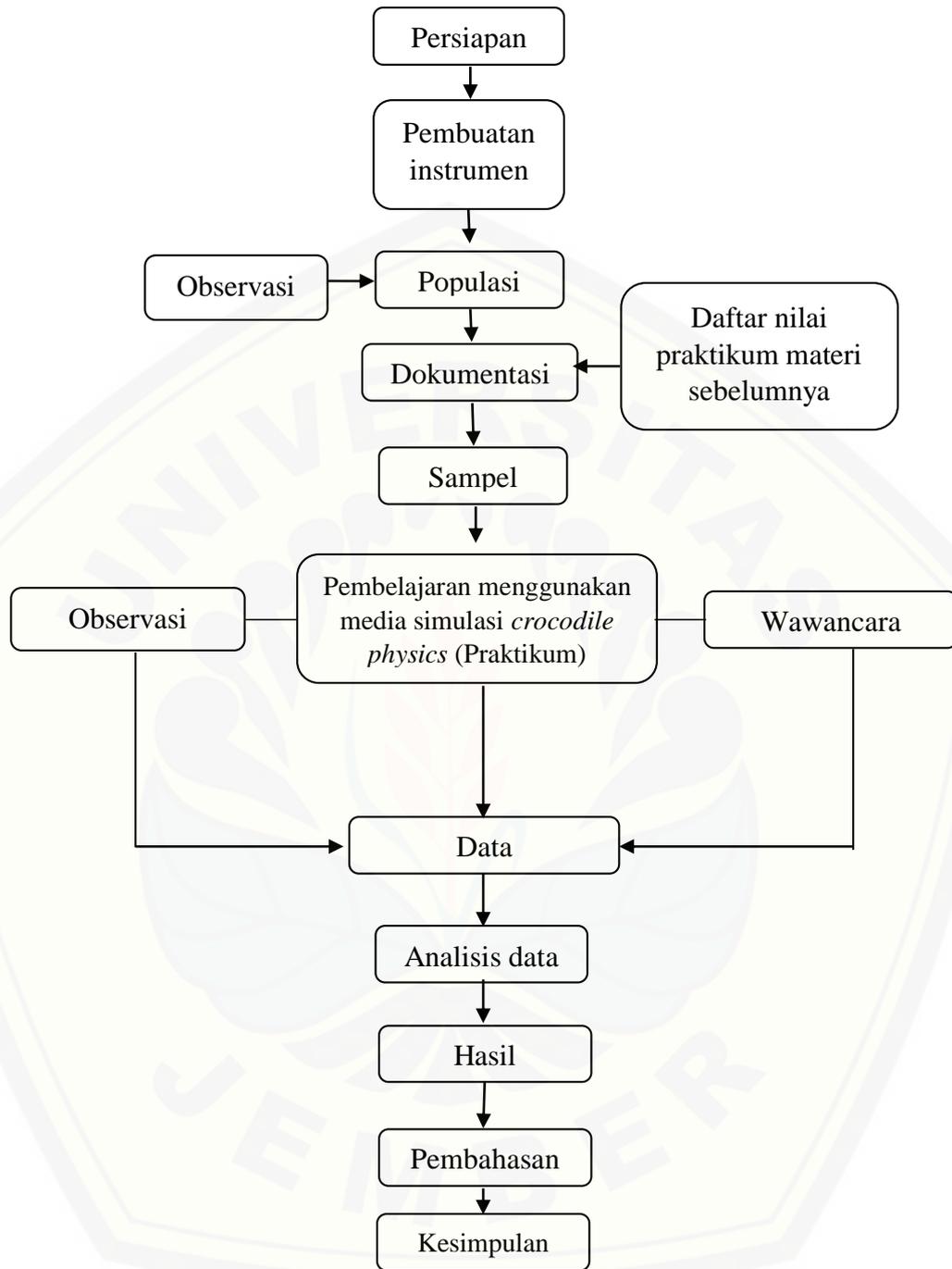
diukur melalui lembar penilaian praktikum siswa dengan indikator antara lain : 1) merumuskan masalah, 2) menerapkan konsep, 3) merumuskan hipotesis, 4) merumuskan variabel, 5) mendefinisikan operasional variabel, 6) mengkomunikasikan data, 7) menganalisis data dan 8) membuat kesimpulan.

3.5 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dan langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

- a. Melakukan persiapan dengan cara menyiapkan surat pengantar observasi dan penelitian dari pihak FKIP Universitas Jember;
- b. Melakukan observasi sekolah;
- c. Menentukan populasi penelitian dengan teknik *purposive sampling area*;
- d. Merencanakan perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian;
- e. Mengadakan dokumentasi berdasarkan nilai praktikum materi sebelumnya;
- f. Menentukan sampel penelitian dengan teknik *purposive sampling area*;
- g. Melaksanakan kegiatan praktikum menggunakan media simulasi *crocodile physics*;
- h. Mengumpulkan data yang diperoleh dari penilaian lembar praktikum, penilaian lembar observasi praktikum dan wawancara;
- i. Menganalisis data hasil penelitian;
- j. Mendapatkan hasil dari analisis data penelitian;
- k. Membuat pembahasan dari hasil analisis data yang diperoleh;
- l. Membuat kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

Berdasarkan rancangan penelitian yang telah dibuat, maka bagan alur rancangan penelitian dalam penelitian ini adalah seperti gambar 3.2 di bawah ini :



Gambar 3.1 Alur rancangan penelitian

3.6 Teknik Pengumpulan Data

3.6.1 Data Keterampilan Kerja Ilmiah

a. Indikator

Indikator keterampilan kerja ilmiah yang diukur dalam penelitian ini mengacu pada *Scientific Thinking Test for K-12 (National Research Council, 2012)* adalah :

- a) Merumuskan masalah.
- b) Menerapkan konsep.
- c) Merumuskan hipotesis.
- d) Merumuskan variabel.
- e) Mendefinisikan operasional variabel.
- f) Mengkomunikasikan data.
- g) Menganalisis data.
- h) Membuat kesimpulan.

b. Instrumen Pengumpulan Data Keterampilan Kerja Ilmiah

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar kerja praktikum dan lembar observasi sesuai dengan indikator yang dirujuk dari *Scientific Thinking Test for K-12 (National Research Council, 2012)*. Instrumen diperoleh serta dimodifikasi dari peneliti lain yang pernah mengukur keterampilan kerja ilmiah dan diperoleh dari buku yang relevan dengan indikator keterampilan kerja ilmiah. Penilaian lembar kerja praktikum digunakan untuk mengetahui keterampilan kerja ilmiah siswa yang tidak diamati pada saat pembelajaran. Lembar observasi digunakan untuk melihat keterampilan kerja ilmiah siswa selama kegiatan praktikum berlangsung, karena aspek – aspek keterampilan kerja ilmiah tersebut akan muncul pada saat proses praktikum berlangsung.

c. Prosedur Pengumpulan Data Keterampilan Kerja Ilmiah

Pengumpulan data keterampilan kerja ilmiah dilakukan dengan tahapan :

- a) Memberikan penjelasan serta pengarahan praktikum menggunakan media simulasi *crocodile physics*.
- b) Memberikan lembar kerja praktikum.
- c) Siswa melaksanakan praktikum.

- d) Siswa mengumpulkan hasil pekerjaannya.
- e) Peneliti memberi nilai dengan skor yang ditentukan pada setiap indikator.
- f) Peneliti dengan bantuan observer mengamati kompetensi keterampilan kerja ilmiah siswa sesuai dengan lembar observasi yang disiapkan. Observer terdiri dari 5 orang, dimana satu observer mengamati satu kelompok kecil yang terdiri dari 7 orang siswa.

d. Jenis Data

Data keterampilan kerja ilmiah siswa diperoleh dari penilaian lembar kerja praktikum yang merupakan data interval, yaitu data yang berasal dari kategori yang diurutkan atribut tertentu, dimana jarak antara setiap kategori adalah sama.

3.6.2 Pengumpulan Data Pendukung

Selain data primer, data pendukung juga sangat dibutuhkan sebagai upaya melengkapi data primer serta memperluas pembahasan. Data pendukung yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi dokumentasi dan wawancara. Adapun secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Wawancara

Wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini adalah wawancara bebas terpimpin, yaitu responden diberi kebebasan dalam mengutarakan pendapatnya tetapi dibatasi oleh batas – batas yang telah disiapkan pewawancara (Arikunto, 2013). Wawancara dalam penelitian ini dilaksanakan selama kegiatan praktikum berlangsung yang dilakukan oleh observer dalam mengamati kegiatan praktikum untuk mengetahui hal-hal yang dianggap sulit oleh siswa sebagai bahan perluasan dalam pembahasan penelitian.

b. Dokumentasi

Adapun dokumentasi yang diambil dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a) Jumlah seluruh siswa kelas X MIPA.
- b) Daftar nama responden kelas X MIPA 2 SMA Negeri Jenggawah.
- c) Daftar nilai dan rata-rata praktikum materi sebelumnya.
- d) Daftar nilai hasil lembar kerja praktikum dan lembar observasi.

3.7 Teknik Analisis Data

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif sehingga analisis data berupa uraian dari hasil penilaian lembar kerja praktikum, observasi, wawancara dan dokumentasi. Teknik analisis data untuk masing – masing hasil data penelitian dapat diuraikan sebagai berikut :

3.7.1 Analisis Data Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa

Data keterampilan kerja ilmiah siswa pada penelitian ini diwujudkan dalam bentuk penilaian lembar kerja praktikum, kemudian dianalisis untuk mendapatkan besar capaian yang diperoleh siswa. Berikut ini merupakan langkah – langkah dalam menganalisis data keterampilan kerja ilmiah siswa :

a. Indikator Keterampilan Kerja Ilmiah

Lembar kerja praktikum yang diberikan kepada siswa mengacu pada indikator keterampilan kerja ilmiah menurut *Scientific Thinking Test for K-12* (National Research Council, 2012) yaitu : a) Merumuskan masalah, b) Menerapkan konsep, c) Merumuskan hipotesis, d) Merumuskan variabel, e) mendefinisikan operasional variabel, f) Mengkomunikasikan data, g) Menganalisis data dan h) Membuat kesimpulan.

b. Kriteria Penilaian Keterampilan Kerja Ilmiah

Kriteria keterampilan kerja ilmiah siswa diperoleh dari hasil penilaian lembar kerja praktikum dan lembar observasi. Nilai keterampilan kerja ilmiah siswa dihitung dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- a) Memberikan skor pada hasil pekerjaan siswa yaitu pada lembar kerja praktikum dan lembar observasi berdasarkan rubrik penilaian yang telah dibuat pada tabel 3.1 berikut

Tabel 3.1 Rubrik Penilaian Keterampilan Kerja Ilmiah Tiap – tiap Indikator

Indikator	Skor	Kriteria
Merumuskan masalah	4	Membuat kalimat tanya yang mengarah pada proses penelitian serta menanyakan dua hal yang saling berhubungan dengan menggunakan kalimat jelas dan spesifik.
	3	Membuat kalimat tanya yang mengarah pada proses penelitian serta menanyakan dua hal yang saling berhubungan, tetapi menggunakan kalimat kurang jelas atau tidak spesifik.

	2	Membuat kalimat tanya yang mengarah pada proses penelitian tetapi tidak menanyakan dua hal yang saling berhubungan.
	1	Membuat kalimat tanya yang tidak mengarah pada proses penelitian serta tidak menanyakan dua hal yang saling berhubungan.
Menerapkan konsep	4	Dapat mengidentifikasi konsep secara benar dan jelas sesuai dengan masalah yang akan diteliti, sehingga dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis.
	3	Dapat mengidentifikasi konsep secara benar dan sesuai dengan masalah yang akan diteliti, tetapi kebenaran konsep untuk dikaitkan dengan permasalahan masih diragukan dan konsep dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis
	2	Dapat mengidentifikasi konsep, akan tetapi masih kurang benar dan kurang jelas terhadap masalah yang akan diteliti, sehingga tidak dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis.
	1	Tidak dapat mengidentifikasi konsep yang sesuai dengan masalah yang akan diteliti, sehingga tidak dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis.
Merumuskan hipotesis	4	Menyatakan jawaban sementara sesuai dengan rumusan masalah yang diteliti disertai dengan alasan yang jelas dan logis sesuai informasi yang dikumpulkan pada tahap menerapkan konsep.
	3	Menyatakan jawaban sementara sesuai dengan rumusan masalah yang diteliti disertai dengan alasan yang jelas dan logis tetapi kurang sesuai dengan informasi yang dikumpulkan pada tahap menerapkan konsep.
	2	Menyatakan jawaban sementara yang tidak sesuai dengan rumusan masalah yang diteliti tetapi masih disertai dengan alasan yang jelas dan logis.
	1	Berisi pernyataan tentang jawaban sementara yang tidak sesuai dengan rumusan masalah yang diteliti serta memberikan alasan yang tidak jelas dan tidak logis.
Merumuskan variabel	4	Dapat menentukan variabel kontrol, manipulasi dan respon sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat.
	3	Dapat menentukan dua jenis variabel yang sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat.
	2	Dapat menentukan satu jenis variabel yang sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat.
	1	Tidak dapat menentukan variabel yang sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat.

Mendefinisikan operasional variabel	4	Dapat mendefinisikan cara mengukur atau cara kerja dari variabel kontrol, manipulasi dan respon yang mengarah pada prosedur kerja dengan menggunakan kalimat yang jelas.
	3	Dapat mendefinisikan cara mengukur atau cara kerja dari dua variabel yang mengarah pada prosedur kerja dengan menggunakan kalimat yang jelas.
	2	Dapat mendefinisikan cara mengukur atau cara kerja dari satu variabel yang mengarah pada prosedur kerja dengan menggunakan kalimat yang jelas.
	1	Tidak dapat mendefinisikan cara mengukur atau cara kerja dari variabel sehingga tidak dapat mengarah jelas ke prosedur kerja.
Mengkomunikasikan data dalam bentuk tabel atau grafik	4	Memasukkan data hasil penelitian ke dalam tabel yang menghubungkan antara dua variabel yaitu manipulasi dan respon secara tepat serta dapat mengubahnya menjadi grafik dengan skala yang tepat dan memberikan keterangan pada sumbu absis dan ordinat.
	3	Memasukkan data hasil penelitian ke dalam tabel yang menghubungkan antara dua variabel yaitu manipulasi dan respon secara tepat serta dapat mengubahnya menjadi grafik dengan skala yang tepat, tetapi belum memberikan keterangan pada sumbu absis dan ordinat.
	2	Memasukkan data hasil penelitian ke dalam tabel yang menghubungkan antara dua variabel yaitu manipulasi dan respon secara tepat, akan tetapi siswa tersebut tidak mengubahnya ke dalam grafik
	1	Memasukkan data hasil percobaan ke dalam tabel secara tidak tepat, sehingga tidak menghubungkan antar dua variabel manipulasi dan respon serta tidak dapat mengubahnya ke dalam grafik.
Menganalisis data	4	Dapat menjelaskan makna data hasil penelitian antara variabel kontrol, manipulasi dan respon dengan mengaitkan pada teori atau konsep yang benar.
	3	Dapat menjelaskan makna data hasil penelitian antara variabel manipulasi dan respon dengan mengaitkan pada teori atau konsep yang benar.
	2	Menjelaskan makna diluar data hasil penelitian dan belum dapat mengaitkan pada teori atau konsep yang benar.
	1	Tidak dapat menjelaskan makna dari data hasil penelitian dengan teori atau konsep yang benar.

Membuat kesimpulan	4	Membuat kesimpulan dengan mengaitkan antara data hasil penelitian, hasil analisis penelitian dan pengetahuan yang relevan secara jelas.
	3	Membuat kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian dan hasil analisis penelitian, akan tetapi keterkaitan dengan pengetahuan yang relevan belum terlalu jelas.
	2	Membuat kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian, akan tetapi tidak berkaitan dengan hasil analisis penelitian dan pengetahuan yang relevan belum terlalu jelas.
	1	Membuat kesimpulan yang tidak berkaitan dengan data hasil penelitian, hasil analisis penelitian dan tidak berkaitan dengan pengetahuan yang relevan.

(Rasmawan, 2017)

- b) Mengubah skor mentah keterampilan kerja ilmiah ke dalam bentuk persentase sebagai berikut:

$$KKI_{l_{kp}} = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (3.1)$$

$$KKI_{obs} = \frac{F}{N} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan :

$KKI_{l_{kp}}$ = nilai keterampilan kerja ilmiah siswa pada penilaian lembar kerja praktikum.

KKI_{obs} = nilai keterampilan kerja ilmiah siswa pada lembar observasi.

F = skor mentah yang diperoleh siswa.

N = skor maksimum.

(Skor maksimum dalam penilaian lembar kerja praktikum dan lembar observasi adalah 32)

(Maimuna, 2016 : 98)

- c) Menghitung interpretasi sebaran kemampuan siswa disetiap indikator pada masing-masing kategori dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Interpretasi jumlah siswa} = \frac{\text{Jumlah siswa disetiap kategori}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \times 100\% \quad (3.3)$$

- d) Menentukan kategori keterampilan kerja ilmiah berdasarkan skala kategori kemampuan sebagai berikut:

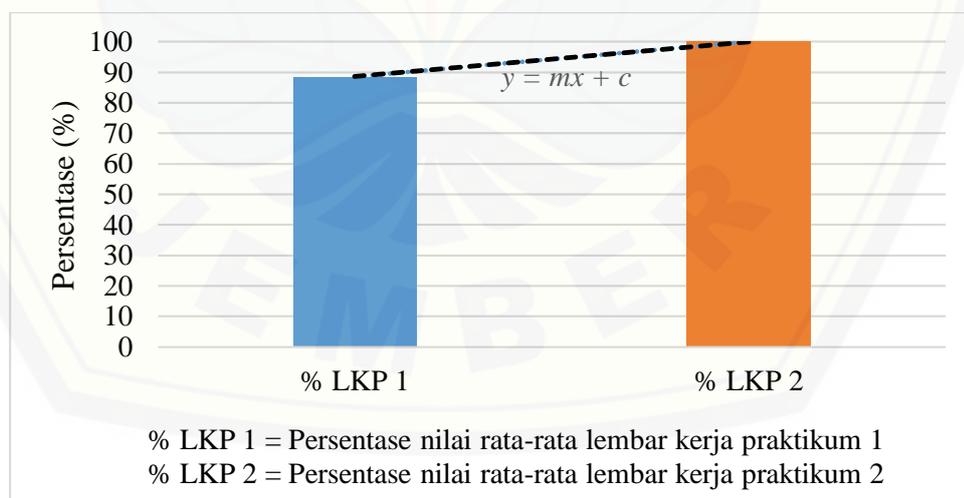
Tabel 3.2 Kategori Kemampuan Keterampilan Kerja Ilmiah

Persentase (%)	Kategori Kemampuan
81 – 100	Sangat terampil
61 – 80	Terampil
41 – 60	Cukup terampil
21 – 40	Kurang terampil
0 – 20	Sangat Kurang terampil

(Arikunto, 2013:297)

3.7.2 Analisis Data Peningkatan Kemampuan Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa

Untuk mengetahui adanya peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah peneliti menggunakan perbandingan grafik antara rata-rata hasil lembar kerja praktikum 1 dengan lembar kerja praktikum 2 dan rata-rata hasil penilaian lembar observasi 1 dengan penilaian lembar observasi 2 yang dianalisis menggunakan garis *trendline* berupa grafik pada *microsoft excel* dengan melihat nilai kemiringan atau gradien (m) garis antar dua grafik tersebut seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 Analisis Grafik Trendline pada Ms. Excel Untuk Mengetahui Nilai Gradien Berdasarkan Persamaan $y = mx + c$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh pada hasil dan pembahasan penelitian implementasi media simulasi *crocodile physics* terhadap keterampilan kerja ilmiah siswa SMA pada pokok bahasan momentum dan tumbukan yang telah diuraikan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* menunjukkan bahwa siswa sudah sangat terampil dalam merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengkomunikasikan data serta memiliki kemampuan terampil dalam menerapkan konsep, merumuskan variabel dan mendefinisikan operasional variabel. Sedangkan pada indikator menganalisis data dan membuat kesimpulan memiliki kemampuan cukup terampil.
- b. Terdapat peningkatan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa dari praktikum 1 ke praktikum 2 saat menggunakan media simulasi *crocodile physics* pada seluruh indikator. Untuk indikator menganalisis data baik pada penilaian lembar kerja praktikum dan lembar observasi berdasarkan gradien garis antar kedua grafik terjadi peningkatan kemampuan yang relatif kecil.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan penelitian implementasi media simulasi *crocodile physics* terhadap keterampilan kerja ilmiah siswa SMA pada pokok bahasan momentum dan tumbukan, maka saran yang diberikan sebagai berikut:

- a. Bagi guru, karena pada indikator menganalisis data dan membuat kesimpulan siswa memiliki kemampuan dalam kategori cukup terampil serta memiliki nilai peningkatan kemampuan yang relatif kecil, maka dalam pembelajaran praktikum sehari-hari harus diadakan pelatihan dan bimbingan secara berkelanjutan kepada siswa pada saat praktikum tentang cara menganalisis data

hasil percobaan dan membuat kesimpulan secara benar agar kemampuan siswa mengalami peningkatan pada kategori terampil atau sangat terampil.

- b. Bagi guru, ketika akan menggunakan media simulasi *crocodile physics* dalam pembelajaran praktikum, sebaiknya menyiapkan laptop atau PC dalam jumlah yang mencukupi dan dalam satu kelompok maksimal diisi 4 siswa agar praktikum berjalan efektif.
- c. Bagi sekolah, apabila fasilitas alat dan bahan di laboratorium bersifat terbatas, sebaiknya sekolah menyediakan layanan fasilitas laboratorium virtual kepada guru dan siswa, sehingga pelaksanaan praktikum tetap berjalan pada setiap meteri pembelajaran.
- d. Bagi peneliti lain, ketika akan melaksanakan penelitian yang serupa perlu mempertimbangkan pembagian antara jumlah laptop atau PC dengan jumlah siswa dalam satu kelompok dan memberikan arahan serta bimbingan praktikum secara lebih jelas kepada siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2016. *Fisika Dasar I*. Bandung: ITB Press.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineke Cipta.
- Arsyad. 2011. *Media Pengajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Arsyad. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja grafindo Persada.
- BSNP. 2006. *Permendiknas No. 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- Budi. 2014. Implementasi Model Pembelajaran Physics – Edutainment dengan Bantuan Media *Crocodile Physics* Pada Mata Pelajaran Fisika. *Journal Unnes*. Vol. 3 (1): 30-36.
- Chan dan Wilton. 2009. Evaluating Learning Experiences In Virtual Laboratory Training Through Student Perceptions: A Case Study In Electrical And Electronic Engineering At The University Of Hongkong. *A Journal Of The Higher Education Academy*. Vol. 4 (2): 70-76.
- Collette dan Chiappetta. 1994. *Science Instruction In The Middle and Secondary Schools (3rd ed)*. New York: Merrill.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2013. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Etkina E, dkk. 2006. Scientific Abilities and Their Assesment. *Physics Education Research*. Vol. 2 (2): 1-15.
- Flik dan Lederman A. 2006. *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implication for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Netherlands: Springer.
- Giancoli, Douglas C. 2010. *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, Resnick, dan Walker. 2010. *Fisika Dasar Jilid 1 Edisi Ketujuh*. Jakarta: Erlangga.

- Hamalik, Oemar. 2007. *Dasar-dasar Pengembangan Kurikulum*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Hamdiyati dan Kusnadi. 2008. Profil Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Kerja Ilmiah pada Matakuliah Mikrobiologi. *Jurnal Pengajaran MIPA*. Vol. 10 (2). Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hanif, Muhammad dan Pintauli Saragih. 2014. Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Dasar-dasar Kelistrikan. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 39-49.
- Harlen. 1992. *Teaching of Science*. London: Fulton Publisher.
- Indrawati. 1999. *Keterampilan Proses Sains: Tinjauan Kritis dari Teori ke Praktis*. Bandung: Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Karagoz dan Ozdener. 2010. Evaluation of The Usability of Different Virtual Lab Software Used in Physics Courses. *Bulgarican Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*. Vol. 4 (2): 216-235.
- Karelina dan Etkina. 2007. Acting Like Physicist: Student Approach Study Experimental Design. *Physics Education Research*. Vol 3 (2): 1-12.
- Kemendikbud. 2013. *Permendikbud No.66 Tentang Standar Penilaian Pendidikan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lefkos, Dimitri, dan Euripides. 2011. Designing Experiments On Thermal Interactions by Secondary School Students in a Simulated Laboratory Environment. *Research in Science & Technological Education*, Vol 29 (2): 189-204.
- Lindgren dan Schwartz. 2009. Spatial Learning and Computer. *International Journal of science Education*. Vol. 31 (3): 419-438.
- Maidana, Monaliza, Suelen, dan Vito. 2016. The Rolling With Slipping Experiment In The Virtual Physics Laboratory Context-Based Teaching Material. *Physics Education Research*. Vol. 51: 1-10.

- Maimuna. 2016. Analisis Keterampilan Kerja Ilmiah Dalam Praktikum Koloid Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Siswa Kelas XI IPA 2 MAN 2 Pontianak. *Ar – Razi Jurnal Ilmiah*. Vol. 4 (2): 95-108.
- Miller, Jim. 2002. *Review Crocodile Physics*. Online available at: http://ww2.usj.edu/faculty_pages/jarzt/ED570-02-physics.htm. (Diakses 27 Februari 2018).
- National Research Council. 2012. *A Framework for K – 12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept and Core Ideas*. New York: National Academic Press.
- NSTA dan AETS. 1998. *Standards for Science Teacher Preparation*. Washington DC: National Academy Press.
- Purwadi, Heri.. 2013. Penerapan Model Pembelajaran Visual *Software Crocodile Physics* untuk Peningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas XI TPC SMK TKM Teknik Purworejo Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Radiasi Pendidikan Fisika*. Vol 4 (1): 22-25.
- Ramsey. 1995. Reform Movement Implication Sosial Responsibility. *Journal Science Education*. Vol 77 (2): 235-258.
- Rasmawan. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Pada Pelajaran Kimia Untuk Memberdayakan Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Rustaman. 2003. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UPI.
- Rutten, Veen, Wouter, dan Joolingen. 2015. Inquiry-Based Whole-Class Teaching with Computer Simulations in Physics. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- Sahin. 2006. Computer Simulation In Science Education: Implication for Distance Education. *Turkish Online Journal of Distance Education*. Vol. 7 (4): 132-146.
- Soemardjan. 2002. *Pendidikan Keterampilan*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.

- Sudjana. 2009. *Dasar – dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Supahar. 2014. The Estimation of Inquiry Performance Test Items of High School Physics Subject with Quest Program. *Proceeding of International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences 2014*. Yogyakarta: Yogyakarta State University.
- Susanto. 2013. Keefektifan Pemanfaatan Media Simulasi untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterlibatan Siswa. *Unnes Physics Education Journal*. Vol. 2 (2): 8-12.
- Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif – Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Group.
- Trianto. 2014. *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wenning. 2007. Assessing Inquiry Skills as a Component of Scientific Literacy. *Journal Physics Teacher Educatin Online*. Vol 4 (2): 21-24, diakes 27 Februari 2018.
- Yang dan Sheng. 2007. The Impact of Internet Virtual Physics Laboratory Instruction on the Achievement in Physics, Science Process Skills and Computer Attitudes of 10th-Grade Students. *Journal Science Education Technology*. Vol. 16: 451-461.

Lampiran A.

MATRIKS PENELITIAN

Nama : Moch. Wildan Kamali
 NIM : 140210102066

Judul	Tujuan Penelitian	Jenis Penelitian	Sumber Data	Teknik Pengambilan Data	Analisis Data	Alur Penelitian
Implementasi Media Simulasi <i>Crocodile Physics</i> Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan.	1. Mendeskripsikan tingkat kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa saat menggunakan media simulasi <i>crocodile physics</i> . 2. Mengkaji peran media simulasi <i>crocodile physics</i> dalam meningkatkan kemampuan keterampilan kerja ilmiah siswa.	1. Jenis penelitian: Penelitian deskriptif 2. Variabel bebas: Media simulasi <i>crocodile physics</i> . 3. Variabel kontrol: a. Momentum dan tumbukan. b. Siswa. 4. Variabel terikat: Keterampilan Kerja Ilmiah : a. Merumuskan masalah. b. Menerapkan konsep.	1. Responden: 1 kelas dari kelas X MIPA di SMA Negeri Jenggawah. 2. Informan : a. Guru bidang studi fisika. b. Siswa kelas X MIPA. 3. Bahan rujukan literatur yang digunakan. a. Jurnal penelitian yang	1. Penentuan daerah penelitian : <i>Purposive sampling area</i> . 2. Metode Penentuan sampel : <i>Purposive Sampling</i> . 3. Metode pengumpulan data keterampilan kerja ilmiah siswa : a. Penilaian lembar kerja praktikum dan Observasi : 1) Merumuskan masalah. 2) Menerapkan Konsep. 3) Merumuskan hipotesis. 4) Merumuskan variabel.	1. Metode Analisis Data: Keterampilan kerja ilmiah siswa yang diwujudkan dalam lembar kerja praktikum dinilai sesuai dengan rubrik dan kriteria penskoran yang sudah ditentukan tiap – tiap indikator. 2. Mengubah skor mentah penilaian lembar kerja praktikum ke dalam bentuk persentase dengan rumus sebagai berikut : $KKI_{lkp} = \frac{F}{N} \times 100\%$ $KKI_{obs} = \frac{F}{N} \times 100\%$ KKI _{lkp} = nilai keterampilan kerja ilmiah siswa melalui penilaian lembar kerja praktikum.	Alur penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : a. Melakukan persiapan dengan cara menyiapkan surat pengantar observasi dan penelitian dari pihak FKIP Universitas Jember; b. Melakukan observasi sekolah; c. Menentukan populasi dengan teknik <i>purposive sampling area</i> ; d. Merencanakan perangkat pembelajaran yang akan digunakan dalam penelitian; e. Mengadakan dokumentasi berdasarkan nilai praktikum materi sebelumnya; f. Menentukan sampel dengan teknik <i>purposive sampling area</i> ;

		<p>c. Merumuskan hipotesis.</p> <p>d. Merumuskan variabel.</p> <p>e. Definisi operasional variabel.</p> <p>f. Mengkomunikasikan data dalam bentuk tabel/grafik.</p> <p>g. Menganalisis data.</p> <p>h. Membuat kesimpulan.</p>	<p>bersifat relevan.</p> <p>b. Buku fisika dasar untuk universitas.</p> <p>c. Buku paket siswa.</p>	<p>5) Definisi operasional variabel.</p> <p>6) Menganalisis data.</p> <p>7) Mengkomunikasikan data dalam bentuk tabel/grafik.</p> <p>8) Membuat Kesimpulan.</p>	<p>KKI_{obs} = nilai keterampilan kerja ilmiah siswa melalui lembar observasi.</p> <p>F = skor mentah yang diperoleh siswa.</p> <p>N = skor maksimum</p> <p>3. Menghitung interpretasi jumlah siswa disetiap indikator pada masing-masing kategori dengan cara sebagai berikut:</p> $IJS = \frac{JSK}{JSS} \times 100\%$ <p>IJS = Interpretasi jumlah siswa setiap kategori.</p> <p>JSK = Jumlah siswa setiap kategori</p> <p>JSS = Jumlah siswa seluruhnya</p> <p>4. Menentukan kategori keterampilan kerja ilmiah :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Persentase (%)</th> <th style="text-align: center;">Kategori Kemampuan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">81 – 100</td> <td style="text-align: center;">Sangat terampil</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">61 – 81</td> <td style="text-align: center;">Terampil</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">41 – 60</td> <td style="text-align: center;">Cukup terampil</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">21 – 40</td> <td style="text-align: center;">Kurang terampil</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0 – 20</td> <td style="text-align: center;">Sangat kurang terampil</td> </tr> </tbody> </table>	Persentase (%)	Kategori Kemampuan	81 – 100	Sangat terampil	61 – 81	Terampil	41 – 60	Cukup terampil	21 – 40	Kurang terampil	0 – 20	Sangat kurang terampil	<p>g. Melaksanakan kegiatan belajar mengajar menggunakan media simulasi <i>crocodile physics</i>;</p> <p>h. Mengumpulkan data yang diperoleh dari lembar praktikum, observasi dan wawancara;</p> <p>i. Menganalisis data penelitian;</p> <p>j. Mendapatkan hasil dari analisis data penelitian;</p> <p>k. Membuat pembahasan dari hasil analisis data yang diperoleh;</p> <p>l. Menarik kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.</p>
Persentase (%)	Kategori Kemampuan																	
81 – 100	Sangat terampil																	
61 – 81	Terampil																	
41 – 60	Cukup terampil																	
21 – 40	Kurang terampil																	
0 – 20	Sangat kurang terampil																	

					5. Mengetahui adanya peningkatan kemampuan digunakan analisis grafik pada <i>microsoft excel</i> dengan melihat nilai gradien atau kemiringan garis <i>trendline</i> pada persamaan $y = mx + c$ antara praktikum 1 dan praktikum 2	
--	--	--	--	--	---	--

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Utama

Dr. Sri Handono Budi P., M.Si.
NIP. 19580318 198503 1 004

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Anggota

Drs. Subiki, M.Kes.
NIP. 19630725 199402 1 001

Lampiran B.1.

Car		Truck	
mass (kg)	1000	mass (kg)	3000
vel. (m/s)	20.0	vel. (m/s)	0.0
mom. (kg m/s)	20 000	mom. (kg m/s)	0



Memahami momentum Lari benca yang bergerak

LEMBAR KERJA PRAKTIKUM “ DEFINISI MOMENTUM “

IDENTITAS DIRI

KELOMPOK :

NAMA :

KELAS :

SEKOLAH :

KEGIATAN 1
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
“ DEFINISI MOMENTUM “

Tujuan :

- a. Siswa dapat menganalisis variabel – variabel yang dapat mempengaruhi besar kecilnya momentum suatu benda.
- b. Siswa dapat menjelaskan definisi momentum dari hasil praktikum.

Ilustrasi :

Semua benda yang sedang bergerak memiliki momentum. Momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan suatu benda untuk dihentikan. Artinya semakin besar momentum yang dimiliki oleh suatu benda, semakin sulit untuk menghentikannya, dan semakin besar efek yang ditimbulkan dengan tabrakan atau tumbukan. Sebagai contoh kapal tanker bergerak dengan kecepatan tertentu memiliki momentum sangat besar karena massanya sangat besar. Pesawat dengan massa tertentu memiliki momentum sangat besar pada saat bergerak karena kecepatannya sangat besar.

Indikator 1 Merumuskan Masalah.

Berdasarkan ilustrasi tersebut, buatlah rumusan masalah yang akan diteliti dalam percobaan anda !

a) _____

b) _____

SKOR

--

Indikator 3 Merumuskan Hipotesis.

Dari Indikator 1 merumuskan masalah, buatlah hipotesis percobaan yang akan anda lakukan !

a) _____

b) _____

SKOR**Indikator 4 Merumuskan Variabel.**

Berdasarkan hipotesis yang telah anda rumuskan, maka tentukan variabel – variabel eksperimennya, antara lain :

Percobaan 1, dari hipotesis a.

a. Variabel Kontrol :

b. Variabel Manipulasi :

c. Variabel Respon :

Percobaan 2, dari hipotesis b.

a) Variabel Kontrol :

b) Variabel Manipulasi :

c) Variabel Respon :

SKOR

Indikator 5 Definisi Operasional Variabel

Dari hasil indikator 4 merumuskan variabel, maka buatlah definisi operasional variabelnya pada tabel di bawah ini :

SKOR**Percobaan 1 :**

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.		
2.		
3.		

Percobaan 2 :

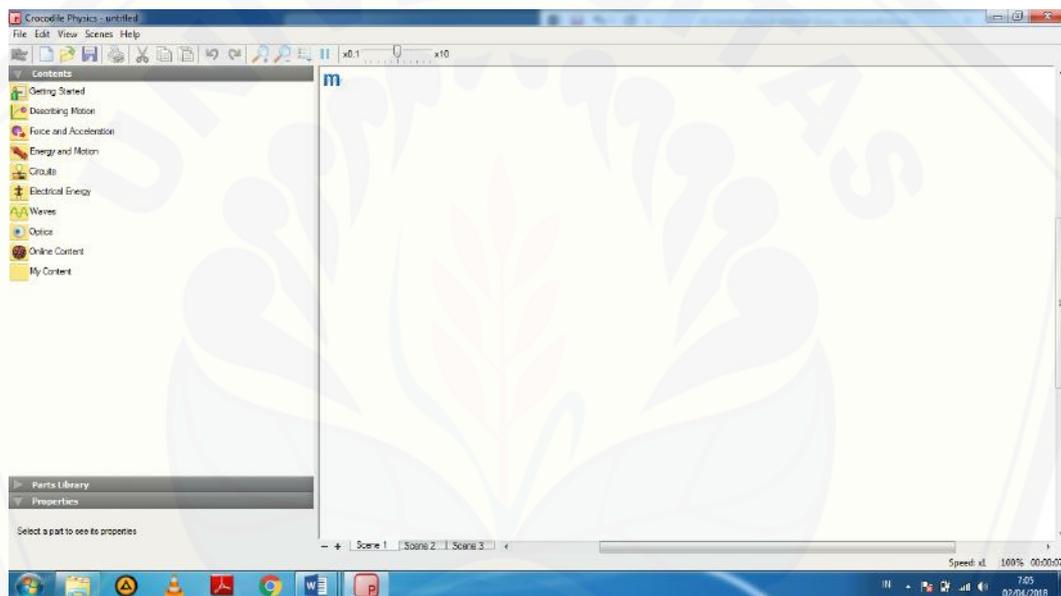
No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.		
2.		
3.		

Alat dan Bahan :

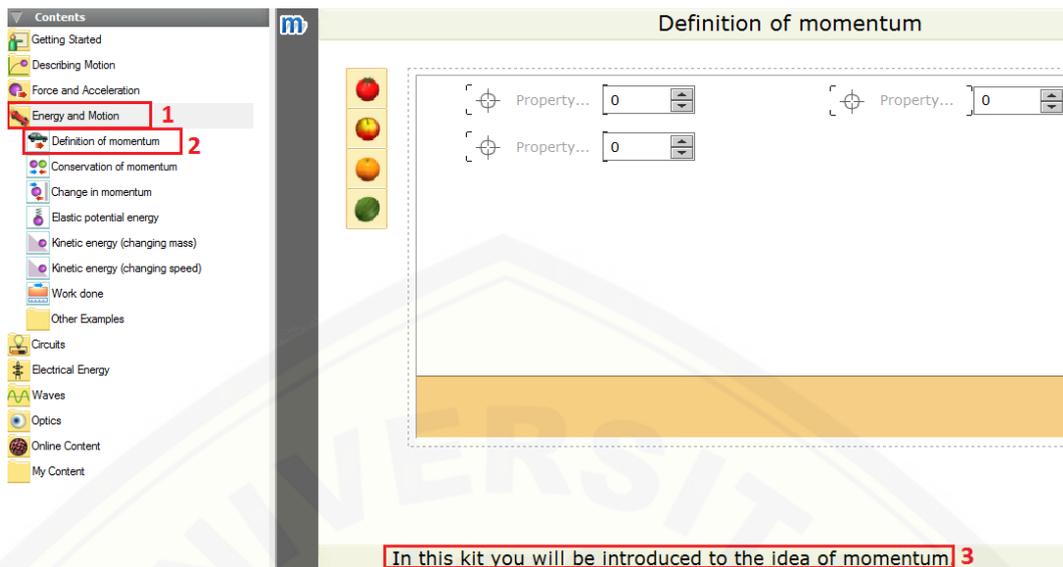
1. Alat
 - *Software crocodile physics*
2. Bahan
 - Benda dengan massa 0,15 kg, 0,1 kg, 0,2 kg, 1 kg, dan 2 kg

Langkah Kerja :

- a) Siapkan *software crocodile physics* pada masing – masing laptop/komputer.
- b) Buka *software* tersebut seperti tampak pada tampilan berikut :

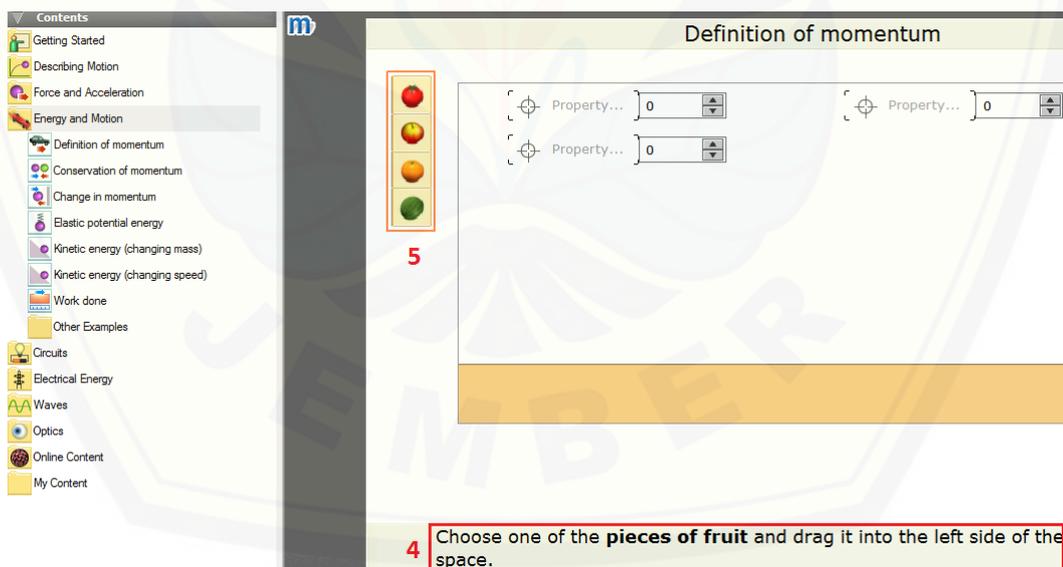


- c) Pilih dan lakukan :
 1. Klik "*energy dan motion*"
 2. Kemudian pilih "*definition of momentum*" seperti tampilan berikut :



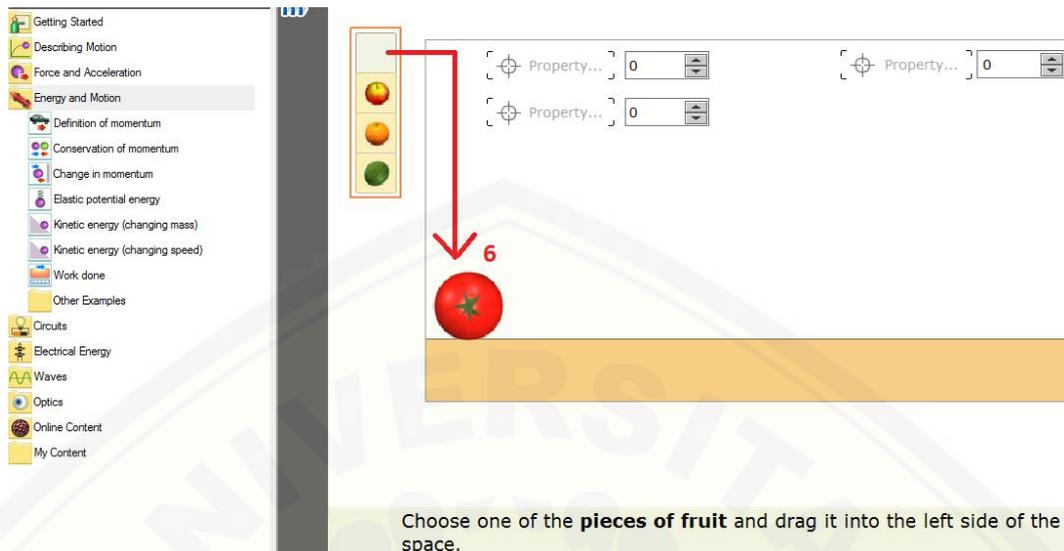
3. Kemudian perhatikan dialog atau petunjuk dibagian bawah *software* tersebut “ *In this kit you wil be introduced to the idea of momentum*”, dalam kit tersebut Anda akan belajar tentang pengertian dari momentum, **lalu klik panah arah kanan.**

d) Perhatikan dialog berikut :



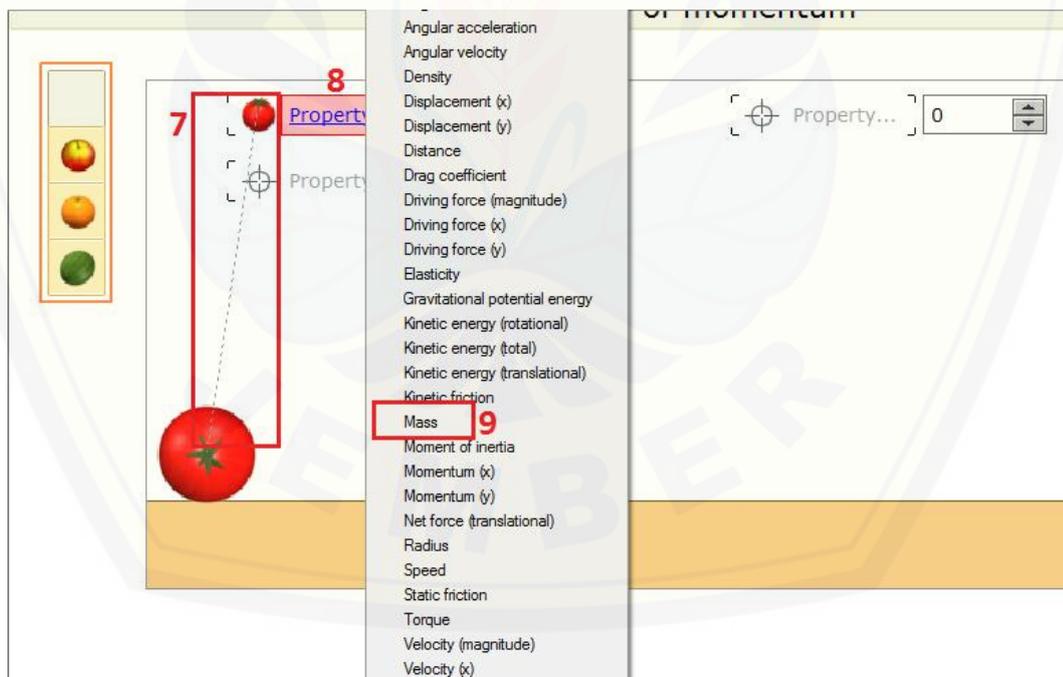
4. Perhatikan petunjuk dibawah, ”*choose one of the pieces of fruit and drag it into the left side of space*”.

5. Pilih salah satu buah untuk percobaan.



6. Seret salah satu buah yang sudah dipilih untuk diseret ke sisi ruang kiri, lalu klik panah arah kanan

e) Perhatikan dialog berikut :

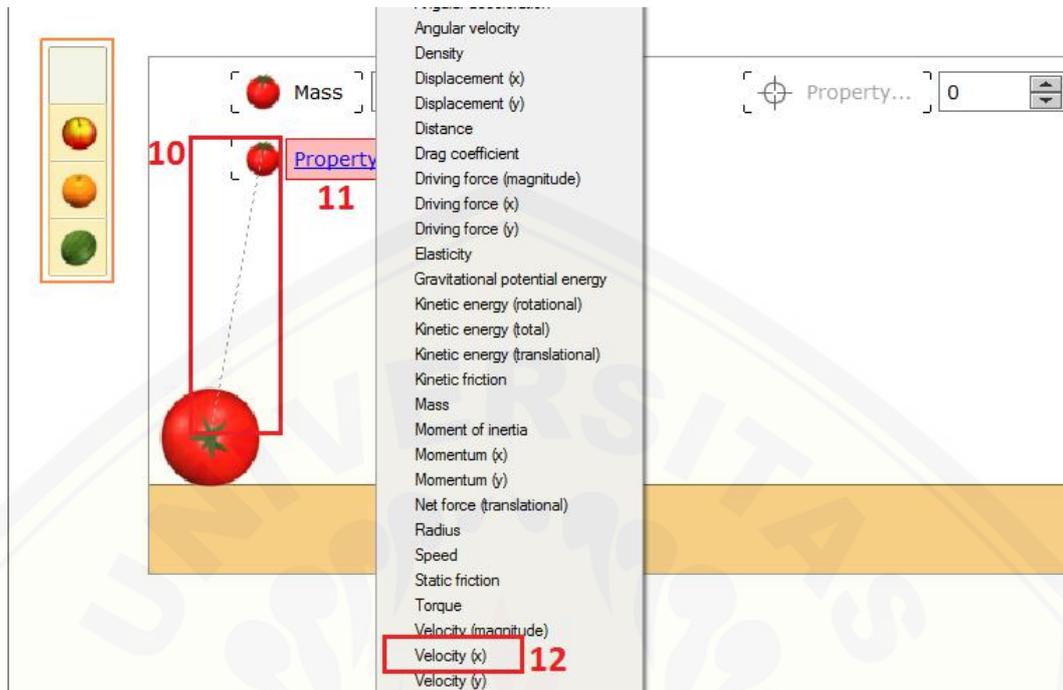


7. Tarik symbols \oplus menuju pusat buah.

8. Pada kotak **property**, klik.

9. Kemudian, pilih **mass**.

f) Pada dialog yang sama, perhatikan langkah berikut :

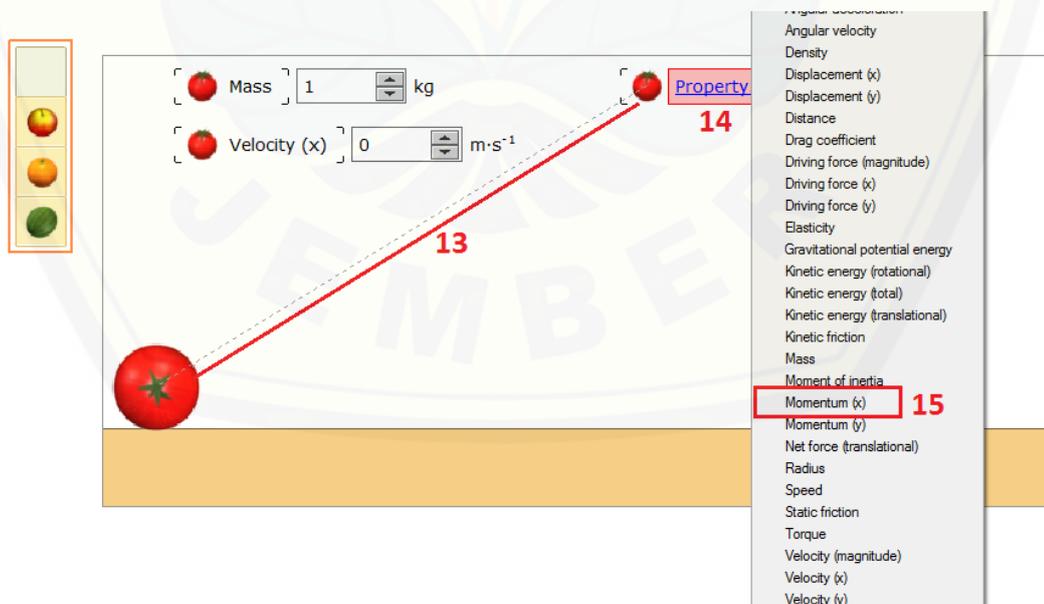


10. Tarik symbols  menuju pusat buah.

11. Pada kotak **property**, klik.

12. Kemudian, pilih **velocity (x)**.

g) Pada dialog yang sama, perhatikan langkah berikut :



13. Tarik symbols  menuju pusat buah.

14. Pada kotak **property**, klik.

15. Kemudian, pilih **momentum (x)**.

h) Pastikan besaran untuk pengukuran sudah sesuai seperti gambar berikut :

Give the fruit a velocity of 1 m/s to the right by dragging the **handle** on the fruit. What is its momentum?

16. Pastikan, besaran **mass**, **velocity (x)**, dan **momentum (x)** seperti gambar diatas.

Setelah selesai, klik panah arah kanan.

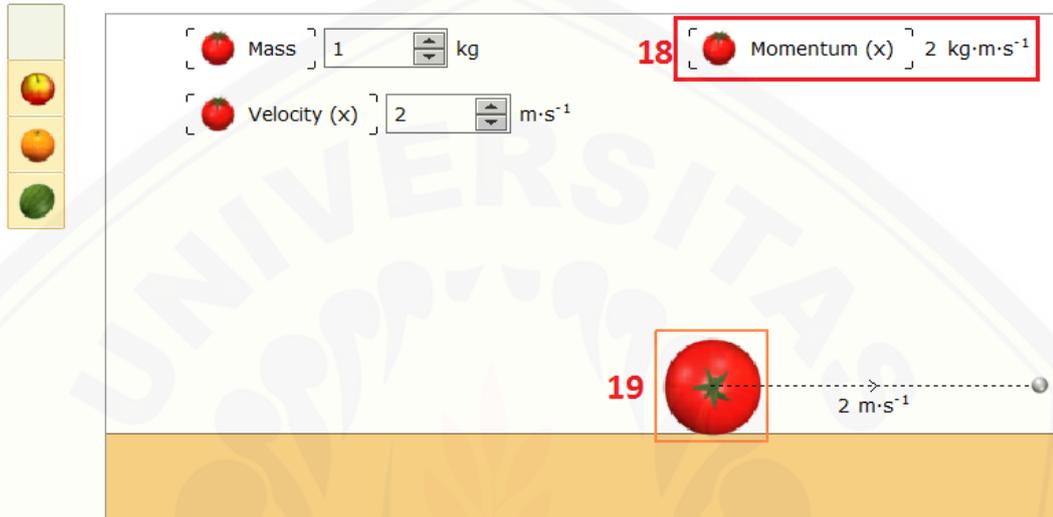
i) Perhatikan dialog berikutnya :

Give the fruit a velocity of 1 m/s to the right by dragging the **handle** on the fruit. What is its momentum?

17. “ Give the fruit a velocity of 1 m/s to the right by dragging the handle on the fruit. what is momentum? “

Berikan buah dengan kecepatan 2 m/s ke kanan dengan menyeret titik pusat buah. Apa itu momentum?

j) Perhatikan dialog berikutnya :

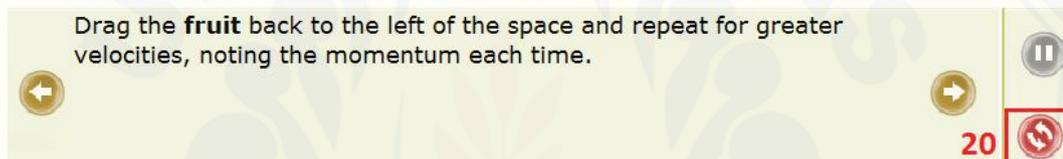
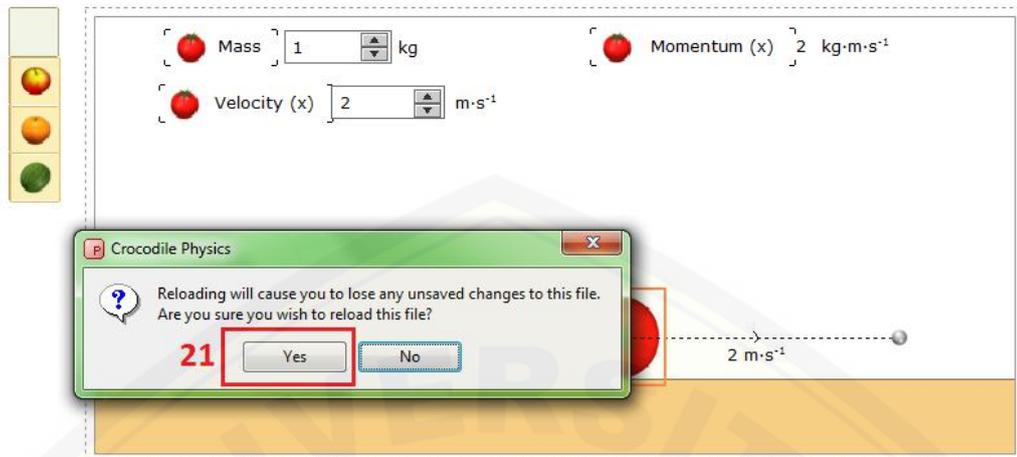


Drag the **fruit** back to the left of the space and repeat for greater velocities, noting the momentum each time.

18. Perhatikan besaran momentum (x) yang terukur dalam *software* tersebut, dan catat hasil percobannya pada tabel percobaan.

19. Perhatikan dialog dibawah, seret buah kembali ke sisi ruang kiri dan ulangi untuk kecepatan yang lebih besar, dan perhatikan momentumnya.

k) Perhatikan dialog berikut :



20. Sebelum mengulangi percobaan klik symbol  dan akan muncul kotak dialog nomor 21, lalu klik **yes**.

21. Ulangi percobaan tersebut, sesuai dengan petunjuk praktikum.

Indikator 6 Komunikasi Data.**Percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda**

No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)
1	1 kg	1 m/s	
2	1 kg	3 m/s	
3	1 kg	5 m/s	
4	1 kg	7 m/s	
5	1 kg	9 m/s	

SKOR**Grafik percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda****Percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda**

No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)
1	0,10 kg	3 m/s	
2	0,15 kg	3 m/s	
3	0,20 kg	3 m/s	
4	1 kg	3 m/s	
5	2 kg	3 m/s	

Grafik percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda**Indikator 7 Menganalisis Data.**

Berdasarkan data yang telah anda selesaikan pada indikator 6 komunikasi data, buatlah suatu analisis terhadap data yang disajikan dalam tabel dan grafik tersebut!

Analisis Percobaan 1 :

Analisis Percobaan 2 :

SKOR

Indikator 8 Menarik Kesimpulan.

SKOR
<div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 80px; margin: 0 auto;"></div>

Apa yang anda perhatikan saat kecepatan meningkat ?

- a. Momentum meningkat
- b. Momentum menurun
- c. Momentum tidak berubah

Jawaban : _____

Alasan : _____

Apa yang anda perhatikan saat massa diperbesar ?

- a. Momentum meningkat
- b. Momentum menurun
- c. Momentum tidak berubah

Jawaban : _____

Alasan : _____

Berdasarkan percobaan yang telah anda lakukan, apa yang dapat disimpulkan tentang definisi momentum?

Lampiran B.2.



LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

“ HUKUM KEKALKAN MOMENTUM “



IDENTITAS DIRI

Kelompok	:
Nama	:
Kelas	:
Sekolah	:

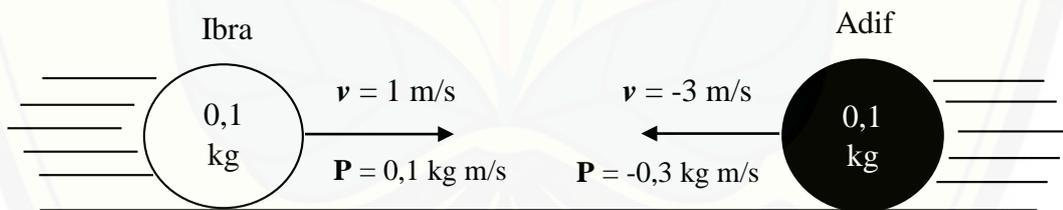
KEGIATAN 2
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
“ HUKUM KEKALKAN MOMENTUM “

Tujuan :

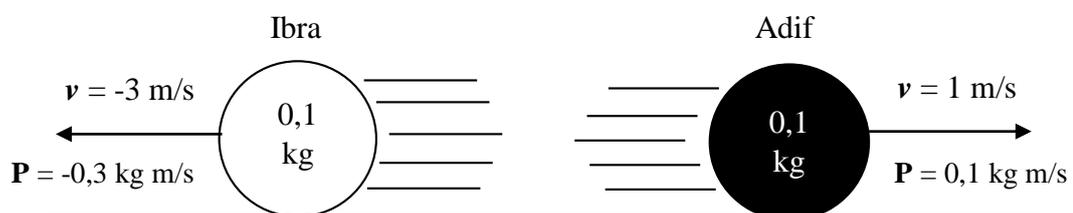
- a. Siswa dapat membuktikan berlakunya hukum kekekalan momentum yang terjadi dalam suatu tumbukan.
- b. Siswa dapat menentukan jenis tumbukan yang terjadi pada kedua benda berdasarkan koefisien restitusi.

Ilustrasi :

Pada hari Minggu Ibra dan Adif sedang bermain kelereng. Kelereng yang dipegang oleh keduanya memiliki massa yang sama sebesar 0,1 kg. Pada saat permainan berlangsung Ibra dan Adif saling melontarkan kelereng ke arah berlawanan dengan masing-masing kecepatan kelereng Ibra 1 m/s dan kelereng Adif dengan kecepatan -3 m/s. Kedua kelereng tersebut memiliki momentum, dengan kelereng Ibra memiliki momentum sebesar 0,1 kg m/s dan kelereng Adif memiliki momentum sebesar -0,3 kg m/s.



Kemudian kedua kelereng tersebut saling mendekat dan bertumbukan, setelah bertumbukan, kecepatan kelereng Ibra menjadi -3 m/s dan kelereng Adif menjadi 1 m/s dan keduanya bergerak saling menjauh dan berlawanan arah. Sehingga momentum kedua kelereng mengalami perubahan, kelereng Ibra memiliki momentum sebesar -0,3 kg m/s dan kelereng Adif memiliki momentum sebesar 0,1 kg m/s.



Indikator 3 merumuskan hipotesis.

Dari indikator 1 merumuskan masalah, buatlah hipotesis percobaan yang akan anda lakukan !

SKOR

Indikator 4 merumuskan variabel.

Berdasarkan hipotesis yang telah Anda rumuskan, maka tentukan variabel – variabel eksperimennya, antara lain :

a. Variabel manipulasi :

b. Variabel kontrol :

c. Variabel respon :

SKOR

Indikator 5 definisi operasional variabel

Dari hasil indikator 4 merumuskan variabel, maka buatlah definisi operasional variabelnya pada tabel di bawah ini :

SKOR

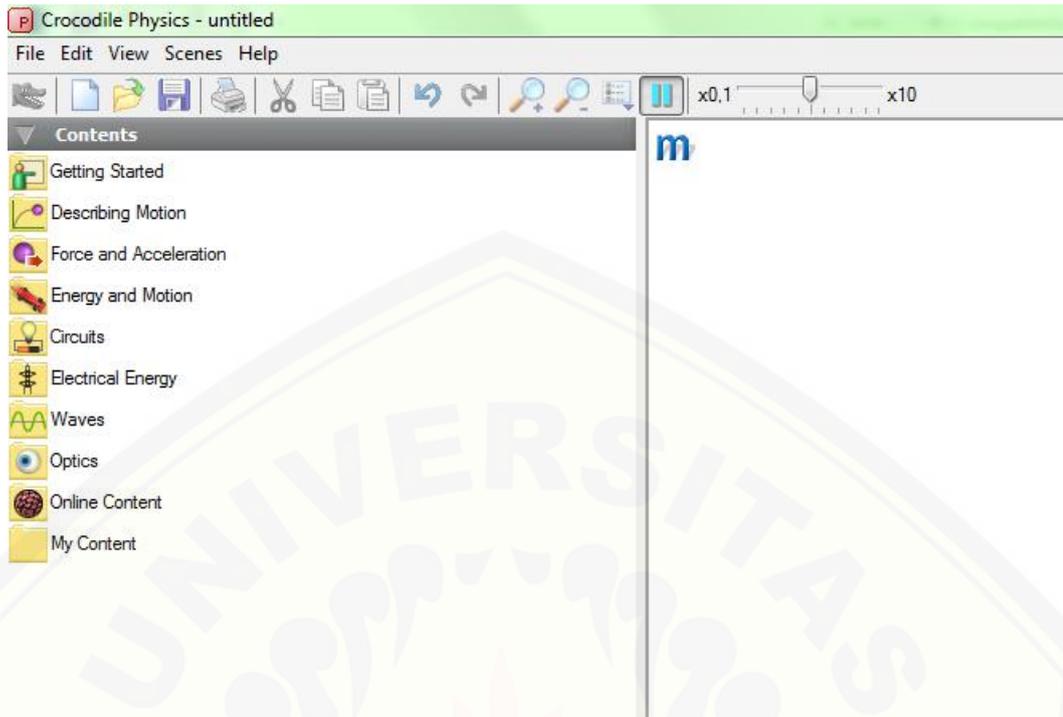
No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

Alat dan Bahan :

1. Alat
 - *Software crocodile physics*
2. Bahan
 - Benda dengan massa 1 kg, 2 kg, 3 kg, dan 4 kg

Langkah Kerja :

1. Siapkan *software crocodile physics* pada masing – masing laptop/komputer.
2. Buka *software* tersebut seperti tampak pada tampilan berikut :



3. Pilih pada bagian “contents” lalu pilih “energy dan motion” kemudian pilih “conservation of momentum” sampai keluar tampilan sebagai berikut:

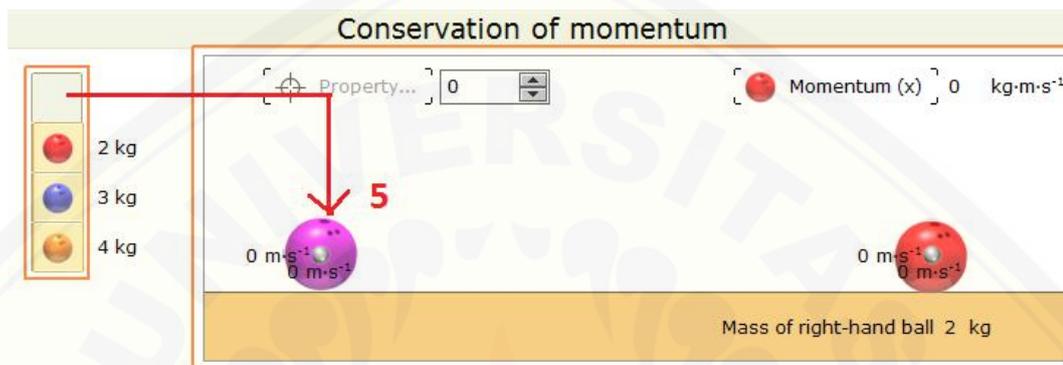


In this kit you will learn that momentum is conserved in a perfectly elastic collision. **4**

4. Kemudian perhatikan dialog atau petunjuk dibagian bawah software tersebut “*In this kit you will learn that momentum is conserved in a perfectly*

elastic collision”. Artinya, dalam kit tersebut Anda akan belajar bahwa momentum dilestarikan dalam suatu gabungan elastis sempurna.

5. Klik tombol arah panah kanan pada bagian bawah, dan perhatikan dialog atau petunjuk tersebut. “*Choose one of the bowling balls and drag it to the left of the space*”. Artinya, pilih salah satu bola bowling dan seret ke kiri atau ke ruang yang kosong. Seperti tampilan berikut :

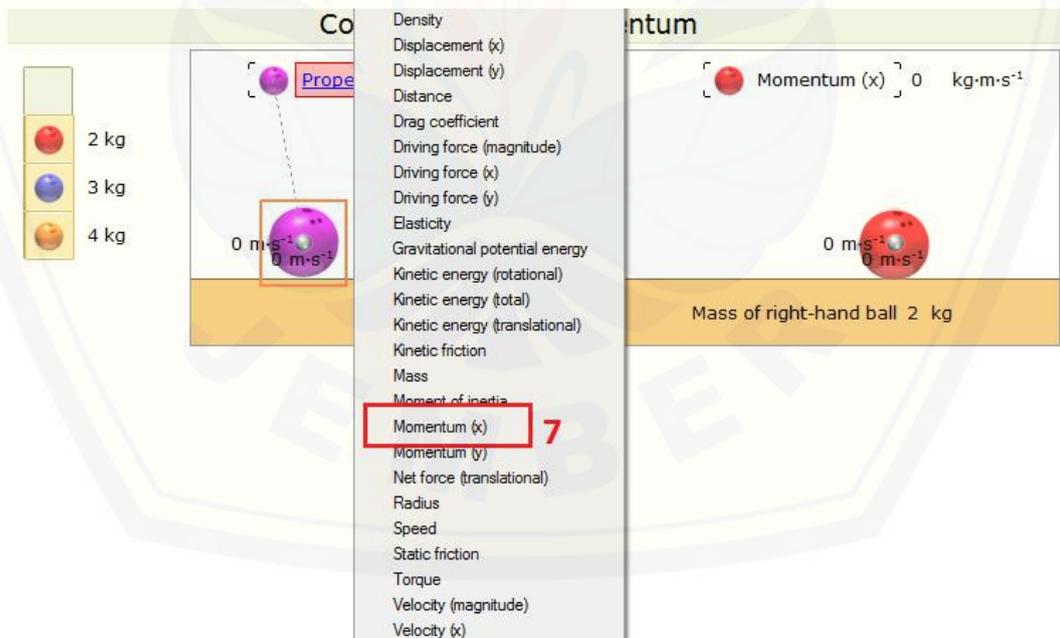


Choose one of the **bowling balls** and drag it to the left of the **space**.

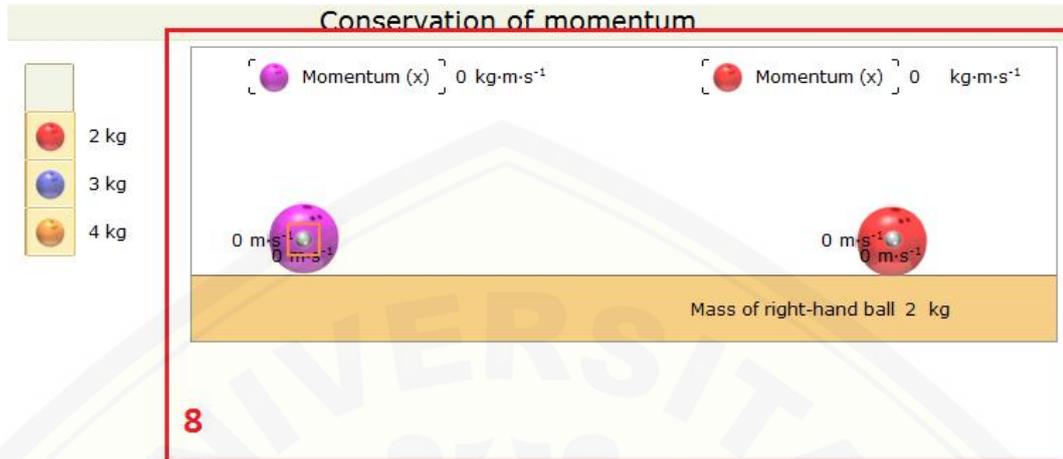
6. Klik tombol arah panah kanan pada bagian bawah, dan perhatikan dialog atau petunjuk tersebut. “*To read property of the ball, drag the target symbol from the number part to the ball*”. Artinya, Untuk membaca properti dari kedua bola tersebut, tarik simbol properti kepada bola, seperti gambar dibawah ini:



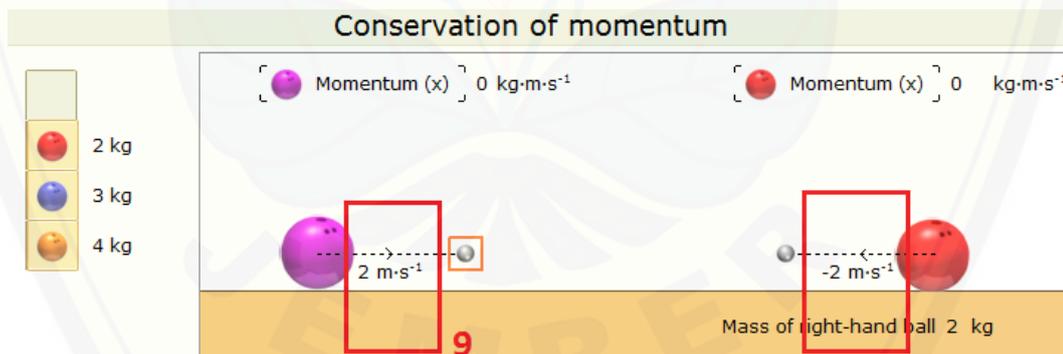
7. Kemudian klik arah panah kanan kembali, dan perhatikan dialog atau petunjuk di bawahnya “set the property to momentum (x) by clicking on “property.....” and selecting from the list”. Artinya, Atur properti ke momentum (x) dengan mengklik “property....” dan memilih momentum (x) dari daftar. Seperti tampilan berikut :



8. Setelah kalian melakukan langkah nomer 1 – 7, maka tampilan simulasi tersebut akan seperti gambar berikut ini :



9. Langkah selanjutnya, klik tombol arah panah kanan, dan perhatikan petunjuknya. “Give your chosen ball a small velocity by dragging the handle in the middle of the ball towards the other ball up to maximum of 2 m/s”. Artinya, berikan bola pilihan Anda kecepatan kecil dengan menyeret pegangan di tengah bola ke arah bola lainnya hingga maksimal 2 m/s, seperti tampilan berikut ini :



Give your chosen ball a small velocity by dragging the **handle** in the middle of the ball towards the other ball up to a maximum of 2m/s.

Catatan : gunakan kecepatan yang sama yaitu 2 m/s pada kedua bola yang akan dilakukan percobaan.

10. Tekan tombol arah panah kanan, dan perhatikan kembali petunjuk selanjutnya “*Calculate the total momentum before the collision using the formula : Total momentum = (mass x velocity) left hand ball + (mass x velocity) right hand ball* “. Hitung total momentum kedua benda sebelum tumbukan dengan persamaan : Total momentum = (massa x kecepatan) bola sebelah kiri + (massa x kecepatan) bola sebelah kanan. Dan masukkan pada tabel hasil percobaan.

Conservation of momentum

Calculate the total momentum before the collision using the formula: **10**

Total momentum = (mass × velocity)_{left-hand ball} + (mass × velocity)_{right-hand ball}

11. Tekan tombol arah panah kanan, Setelah menghitung total momentum kedua benda sebelum tumbukan, maka langkah selanjutnya adalah, menjalankan simulasi tersebut dengan menekan tombol *pause*, seperti tampilan gambar berikut :

Conservation of momentum

2 kg

3 kg

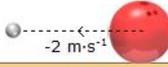
4 kg

[Momentum (x)] 0 kg·m·s⁻¹



2 m·s⁻¹

[Momentum (x)] 0 kg·m·s⁻¹



-2 m·s⁻¹

Mass of right-hand ball 2 kg

Unpause the model, by pressing the **pause button**, and observe what happens to the momentum of each ball as they collide. Pause the model again immediately after the collision.

11



12. Perhatikan kembali petunjuk selanjutnya “*Unpause the model, by pressing the pause button, and observe what happens to the momentum of each ball as they collide. Pause the model again immediately after the collision*”. Jeda simulasi bola bowling yang sedang bergerak dengan cara menekan tombol *pause* disebelah kanan bawah, dan amati apa yang terjadi pada momentum setiap bola saat mereka bertabrakan.

Conservation of momentum

2 kg

3 kg

4 kg

[Momentum (x)] -0,67 kg·m·s⁻¹



-0,67 m·s⁻¹

[Momentum (x)] -1,33 kg·m·s⁻¹



-0,67 m·s⁻¹

Mass of right-hand ball 2 kg

Unpause the model, by pressing the **pause button**, and observe what happens to the momentum of each ball as they collide. Pause the model again immediately after the collision.

12



13. Perhatikan kecepatan kedua benda setelah bertumbukan dan momentum kedua benda setelah bertumbukan. Catat hasil percobaan tersebut pada tabel hasil percobaan.

Conservation of momentum

14 [ Momentum (x)] $-0,67 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ [ Momentum (x)] $-1,33 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

13 [ $-0,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$] [ $-0,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Mass of right-hand ball 2 kg

Calculate the total momentum after collision using the formula:

Total momentum = (mass × velocity)_{left-hand ball} + (mass × velocity)_{right-hand ball}

14. Lakukan percobaan yang sama, dengan langkah kerja yang sama pada lembar praktikum yang telah disediakan.

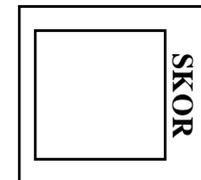
Indikator 6 komunikasi data.

Tabel hasil percobaan ke –1

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
2	2	2	-4	1								
2	2	3	-5	1								
2	2	4	-6	1								

Tabel hasil percobaan ke – 2

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
2	2	2	-4	0,5								
2	2	3	-5	0,5								
2	2	4	-6	0,5								



Tabel hasil percobaan ke – 3

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
2	2	2	-4	0								
2	2	3	-5	0								
2	2	4	-6	0								

Tabel hasil percobaan ke – 4

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	2	-2	1								
2	3	2	-2	1								
3	4	2	-2	1								

Tabel hasil percobaan ke – 5

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	2	-2	0,5								
2	3	2	-2	0,5								
3	4	2	-2	0,5								

Tabel hasil percobaan ke – 6

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	2	-2	0								
2	3	2	-2	0								
3	4	2	-2	0								

Tabel hasil percobaan ke – 7

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	1								
2	3	2	-3	1								
3	4	3	-4	1								

Tabel hasil percobaan ke – 8

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	0,5								
2	3	2	-3	0,5								
3	4	3	-4	0,5								

Tabel hasil percobaan ke – 9

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	0								
2	3	2	-3	0								
3	4	3	-4	0								

Tabel hasil percobaan ke – 10

m_1 (kg)	v_1 (m/s)	Koofisien Restitusi 1	m_2 (kg)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi 2	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	2	-3	0,5								
2	3	0,5	3	-4	0								
3	4	0	4	-5	1								

Indikator 7 menganalisis data.

Berdasarkan data yang telah anda selesaikan pada indikator 6 komunikasi data, buatlah suatu analisis terhadap data yang disajikan dalam tabel data tersebut !

SKOR
<input type="text"/>

Analisis percobaan 1, 2 dan 3: _____

Analisis percobaan 4, 5 dan 6 : _____

Analisis percobaan 7, 8 dan 9 : _____

Analisis percobaan 10 : _____

Indikator 8 menarik kesimpulan.**SKOR****Pertanyaan 1 :**

Berdasarkan percobaan yang telah Anda lakukan, apa yang Anda perhatikan dan dapat disimpulkan tentang total momentum sebelum dan sesudah bertumbukan?

- Momentum setelah tumbukan lebih kecil dari momentum sebelum tumbukan.
- Momentum setelah tumbukan sama dengan momentum sebelum tumbukan.
- Momentum setelah tumbukan lebih besar dari momentum sebelum tumbukan.

Jawaban : _____

Penjelasan :

Pertanyaan 2 :

Berdasarkan percobaan yang telah kalian lakukan, sebutkan jenis tumbukan masing – masing percobaan.

Penjelasan :

Lampiran B.3.**Instrumen Penilaian Lembar Observasi Praktikum 1 “Definisi Momentum”**

Kelompok : _____

No	Nama	Indikator								Total Skor	Skor KKI (%)	Kategori Kemampuan
		1	2	3	4	5	6	7	8			

Keterangan Indikator :	Keterangan skor :
1. Merumuskan masalah	1 = Tidak terampil
2. Menerapkan konsep	2 = Cukup terampil
3. Merumuskan hipotesis	3 = Terampil
4. Merumuskan variabel	4 = Sangat terampil
5. Mendefinisikan operasional variabel	
6. Mengkomunikasikan data	
7. Menganalisis data	
8. Membuat kesimpulan	

*keterangan skor melihat pada rubrik penilaian

Observer,

Lampiran B.4.

Instrumen Penilaian Lembar Observasi Praktikum 2
“Hukum Kekekalan Momentum”

Kelompok : _____

No	Nama	Indikator								Total Skor	Skor KKI (%)	Kategori Kemampuan
		1	2	3	4	5	6	7	8			

Keterangan Indikator :	Keterangan skor :
1. Merumuskan masalah	1 = Tidak terampil
2. Menerapkan konsep	2 = Cukup terampil
3. Merumuskan hipotesis	3 = Terampil
4. Merumuskan variabel	4 = Sangat terampil
5. Mendefinisikan operasional variabel	
6. Mengkomunikasikan data	
7. Menganalisis data	
8. Membuat kesimpulan	

**keterangan skor melihat pada rubrik penilaian*

Observer,

Lampiran C.1.

KUNCI JAWABAN
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
“ DEFINISI MOMENTUM “

NO	BAGIAN	JAWABAN
1.	Merumuskan Masalah	<p>a. Apakah kecepatan benda mempengaruhi nilai momentum ?</p> <p>b. Apakah massa benda mempengaruhi nilai momentum ?</p>
2.	Menerapkan Konsep	<p>Momentum didefinisikan sebagai besaran yang mempresentasikan keadaan gerak benda. Setiap benda yang bergerak selalu memiliki momentum. Momentum dapat pula diartikan sebagai ukuran kesulitan untuk menghentikan sebuah benda. Semakin besar momentum yang dimiliki oleh sebuah benda, semakin sulit untuk dihentikan dan semakin besar efek yang ditimbulkan jika diberhentikan dengan tabrakan atau tumbukan. Sebagai contoh kapal tanker memiliki momentum yang sangat besar karena massanya sangat besar, dan pesawat memiliki momentum yang sangat besar karena kecepatannya sangat besar. Artinya dalam benda tersebut ada dua besaran yang mempengaruhinya, yaitu massa dan kecepatan gerak benda, sehingga momentum (p) dari sebuah benda didefinisikan sebagai hasil kali massa (m) dengan kecepatannya (v).</p> $\mathbf{p} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{v}$
3.	Merumuskan hipotesis.	<p>a. Semakin besar kecepatan benda, maka momentum akan semakin besar.</p> <p>b. Semakin besar massa benda, maka momentum akan semakin besar.</p>

4.	Merumuskan Variabel.	<p>Percobaan 1 dari hipotesis a :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variabel kontrol : Massa. ➤ Variabel manipulasi : Kecepatan ➤ Variabel respon : Momentum <p>Percobaan 2 dari hipotesis b :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variabel kontrol : Kecepatan ➤ Variabel manipulasi : Massa ➤ Variabel respon : Momentum
5.	Definisi operasional variabel.	<p>Percobaan 1 dari hipotesis a :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variabel kontrol : <p style="margin-left: 40px;">Massa : Karena akan meneliti pengaruh kecepatan benda terhadap momentum, maka massa dibuat tetap selama percobaan.</p> ➤ Variabel manipulasi : <p style="margin-left: 40px;">Kecepatan : Karena akan meneliti pengaruh kecepatan benda terhadap momentum, maka kecepatan benda diubah – ubah selama percobaan.</p> ➤ Variabel respon : <p style="margin-left: 40px;">Momentum : Membaca hasil pengukuran pada media simulasi crocodile physics atau menghitung dengan persamaan $\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v}$</p> <p>Percobaan 2 dari hipotesis a :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variabel kontrol : <p style="margin-left: 40px;">Kecepatan : Karena akan meneliti pengaruh massa benda terhadap momentum, maka kecepatan dibuat tetap selama percobaan.</p>

		<p>➤ Variabel manipulasi :</p> <p>Massa : Karena akan meneliti pengaruh massa benda terhadap momentum, maka massa benda diubah – ubah selama percobaan.</p> <p>➤ Variabel respon :</p> <p>Momentum : Membaca hasil pengukuran pada media simulasi crocodile physics atau menghitung dengan persamaan $\mathbf{p = m \cdot v}$</p>																								
6.	Mengkomunikasi Data	<p>➤ Percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Massa (kg)</th> <th>Kecepatan (m/s)</th> <th>Momentum (kg m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1 kg</td> <td>1 m/s</td> <td>1 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1 kg</td> <td>3 m/s</td> <td>3 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1 kg</td> <td>5 m/s</td> <td>5 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1 kg</td> <td>7 m/s</td> <td>7 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1 kg</td> <td>9 m/s</td> <td>9 kg m/s</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda</p> <p style="text-align: center;">Momentum (kg m/s)</p> <p style="text-align: center;">Kecepatan (m/s)</p> <p style="text-align: center;">—●— Momentum (kg m/s)</p>	No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)	1	1 kg	1 m/s	1 kg m/s	2	1 kg	3 m/s	3 kg m/s	3	1 kg	5 m/s	5 kg m/s	4	1 kg	7 m/s	7 kg m/s	5	1 kg	9 m/s	9 kg m/s
No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)																							
1	1 kg	1 m/s	1 kg m/s																							
2	1 kg	3 m/s	3 kg m/s																							
3	1 kg	5 m/s	5 kg m/s																							
4	1 kg	7 m/s	7 kg m/s																							
5	1 kg	9 m/s	9 kg m/s																							

		<p>➤ Percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Massa (kg)</th> <th>Kecepatan (m/s)</th> <th>Momentum (kg m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,10 kg</td> <td>3 m/s</td> <td>0,30 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,15 kg</td> <td>3 m/s</td> <td>0,45 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,20 kg</td> <td>3 m/s</td> <td>0,60 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1 kg</td> <td>3 m/s</td> <td>3 kg m/s</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2 kg</td> <td>3 m/s</td> <td>6 kg m/s</td> </tr> </tbody> </table> <p>The graph illustrates the relationship between mass and momentum. The x-axis represents mass in kilograms (kg), ranging from 0,10 to 2,00. The y-axis represents momentum in kg m/s, ranging from 0,00 to 7,00. Five data points are plotted, showing a clear linear increase in momentum as mass increases, with a constant slope of 3 m/s. The legend indicates the orange line represents Momentum (kg m/s).</p>	No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)	1	0,10 kg	3 m/s	0,30 kg m/s	2	0,15 kg	3 m/s	0,45 kg m/s	3	0,20 kg	3 m/s	0,60 kg m/s	4	1 kg	3 m/s	3 kg m/s	5	2 kg	3 m/s	6 kg m/s
No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)																							
1	0,10 kg	3 m/s	0,30 kg m/s																							
2	0,15 kg	3 m/s	0,45 kg m/s																							
3	0,20 kg	3 m/s	0,60 kg m/s																							
4	1 kg	3 m/s	3 kg m/s																							
5	2 kg	3 m/s	6 kg m/s																							
7.	Menganalisis Data	<p>➤ Analisis percobaan 1</p> <p>Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dan meninjau grafik hubungan kecepatan terhadap momentum, tampak bahwa titik koordinat kecepatan dan titik koordinat momentum dihubungkan pada grafik linear lurus atau berbanding lurus. Sehingga, semakin besar kecepatan benda, maka momentum yang dihasilkan akan semakin besar.</p>																								

		<p>➤ Analisis percobaan 2</p> <p>Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dan meninjau grafik hubungan massa terhadap momentum, tampak bahwa titik koordinat massa dengan titik koordinat momentum dihubungkan pada grafik linear lurus atau berbanding lurus. Sehingga, semakin besar massa benda, maka momentum yang dihasilkan akan semakin besar.</p>
8.	Menarik Kesimpulan	<p>➤ Pada saat kecepatan benda meningkat, maka momentum benda tersebut juga meningkat. Hal ini sesuai dengan konsep momentum bahwa ada dua besaran yang mempengaruhi besarnya momentum salah satunya adalah kecepatan benda.</p> <p>➤ Pada saat massa benda diperbesar, maka momentum benda tersebut juga meningkat. Hal ini sesuai dengan konsep momentum bahwa ada dua besaran yang mempengaruhi besarnya momentum salah satunya adalah massa benda.</p> <p>➤ Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa besar momentum suatu benda dipengaruhi oleh dua besaran, yaitu besaran massa dan besaran kecepatan. Dimana keduanya berbanding lurus. Sehingga momentum dapat diartikan sebagai hasil kali antara massa dengan kecepatan, sesuai dengan persamaan :</p> $p = m \cdot v$



Lampiran C.2.

KUNCI JAWABAN
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
“ HUKUM KEKALKAN MOMENTUM “

NO	INDIKATOR	ALTERNATIF JAWABAN
1.	Merumuskan Masalah	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Apakah besar momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama? ➤ Bagaimana besar momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan?
2.	Menerapkan Konsep	<p>Momentum didefinisikan sebagai besaran yang mempresentasikan keadaan gerak benda. Setiap benda yang bergerak selalu memiliki momentum. Momentum dapat pula diartikan sebagai ukuran kesulitan untuk menghentikan sebuah benda. Semakin besar momentum yang dimiliki oleh sebuah benda, semakin sulit untuk dihentikan dan semakin besar efek yang ditimbulkan jika diberhentikan dengan tabrakan atau tumbukan. Pada kasus dua buah benda yang bergerak mendekat berlawanan arah, sebelum tumbukan masing – masing benda memiliki momentum, kemudian kedua benda tersebut saling bertumbukan dan masing – masing benda memiliki nilai momentum setelah tumbukan. Berdasarkan hukum kekekalan momentum “<i>jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sesudah tumbukan</i>”</p> <p>momentum sebelum tumbukan = momentum setelah tumbukan</p> $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$

3.	Merumuskan hipotesis.	Besarnya momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.
4.	Merumuskan Variabel.	<ul style="list-style-type: none"> • Variabel kontrol : <ol style="list-style-type: none"> 1) Massa kelereng 2) Elastisitas benda/koefisien restitusi • Variabel manipulasi : <ol style="list-style-type: none"> 1) Kecepatan kelereng sebelum tumbukan. • Variabel respon : <ol style="list-style-type: none"> 1) Momentum total kelereng sebelum tumbukan 2) Kecepatan kelereng setelah tumbukan 3) Momentum total kelereng sesudah tumbukan.
5.	Definisi operasional variabel.	<ul style="list-style-type: none"> • Variabel kontrol : <ol style="list-style-type: none"> 1) Massa : Massa yang digunakan untuk praktikum dibuat tetap/sama. 2) Koefisien restitusi : Dua buah benda yang di uji cobakan memiliki nilai koefisien restitusi yang sama • Variabel manipulasi : <ol style="list-style-type: none"> 1) Kecepatan yang diberikan kepada kelereng berubah – ubah.. • Variabel respon : <ol style="list-style-type: none"> 1) Momentum total kelereng sebelum tumbukan diperoleh dari hasil perhitungan : $m_1 v_1 + m_2 v_2$ 2) Kecepatan dua buah kelereng setelah tumbukan diperoleh dari hasil pembacaan alat ukur pada komputer 3) Momentum total kelereng sesudah tumbukan diperoleh dari hasil pembacaan alat ukur pada komputer

Indikator 6 Komunikasi Data.

Tabel Hasil Percobaan ke – 1

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
2	2	2	-4	1	4	-8	-4	-4	2	-8	4	-4
2	2	3	-5	1	6	-10	-4	-5	3	-10	6	-4
2	2	4	-6	1	8	-12	-4	-6	4	-12	8	-4

Tabel Hasil Percobaan ke – 2

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
2	2	2	-4	0,5	4	-8	-4	-2,5	0,5	-5	1	-4
2	2	3	-5	0,5	6	-10	-4	-3	1	-6	2	-4
2	2	4	-6	0,5	8	-12	-4	-3,5	1,5	-7	3	-4

Tabel Hasil Percobaan ke – 3

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
2	2	2	-4	0	4	-8	-4	-1	-1	-2	-2	-4
2	2	3	-5	0	6	-10	-4	-1	-1	-2	-2	-4
2	2	4	-6	0	8	-12	-4	-1	-1	-2	-2	-4

Tabel Hasil Percobaan ke – 4

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	2	-2	1	2	-4	-2	-3,33	0,67	-3,33	1,33	-2
2	3	2	-2	1	4	-6	-2	-2,8	1,2	-5,6	3,6	-2
3	4	2	-2	1	6	-8	-2	-2,57	1,43	-7,71	5,71	-2

Tabel Hasil Percobaan ke – 5

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	2	-2	0,5	2	-4	-2	-2	0	-2	0	-2
2	3	2	-2	0,5	4	-6	-2	-1,6	0,4	-3,2	1,2	-2
3	4	2	-2	0,5	6	-8	-2	-1,43	0,57	-4,29	2,29	-2

Tabel Hasil Percobaan ke – 6

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	2	-2	0	2	-4	-2	-0,67	-0,67	-0,67	-1,33	-2
2	3	2	-2	0	4	-6	-2	-0,4	-0,4	-0,8	-1,2	-2
3	4	2	-2	0	6	-8	-2	-0,29	-0,29	-0,86	-1,14	-2

Tabel Hasil Percobaan ke – 7

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	1	1	-4	-3	-3	0	-3	0	-3
2	3	2	-3	1	4	-9	-5	-4	1	-8	3	-5
3	4	3	-4	1	9	-16	-7	-5	2	-15	8	-7

Tabel Hasil Percobaan ke – 8

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	0,5	1	-4	-3	-2	-0,5	-2	-1	-3
2	3	2	-3	0,5	4	-9	-5	-2,5	0	-5	0	-5
3	4	3	-4	0,5	9	-16	-7	-3	0,5	-9	2	-7

Tabel Hasil Percobaan ke – 9

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	0	1	-4	-3	-1	-1	-1	-2	-3
2	3	2	-3	0	4	-9	-5	-1	-1	-2	-3	-5
3	4	3	-4	0	9	-16	-7	-1	-1	-3	-4	-7

Tabel Hasil Percobaan ke – 10

m_1 (kg)	v_1 (m/s)	Koofisien Restitusi 1	m_2 (kg)	v_2 (m/s)	Koofisien Restitusi 2	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p total sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	p total setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	2	-3	0,5	2	-6	-4	-3	-0,5	-3	-1	-4
2	3	0,5	3	-4	0	6	-12	-6	-1,2	-1,2	-2,4	-3,6	-6
3	4	0	4	-5	1	12	-20	-8	-1,14	-1,14	-3,43	-4,57	-8

7.	Menganalisis Data	<p>Analisis Percobaan 1, 2 dan 3</p> <p>Pada percobaan 1, 2 dan 3 dilakukan penelitian terhadap berlakunya hukum kekekalan momentum yaitu dengan memberikan perlakuan massa kedua benda tetap dan sama, kecepatan berubah-ubah serta diterapkan pada benda yang memiliki koefisien restitusi sama. Berdasarkan data yang diperoleh dengan diterapkannya variabel seperti diatas bahwa momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan bernilai sama. Hal tersebut membuktikan bahwa dengan kecepatan benda yang berbeda-beda ketika saling bertumbukan akan menghasilkan nilai momentum total sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.</p> <p>Analisis Percobaan 4,5 dan 6 :</p> <p>Pada percobaan 4, 5 dan 6 dilakukan penelitian terhadap berlakunya hukum kekekalan momentum yaitu dengan memberikan perlakuan kecepatan kedua benda tetap dan sama, massa berubah-ubah serta diterapkan pada benda yang memiliki koefisien restitusi sama. Berdasarkan data yang diperoleh dengan diterapkannya variabel seperti diatas bahwa momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan bernilai sama. Hal tersebut membuktikan bahwa dengan massa benda yang berbeda-beda ketika saling bertumbukan akan menghasilkan nilai momentum total sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.</p> <p>Analisis Percobaan 7,8 dan 9 :</p> <p>Pada percobaan 7, 8 dan 9 dilakukan penelitian terhadap berlakunya hukum kekekalan momentum</p>
----	-------------------	---

		<p>yaitu dengan memberikan perlakuan kecepatan kedua benda berbeda, massa kedua benda berbeda serta diterapkan pada benda yang memiliki koefisien restitusi sama. Berdasarkan data yang diperoleh dengan diterapkannya variabel seperti diatas bahwa momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan bernilai sama. Hal tersebut membuktikan bahwa dengan kondisi kecepatan kedua benda berbeda dengan massa kedua benda yang berbeda juga ketika saling bertumbukan akan menghasilkan nilai momentum total sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.</p> <p>Analisis Percobaan 10 :</p> <p>Pada percobaan ke-10 dilakukan penelitian terhadap berlakunya hukum kekekalan momentum yaitu dengan memberikan perlakuan kecepatan kedua benda berbeda, massa kedua benda berbeda serta diterapkan pada benda yang memiliki koefisien restitusi berbeda. Berdasarkan data yang diperoleh dengan diterapkannya variabel seperti diatas bahwa momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan bernilai sama. Hal tersebut membuktikan bahwa dengan kondisi kedua benda yang saling bertumbukan dimana memiliki massa, kecepatan, dan restitusi yang berbeda keberlakuan hukum kekekalan momentum berlaku.</p>
8.	Menarik Kesimpulan	<p>Pertanyaan 1 :</p> <p>b. Momentum setelah tumbukan dan sebelum tumbukan bernilai sama.</p> <p>Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan, dalam kondisi benda yang berbeda-</p>

		<p>beda ketika kedua benda tersebut saling bertumbukan maka momentum benda sebelum bertumbukan dan setelah bertumbukan bernilai sama.</p> <p>Hal ini sesuai dengan konsep hukum kekekalan momentum yang sudah dipelajari bahwa “<i>jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sesudah tumbukan</i>”</p> <p>momentum sebelum tumbukan = momentum setelah tumbukan</p> $m_1\mathbf{v}_1 + m_2\mathbf{v}_2 = m_1\mathbf{v}'_1 + m_2\mathbf{v}'_2$ <p>Pertanyaan 2 :</p> <p>Jenis tumbukan pada percobaan :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Lenting sempurna2. Lenting sebagian3. Tidak lenting sebagian
--	--	--

Lampiran D.1.

Hasil Penskoran Lembar Kerja Praktikum 1
“Definisi Momentum”

No	Nama	Indikator								Total Skor	Skor KKI (%)	Kategori Kemampuan
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Adib Khoirul Anam	4	2	4	4	4	4	2	1	25	78,13	Terampil
2	Adinda Syakina Setiawan	4	4	4	4	2	4	4	1	27	84,38	Sangat terampil
3	Ahmad Sukron Bima	4	3	2	4	4	4	4	1	26	81,25	Sangat terampil
4	Ajeng Wahyuningsih	4	2	4	4	2	4	2	1	23	71,88	Terampil
5	Anggun Dwi Viktorina	4	3	4	4	3	4	2	1	25	78,13	Terampil
6	Arinda Sabrina Setiawan	3	4	4	4	2	4	4	3	28	87,50	Sangat terampil
7	Arya Fikri Alamsyah	4	2	3	2	2	4	3	2	22	68,75	Terampil
8	Biru Laorissa Batari P.	1	3	3	4	4	4	4	1	24	75,00	Terampil
9	Bumi Krisna Krisdianto	4	2	3	2	2	4	3	2	22	68,75	Terampil
10	Devi Fitriatul Hikmah	3	2	2	4	3	4	2	1	21	65,63	Terampil
11	Dian Septi Riski Illahi	4	4	4	4	4	4	2	1	27	84,38	Sangat terampil
12	Dwi Chandra Adietya	4	3	3	3	3	4	2	1	23	71,88	Terampil
13	Emi Putri Yuliani	4	2	4	4	2	4	2	1	23	71,88	Terampil
14	Fiaz Izalana Prayoga	4	3	1	4	2	4	2	1	21	65,63	Terampil
15	Firda Maulida Rusdi	4	2	4	4	2	4	2	1	23	71,88	Terampil
16	Firman Agung Bayu	4	2	4	2	3	4	2	1	22	68,75	Terampil
17	Iftinatrio Oktavian Efendi	1	1	2	4	1	4	1	1	15	46,88	Cukup terampil
18	Khusni Mubarak	1	3	4	4	3	4	2	2	23	71,88	Terampil
19	Layinnatul Adha Rosyadi	4	2	4	4	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
20	Mahya Alya Shofia A.	3	2	2	2	2	4	2	1	18	56,25	Cukup terampil
21	Moch. Adzkal Fuadi	4	2	3	3	3	2	2	2	21	65,63	Terampil
22	Muhammad Arif H.	4	2	3	2	2	3	3	1	20	62,50	Terampil
23	Nabila Adelia	4	4	4	4	4	3	2	1	26	81,25	Sangat terampil

24	Nanda Rizki Safitri	4	1	3	4	2	4	3	2	23	71,88	Terampil
25	Novan Ferdiansyah	3	2	3	2	2	3	3	1	19	59,38	Cukup terampil
26	Nur Fadilah	2	3	2	4	4	2	1	1	19	59,38	Cukup terampil
27	Nuriya Shinta	4	4	4	4	4	4	2	1	27	84,38	Sangat terampil
28	Putri Hadiyati	4	3	4	2	2	4	2	1	22	68,75	Terampil
29	Ridma Nur Afkasari	4	3	4	4	2	4	2	1	24	75,00	Terampil
30	Rofiqotul Hikmah	3	2	3	2	2	3	2	1	18	56,25	Cukup terampil
31	Sailendra Panca Bahari	4	2	3	2	2	4	3	1	21	65,63	Terampil
32	Sevia Nur Aini	4	4	4	4	4	3	2	1	26	81,25	Sangat terampil
33	Tsabita Anastasya	4	3	4	4	3	4	2	1	25	78,13	Terampil
34	Windi Yudita Septiana	4	3	4	4	4	4	2	1	26	81,25	Sangat terampil
35	Yuvita Rizkianawati	4	2	4	4	4	4	2	1	25	78,13	Terampil
Rata-rata skor per indikator		3,54	2,60	3,34	3,43	2,77	3,74	2,34	1,20		2,87	
Persentase rata-rata skor		88,57	65,00	83,57	85,71	69,29	93,57	58,57	30,00		71,79	Terampil

Lampiran D.2.

Hasil Penskoran Lembar Kerja Praktikum 2

“Hukum Kekekalan Momentum”

No	Nama	Indikator								Total Skor	Skor KKI (%)	Kategori Kemampuan
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Adib Khoirul Anam	4	3	4	4	4	4	2	1	26	81,25	Sangat terampil
2	Adinda Syakina Setiawan	4	3	4	4	4	4	4	2	29	90,63	Sangat terampil
3	Ahmad Sukron Bima	4	3	4	3	3	4	4	2	27	84,38	Sangat terampil
4	Ajeng Wahyuningsih	4	3	4	3	3	4	2	2	25	78,13	Terampil
5	Anggun Dwi Viktorina	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
6	Arinda Sabrina Setiawan	4	3	4	4	4	4	4	3	30	93,75	Sangat terampil
7	Arya Fikri Alamsyah	4	4	4	4	4	4	3	1	28	87,50	Sangat terampil
8	Biru Laorissa Batari P.	4	2	4	3	3	4	4	2	26	81,25	Sangat terampil
9	Bumi Krisna Krisdianto	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
10	Devi Fitriatul Hikmah	4	4	4	3	3	4	2	2	26	81,25	Terampil
11	Dian Septi Riski Illahi	4	4	4	4	4	4	2	2	28	87,50	Sangat terampil
12	Dwi Chandra Adietya	4	2	4	4	4	4	2	3	27	84,38	Sangat terampil
13	Emi Putri Yuliani	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
14	Fiaz Izalana Prayoga	4	2	4	3	2	4	2	2	23	71,88	Terampil
15	Firda Maulida Rusdi	4	4	4	4	4	4	2	2	28	87,50	Sangat terampil
16	Firman Agung Bayu	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
17	Iftinatrio Oktavian Efendi	4	3	4	4	4	4	2	1	26	81,25	Sangat terampil
18	Khusni Mubarak	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
19	Layinnatul Adha Rosyadi	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
20	Mahya Alya Shofia A.	4	4	4	3	3	4	2	2	26	81,25	Terampil
21	Moch. Adzkal Fuadi	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
22	Muhammad Arif H.	4	3	4	2	2	4	4	3	26	81,25	Sangat terampil

23	Nabila Adelia	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
24	Nanda Rizki Safitri	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
25	Novan Ferdiansyah	4	2	4	2	2	4	3	1	22	68,75	Terampil
26	Nur Fadilah	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
27	Nuriya Shinta	4	2	4	4	3	4	4	4	29	90,63	Sangat terampil
28	Putri Hadiyati	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
29	Ridma Nur Afkasari	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
30	Rofiqotul Hikmah	4	4	4	4	4	4	2	2	28	87,50	Sangat terampil
31	Sailendra Panca Bahari	4	4	4	1	1	4	4	3	25	78,13	Terampil
32	Sevia Nur Aini	4	3	4	3	3	4	2	3	26	81,25	Sangat terampil
33	Tsabita Anastasya	4	3	4	4	4	4	2	1	26	81,25	Sangat terampil
34	Windi Yudita Septiana	4	3	4	3	3	4	3	4	28	87,50	Sangat terampil
35	Yuvita Rizkianawati	4	4	4	4	4	4	3	2	29	90,63	Sangat terampil
Rata-rata skor per indikator		4,00	3,09	4,00	3,46	3,40	4,00	2,51	2,00		3,31	
Persentase rata-rata skor		100,00	77,14	100,00	86,43	85,00	100,00	62,86	50,00		82,68	Sangat terampil

Lampiran E.1.

Hasil Penskoran Lembar Observasi Praktikum 1

“Definisi Momentum”

No	Nama	Indikator								Total Skor	Skor KKI (%)	Kategori Kemampuan
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Adib Khoirul Anam	3	2	3	3	2	4	1	1	19	59,38	Terampil
2	Adinda Syakina Setiawan	4	4	4	3	3	4	3	1	26	81,25	Sangat terampil
3	Ahmad Sukron Bima	3	3	3	3	3	4	4	1	24	75,00	Terampil
4	Ajeng Wahyuningsih	3	2	3	2	1	4	1	1	17	53,13	Cukup terampil
5	Anggun Dwi Viktorina	4	3	4	4	4	4	2	1	26	81,25	Sangat terampil
6	Arinda Sabrina Setiawan	4	4	4	4	3	4	4	3	30	93,75	Sangat terampil
7	Arya Fikri Alamsyah	4	2	4	2	1	4	2	2	21	65,63	Terampil
8	Biru Laorissa Batari P.	1	1	2	1	1	4	1	1	12	37,50	Kurang terampil
9	Bumi Krisna Krisdianto	3	2	3	2	1	4	2	1	18	56,25	Cukup terampil
10	Devi Fitriatul Hikmah	3	2	2	2	2	4	1	1	17	53,13	Cukup terampil
11	Dian Septi Riski Illahi	4	4	4	3	4	4	2	1	26	81,25	Sangat terampil
12	Dwi Chandra Adietya	4	3	4	2	2	4	2	1	22	68,75	Terampil
13	Emi Putri Yuliani	4	2	4	3	2	4	1	1	21	65,63	Terampil
14	Fiaz Izalana Prayoga	3	3	1	2	1	4	1	1	16	50,00	Cukup terampil
15	Firda Maulida Rusdi	4	2	4	3	2	4	1	1	21	65,63	Terampil
16	Firman Agung Bayu	3	2	3	2	2	4	2	1	19	59,38	Cukup terampil
17	Iftinatrio Oktavian Efendi	1	1	1	2	1	4	1	1	12	37,50	Kurang terampil
18	Khusni Mubarak	1	3	3	2	2	4	2	2	19	59,38	Cukup terampil
19	Layinnatul Adha Rosyadi	3	2	3	2	1	4	1	1	17	53,13	Cukup terampil
20	Mahya Alya Shofia A.	2	2	2	2	1	4	1	1	15	46,88	Cukup terampil
21	Moch. Adzkal Fuadi	3	2	3	3	2	2	2	1	18	56,25	Cukup terampil
22	Muhammad Arif H.	3	2	3	2	2	3	2	1	18	56,25	Cukup terampil

23	Nabila Adelia	4	3	4	4	4	3	2	1	25	78,13	Terampil
24	Nanda Rizki Safitri	4	1	4	2	1	4	2	2	20	62,50	Terampil
25	Novan Ferdiyansyah	2	1	2	2	1	3	1	1	13	40,63	Cukup terampil
26	Nur Fadilah	1	3	2	1	1	2	1	1	12	37,50	Kurang terampil
27	Nuriya Shinta	4	3	4	3	3	4	1	1	23	71,88	Terampil
28	Putri Hadiyati	3	2	4	1	1	4	2	1	18	56,25	Cukup terampil
29	Ridma Nur Afkasari	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
30	Rofiqotul Hikmah	3	2	1	2	2	3	1	1	15	46,88	Cukup terampil
31	Sailendra Panca Bahari	3	2	2	2	2	4	3	1	19	59,38	Cukup terampil
32	Sevia Nur Aini	4	4	3	2	2	3	2	1	21	65,63	Terampil
33	Tsabita Anastasya	3	3	3	3	3	4	2	1	22	68,75	Terampil
34	Windi Yudita Septiana	4	3	4	2	2	4	2	1	22	68,75	Terampil
35	Yuvita Rizkianawati	4	2	4	2	2	4	2	1	21	65,63	Terampil
Rata-rata skor per indikator		3,14	2,43	3,09	2,37	2,00	3,74	1,77	1,14		2,46	
Persentase rata-rata skor		78,57	60,71	77,14	59,29	50,00	93,57	44,29	28,57		61,52	Terampil

Lampiran E.2.

Hasil Penskoran Lembar Observasi Praktikum 2

“Hukum Kekekalan Momentum”

No	Nama	Indikator								Total Skor	Skor KKI (%)	Kategori Kemampuan
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	Adib Khoirul Anam	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
2	Adinda Syakina Setiawan	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
3	Ahmad Sukron Bima	4	3	4	3	3	4	2	2	25	78,13	Terampil
4	Ajeng Wahyuningsih	4	2	4	3	3	4	1	2	23	71,88	Terampil
5	Anggun Dwi Viktorina	4	3	4	4	4	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
6	Arinda Sabrina Setiawan	4	3	4	4	4	4	4	3	30	93,75	Sangat terampil
7	Arya Fikri Alamsyah	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
8	Biru Laorissa Batari P.	4	2	4	3	2	4	1	1	21	65,63	Terampil
9	Bumi Krisna Krisdianto	4	3	4	2	2	4	2	1	22	68,75	Terampil
10	Devi Fitriatul Hikmah	4	3	4	3	3	4	1	2	24	75,00	Terampil
11	Dian Septi Riski Illahi	4	4	4	4	4	4	2	2	28	87,50	Sangat terampil
12	Dwi Chandra Adietya	4	2	4	3	3	4	2	3	25	78,13	Terampil
13	Emi Putri Yuliani	4	3	4	3	3	4	1	2	24	75,00	Terampil
14	Fiaz Izalana Prayoga	4	3	4	3	2	4	1	2	23	71,88	Terampil
15	Firda Maulida Rusdi	4	4	4	4	3	4	2	2	27	84,38	Sangat terampil
16	Firman Agung Bayu	4	3	4	3	2	4	2	2	24	75,00	Terampil
17	Iftinatrio Oktavian Efendi	4	2	4	2	1	4	1	1	19	59,38	Cukup terampil
18	Khusni Mubarak	4	3	4	2	2	4	2	1	22	68,75	Terampil
19	Layinnatul Adha Rosyadi	4	3	4	2	1	4	1	1	20	62,50	Terampil
20	Mahya Alya Shofia A.	4	3	4	2	1	4	1	2	21	65,63	Terampil
21	Moch. Adzkal Fuadi	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
22	Muhammad Arif H.	4	3	4	2	1	4	2	2	22	68,75	Terampil

23	Nabila Adelia	4	3	4	4	3	4	2	2	26	81,25	Sangat terampil
24	Nanda Rizki Safitri	4	3	4	3	3	4	2	2	25	78,13	Terampil
25	Novan Ferdiyansyah	4	2	4	2	1	4	1	1	19	59,38	Cukup terampil
26	Nur Fadilah	4	3	4	3	1	4	1	2	22	68,75	Terampil
27	Nuriya Shinta	4	3	4	3	3	4	3	4	28	87,50	Sangat terampil
28	Putri Hadiyati	4	3	4	3	2	4	2	2	24	75,00	Terampil
29	Ridma Nur Afkasari	4	3	4	4	3	4	2	2	26	81,25	Sangat terampil
30	Rofiqotul Hikmah	4	4	4	3	2	4	1	2	24	75,00	Terampil
31	Sailendra Panca Bahari	4	3	4	1	2	4	3	3	24	75,00	Terampil
32	Sevia Nur Aini	4	2	4	3	3	4	2	2	24	75,00	Terampil
33	Tsabita Anastasya	4	3	4	3	3	4	2	1	24	75,00	Terampil
34	Windi Yudita Septiana	4	3	4	3	3	4	2	4	27	84,38	Sangat terampil
35	Yuvita Rizkianawati	4	4	4	3	3	4	2	2	26	81,25	Sangat terampil
Rata-rata skor per indikator		4,00	2,94	4,00	2,94	2,54	4,00	1,80	1,91		3,02	
Persentase rata-rata skor		100,00	73,57	100,00	73,57	63,57	100,00	45,00	47,86		75,45	Terampil

Lampiran F Dokumentasi Nilai.

Dokumentasi Nilai Tertinggi Lembar Kerja Praktikum 1 Definisi Momentum

Siswa yang memperoleh nilai 87,50/88 dalam penilaian lembar kerja praktikum 1, memiliki kemampuan sangat terampil. Adapun rincian skor dalam setiap indikatornya sebagai berikut:

88

KEGIATAN 1
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
"DEFINISI MOMENTUM"

Tujuan :

- Siswa dapat menganalisis variabel – variabel yang dapat mempengaruhi besar kecilnya momentum suatu benda.
- Siswa dapat menjelaskan definisi momentum dari hasil praktikum.

Ilustrasi :

Semua benda yang sedang bergerak memiliki momentum. Momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan suatu benda untuk dihentikan. Artinya semakin besar momentum yang dimiliki oleh suatu benda, semakin sulit untuk menghentikannya, dan semakin besar efek yang ditimbulkan dengan tabrakan atau tumbukan. Sebagai contoh kapal tanker bergerak dengan kecepatan tertentu memiliki momentum sangat besar karena massanya sangat besar. Pesawat dengan massa tertentu memiliki momentum sangat besar pada saat bergerak karena kecepatannya sangat besar.

Indikator 1. Merumuskan Masalah.

Berdasarkan ilustrasi tersebut, buatlah rumusan masalah yang akan diteliti dalam percobaan anda!

a) Apakah momentum sebuah benda berubah jika massanya sama tetapi kecepatannya berbeda?

b) Apakah momentum sebuah benda berubah jika kecepatannya sama tapi massanya berbeda?

SKOR
3

Pindai dengan CamScanner

Pada indikator 1 merumuskan masalah, siswa memperoleh skor 3 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan dalam membuat rumusan masalah siswa kurang jelas dan tidak spesifik dalam menanyakan dua hal yang saling berhubungan untuk langsung mengarah pada proses penelitian. Berdasarkan rumusan masalah yang pertama sebenarnya siswa sudah dapat menanyakan dua hal yang saling berhubungan untuk dijadikan pertanyaan dalam merumuskan masalah yaitu besaran kecepatan dan momentum. Akan tetapi kalimat dalam rumusan

masalah tersebut tidak spesifik mengarah pada proses penelitian, karena siswa menyebutkan besaran massa. Hal yang serupa juga dapat dilihat pada rumusan masalah kedua. Sebenarnya siswa sudah dapat menanyakan dua hal yang saling berhubungan untuk dijadikan pertanyaan dalam rumusan masalah yaitu besaran massa dan kecepatan. Akan tetapi kalimat dalam rumusan masalah tersebut tidak spesifik mengarah pada proses penelitian, karena siswa menyebutkan besaran kecepatan.

2

Indikator 2 Menerapkan Konsep.

Dari indikator 1 merumuskan masalah, kumpulkan informasi, konsep, atau dasar teori yang terkait dengan masalah yang telah dibuat.

Momentum adalah ukuran kesulitan atau kesukaran untuk dihentikan besaran momentum di pengaruhi oleh massa (M) dan kecepatan (v). Jika massa benda besar pasti momentumnya besar, jika kecepatan benda besar pasti momentumnya juga besar. Dan semua yang bergerak memiliki momentum

Rumus Momentum :

$$p = m \cdot v$$

Keterangan :

p: Momentum benda (kg m/s)
 m: Massa benda (kg)
 v: Kecepatan benda (m/s)

SKOR
4

Lembar Kerja Praktikum 1_Definisi Momentum

Cipindai dengan CamScanner

Pada indikator 2 menerapkan konsep, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan siswa sudah dapat mengidentifikasi konsep secara benar dan jelas berkaitan langsung dengan permasalahan yang akan diteliti, yaitu mampu menjelaskan definisi momentum, menjelaskan keterkaitan antara massa dan kecepatan terhadap besarnya momentum, dan menuliskan persamaannya.

Indikator 3 Merumuskan Hipotesis.

Dari Indikator 1 merumuskan masalah, buatlah hipotesis percobaan yang akan anda lakukan!

- a) Momentumnya besar karena kecepatannya berbeda.
 karena kecepatan mempengaruhi besar kecilnya momentum
- b) Momentumnya besar karena massanya berbeda.
 karena massa mempengaruhi besar kecilnya momentum?

SKOR
4

Indikator 4 Merumuskan Variabel.

Berdasarkan hipotesis yang telah anda rumuskan, maka tentukan variabel-variabel eksperimennya, antara lain:

Percobaan 1, dari hipotesis a.

- a. Variabel Kontrol : massa (yang telah dibuat tetap)
massa
- b. Variabel Manipulasi :
kecepatan
- c. Variabel Respon :
Momentum

Percobaan 2, dari hipotesis b.

- a) Variabel Kontrol :
kecepatan
- b) Variabel Manipulasi :
massa
- c) Variabel Respon :
Momentum

SKOR
4

Lembar Kerja Praktikum 1, Definisi Momentum

CS Scindai dengan CamScanner

Pada indikator 3 merumuskan hipotesis, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Berdasarkan rumusan masalah pertama karena akan meneliti pengaruh kecepatan terhadap besarnya momentum, siswa membuat hipotesis “Momentumnya akan besar karena kecepatannya berbeda. Karena kecepatan mempengaruhi besar kecilnya momentum”. Hal yang serupa pada hipotesis kedua karena akan meneliti pengaruh massa terhadap besar momentum, siswa membuat hipotesis “Momentum akan besar karena massanya berbeda. Karena massa mempengaruhi besar kecilnya momentum. Berdasarkan jawaban tersebut dalam merumuskan hipotesis siswa sudah dapat menyatakan jawaban sementara sesuai dengan rumusan masalah yang diteliti yaitu pengaruh kecepatan dan massa terhadap besar momentum, kemudian siswa memberikan alasan yang jelas dan logis sesuai konsep yang dituliskannya bahwa kecepatan dan massa mempengaruhi besar kecilnya momentum.

Pada indikator 4 merumuskan variabel, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat menentukan variabel kontrol, manipulasi dan respon sesuai dengan rumusan masalah yang

dibuatnya. Dari rumusan masalah yang pertama karena akan meneliti pengaruh kecepatan terhadap besar momentum, siswa menjawab “Variabel kontrol massa, variabel manipulasi kecepatan dan variabel respon momentum”. Dari rumusan masalah kedua karena akan meneliti pengaruh massa terhadap besar momentum, siswa menjawab “Variabel kontrol kecepatan, variabel manipulasi massa dan variabel respon momentum”.

Indikator 5 Definisi Operasional Variabel

Dari hasil indikator 4 merumuskan variabel, maka buatlah definisi operasional variabelnya pada tabel di bawah ini :

SKOR

2

Percobaan 1 :

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.	Variabel kontrol (Massa)	Variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi faktor luar yang tidak terikat
2.	Variabel Manipulasi (kecepatan)	Variabel yang mendefinisikan tentang semua perlakuan terhadap percobaan tersebut yang dapat memicu suatu perubahan nilai atau bisa juga diartikan sebagai variabel yang mengakibatkan perubahan
3.	Variabel respon (Momentum)	Variabel yang mendefinisikan tentang semua hal yang terjadi apabila melakukan tindakan terhadap percobaan tersebut atau singkatan dari variabel bebas

Percobaan 2 :

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.	Variabel Kontrol (Massa)	Variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi faktor luar yang tidak terikat
2.	Variabel Manipulasi (kecepatan)	Variabel yang mendefinisikan tentang semua perlakuan terhadap percobaan tersebut yang dapat memicu suatu perubahan nilai atau bisa juga diartikan sebagai variabel yang mengakibatkan
3.	Variabel respon (Momentum)	Variabel yang mendefinisikan tentang semua hal yang terjadi apabila melakukan tindakan terhadap percobaan tersebut atau singkatan dari variabel bebas

Lembar Kerja Praktikum 1 Definisi Momentum

Scanned with CamScanner

Pada indikator 5 mendefinisikan operasional variabel, siswa memperoleh skor 2 dan masuk dalam kategori cukup terampil. Hal ini dikarenakan siswa hanya dapat mendefinisikan cara mengukur atau cara kerja dari satu variabel saja. Dari percobaan 1 hanya dapat mendefinisikan massa sebagai variabel kontrol yang dibuat tetap selama percobaan, sedangkan untuk kecepatan sebagai variabel manipulasi dan momentum sebagai variabel respon siswa menuliskan pengertiannya yang tidak mengarah secara jelas pada cara kerja dalam percobaannya. Hal yang

serupa pada percobaan 2 siswa hanya dapat mendefinisikan kecepatan sebagai variabel kontrol yang dibuat tetap selama percobaan, sedangkan untuk massa sebagai variabel manipulasi dan momentum sebagai variabel respon menuliskan pengertiannya yang tidak mengarah jelas pada cara kerja dalam percobannya.

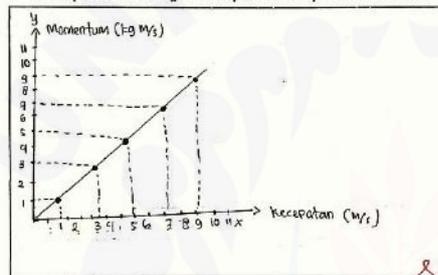
Indikator 6 Komunikasi Data.

Percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda

No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)
1	1 kg	3 m/s	3 kg m/s
2	1 kg	5 m/s	5 kg m/s
3	1 kg	7 m/s	7 kg m/s
4	1 kg	9 m/s	9 kg m/s

SKOR
4

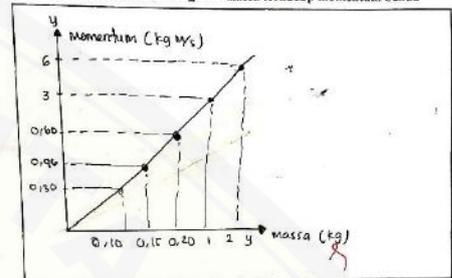
Grafik percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda



Percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda

No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)
1	0,10 kg	3 m/s	0,30 kg m/s
2	0,15 kg	3 m/s	0,45 kg m/s
3	0,20 kg	3 m/s	0,60 kg m/s
4	1 kg	3 m/s	3 kg m/s
5	2 kg	3 m/s	6 kg m/s

Grafik percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda



Indikator 7 Menganalisis Data.

Berdasarkan data yang telah anda selesaikan pada indikator 6 komunikasi data, buatlah suatu analisis terhadap data yang disajikan dalam tabel dan grafik tersebut!

SKOR
4

Analisis Percobaan 1 :

Nilai momentum bertambah besar meskipun memiliki massa yang sama karena kecepatannya juga bertambah besar.

Analisis Percobaan 2 :

Nilai momentum bertambah besar meskipun memiliki kecepatan yang sama karena massanya juga bertambah besar.

Pada indikator 6 mengkomunikasikan data, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat memasukkan data hasil penelitian ke dalam tabel yang menghubungkan dua variabel yaitu manipulasi dan respon secara tepat serta dapat mengubahnya menjadi grafik dengan skala yang tepat dan memberikan keterangan pada sumbu absis dan ordinat.

Pada indikator 7 menganalisis data, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat menjelaskan makna data hasil penelitian antara variabel kontrol, manipulasi dan respon dengan mengaitkan pada teori atau konsep yang benar. Jawaban siswa dari hasil analisis pengaruh kecepatan terhadap momentum yaitu “Nilai momentum bertambah besar

meskipun memiliki massa yang sama, karena kecepatannya juga bertambah besar". Berdasarkan jawaban tersebut, dapat dikatakan bahwa siswa menjelaskan makna data hasil penelitian dengan saling mengaitkan variabel kontrol, manipulasi dan respon. Sehingga siswa dapat membaca kecenderungan grafik bahwa dengan diterapkannya massa sama dan kecepatan berbeda dapat diketahui pengaruh variabel manipulasi yaitu kecepatan terhadap variabel respon nilai momentum. Jawaban siswa dari hasil analisis penelitian pengaruh massa terhadap momentum benda yaitu "Nilai momentum bertambah besar meskipun memiliki kecepatan yang sama, karena massanya juga bertambah besar". Berdasarkan jawaban tersebut, dapat dikatakan bahwa siswa menjelaskan makna data hasil penelitian dengan saling mengaitkan variabel kontrol, manipulasi dan respon. Sehingga siswa dapat membaca kecenderungan grafik bahwa dengan diterapkannya kecepatan sama dan massa berbeda dapat diketahui pengaruh variabel manipulasi yaitu massa terhadap variabel respon nilai momentum.

Indikator 8 Menarik Kesimpulan.

Apa yang anda perhatikan saat kecepatan meningkat ?

- Momentum meningkat
- Momentum menurun
- Momentum tidak berubah

Jawaban : Momentum meningkat

Alasan :

Karena kecepatannya meningkat atau bertambah besar dan kecepatan merupakan pengaruh besar momentum

Apa yang anda perhatikan saat massa diperbesar ?

- Momentum meningkat
- Momentum menurun
- Momentum tidak berubah

Jawaban : Momentum meningkat

Alasan :

Karena massanya diperbesar dan massa merupakan salah satu pengaruh besar momentum

Berdasarkan percobaan yang telah anda lakukan, apa yang dapat disimpulkan tentang definisi momentum?

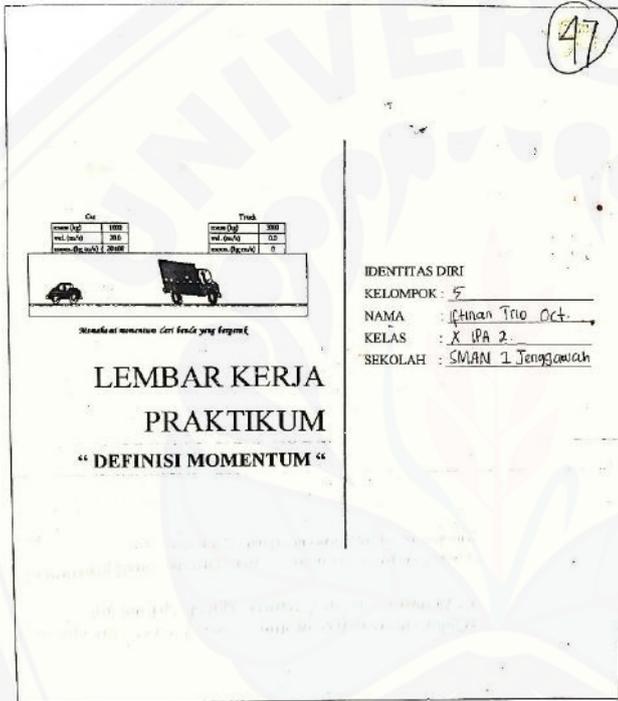
Besaran yang berhubungan dengan kecepatan dan massa suatu benda

Pada indikator 8 membuat kesimpulan, siswa memperoleh skor 3 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan siswa membuat kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian dan hasil analisis penelitian, akan tetapi keterkaitan dengan pengetahuan yang relevan belum jelas. Berdasarkan jawaban tersebut “Momentum meningkat, karena kecepatannya meningkat atau bertambah besar dan kecepatan merupakan pengaruh besar momentum. Momentum meningkat, karena massanya diperbesar dan massa merupakan salah satu pengaruh besar momentum”. Berdasarkan jawaban tersebut siswa sudah tepat dalam menjawab kedua pertanyaan untuk menuntun dan mengarahkan mereka dalam membuat kesimpulan berdasarkan data dan sesuai dengan hasil analisis penelitian dengan mengaitkan pada teori atau konsep yang dikumpulkannya. Sehingga siswa tersebut bisa membuat kesimpulan tentang definisi momentum yaitu “Besaran yang berhubungan dengan kecepatan dan massa suatu benda”. Dari jawaban kesimpulan tersebut siswa sudah tepat dalam menentukan bahwa momentum benda dipengaruhi oleh dua besaran yaitu kecepatan dan massa, akan tetapi kekurangan dari jawaban tersebut yaitu siswa belum menjelaskan secara teoritis terhadap konsep apa yang dimaksud dengan momentum.

Dokumentasi Nilai Terendah Lembar Kerja Praktikum 1

Definisi Momentum

Siswa yang memperoleh nilai 46,88/47 dalam penilaian lembar kerja praktikum 1, memiliki kemampuan cukup terampil. Adapun rincian skor dalam setiap indikatornya sebagai berikut:



47

KEGIATAN 1
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
"DEFINISI MOMENTUM"

Tujuan :

- Siswa dapat menganalisis variabel – variabel yang dapat mempengaruhi besar kecilnya momentum suatu benda.
- Siswa dapat menjelaskan definisi momentum dari hasil praktikum.

Ilustrasi :

Semua benda yang sedang bergerak memiliki momentum. Momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan suatu benda untuk dihentikan. Artinya semakin besar momentum yang dimiliki oleh suatu benda, semakin sulit untuk menghentikannya, dan semakin besar efek yang ditimbulkan dengan tabrakan atau tumbukan. Sebagai contoh kapal tanker bergerak dengan kecepatan tertentu memiliki momentum sangat besar karena massanya sangat besar. Pesawat dengan massa tertentu memiliki momentum sangat besar pada saat bergerak karena kecepatannya sangat besar.

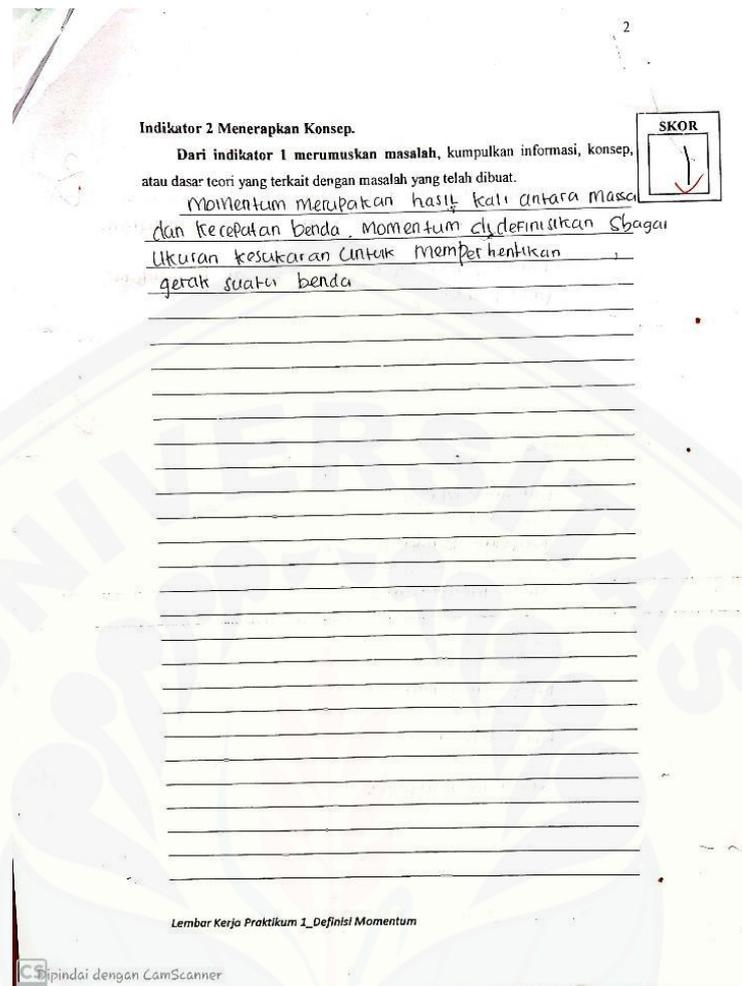
Indikator 1 Merumuskan Masalah.

Berdasarkan ilustrasi tersebut, buatlah rumusan masalah yang akan diteliti dalam percobaan anda!

SKOR

- Semakin besar momentum yang dimiliki oleh suatu benda semakin sulit untuk menghentikannya.
- Momentum sebuah partikel dapat dipandang sebagai ukuran kesulitan suatu benda untuk dihentikan.

Pada indikator 1 merumuskan masalah, siswa mendapatkan skor 1 dan masuk dalam kategori tidak terampil. Hal ini dikarenakan siswa tidak dapat menanyakan dua hal yang saling berhubungan dan kalimat yang dibuatnya tidak dalam bentuk kalimat tanya akan tetapi sebuah pernyataan.



Pada indikator 2 menerapkan konsep, siswa memperoleh skor 1 dan masuk dalam kategori tidak terampil. Hal ini dikarenakan siswa tidak dapat mengidentifikasi konsep yang sesuai dengan masalah yang akan diteliti, sehingga tidak dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis. Jawaban siswa tersebut yaitu “Momentum merupakan hasil kali massa dan kecepatan benda. Momentum didefinisikan sebagai ukuran kesukaran untuk menghentikan gerak suatu benda”. Berdasarkan jawaban siswa tersebut siswa hanya menuliskan pengertian momentum, tanpa menjelaskan konsep secara jelas, serta tidak menuliskan persamaan yang digunakan. Oleh karena itu, tidak dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis.

3

Indikator 3 Merumuskan Hipotesis.

Dari Indikator 1 merumuskan masalah, buatlah hipotesis percobaan yang akan anda lakukan!

a) Momentum diperoleh dari hasil kali besaran skalar massa dengan besaran vektor kecepatan.

b) Massa benda dapat memengaruhi momentum pada benda

SKOR
2

Indikator 4 Merumuskan Variabel.

Berdasarkan hipotesis yang telah anda rumuskan, maka tentukan variabel-variabel eksperimennya, antara lain :

Percobaan 1, dari hipotesis a.

a. Variabel Kontrol :
massa benda m

b. Variabel Manipulasi :
kecepatan benda v

c. Variabel Respon :
semua momentum p

Percobaan 2, dari hipotesis b.

a) Variabel Kontrol :
kecepatan benda v

b) Variabel Manipulasi :
massa benda m

c) Variabel Respon :
semua momentum p

SKOR
4

Lembar Kerja Praktikum 1_Definisi Momentum

CS pindai dengan CamScanner

Pada indikator 3 merumuskan hipotesis, siswa memperoleh skor 2 dan masuk dalam kategori cukup terampil. Hal ini dikarenakan siswa membuat hipotesis tidak sesuai dengan masalah yang diteliti tetapi masih disertai dengan alasan yang jelas dan logis. Jawaban dari hipotesis pertama “Momentum diperoleh dari hasil kali massa dengan kecepatan, sehingga massa dapat mempengaruhi besar momentum”. Berdasarkan jawaban tersebut, hipotesis yang ditulis oleh siswa tidak sesuai dengan rumusan masalah yang diteliti yaitu meneliti pengaruh kecepatan terhadap besar momentum. Jawaban dari hipotesis kedua “Massa benda dapat mempengaruhi besar momentum”. Berdasarkan jawaban tersebut, sebenarnya siswa telah membuat sebuah hipotesis bahwa massa mempengaruhi besar momentum, akan tetapi dalam hipotesis tersebut tidak memberikan alasan yang jelas dan logis sesuai dengan teori atau konsep yang telah dikumpulkan dalam tahap menerapkan konsep.

Pada indikator 4 merumuskan variabel, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat menentukan variabel kontrol, manipulasi dan respon. Dari percobaan 1 siswa menjawab “Variabel kontrol massa, variabel manipulasi kecepatan dan variabel respon momentum”. Dari percobaan 2 “Variabel kontrol kecepatan, variabel manipulasi massa dan variabel respon momentum”.

4

Indikator 5 Definisi Operasional Variabel

Dari hasil indikator 4 merumuskan variabel, maka buatlah definisi operasional variabelnya pada tabel di bawah ini :

SKOR

1

Percobaan 1 :

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.	Massa benda	x
2.	Kecepatan benda	x
3.	Momentum benda	x

Percobaan 2 :

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.	Kecepatan benda	x
2.	massa benda	x
3.	Momentum benda	x

Lembar Kerja Praktikum 1 Definisi Momentum
Dipindai dengan CamScanner

Pada indikator 5 mendefinisikan operasional, siswa memperoleh skor 1 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan siswa tidak dapat mendefinisikan cara mengukur atau cara kerja dari variabel sehingga tidak dapat mengarah jelas ke prosedur kerja.

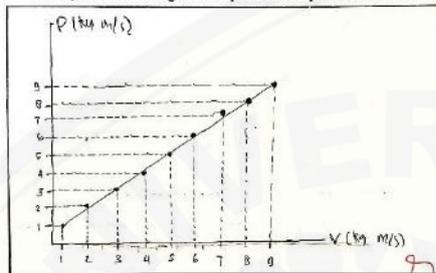
Indikator 6 Komunikasi Data.

Percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda

No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)
1	1 kg	1 m/s	1 kg m/s
2	1 kg	3 m/s	3 kg m/s
3	1 kg	5 m/s	5 kg m/s
4	1 kg	7 m/s	7 kg m/s
5	1 kg	9 m/s	9 kg m/s

SKOR
4

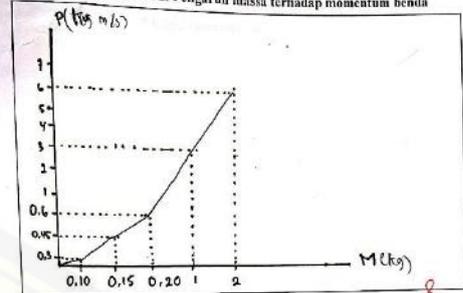
Grafik percobaan 1. Pengaruh kecepatan terhadap momentum benda



Percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda

No	Massa (kg)	Kecepatan (m/s)	Momentum (kg m/s)
1	0,10 kg	3 m/s	0,3 kg m/s
2	0,15 kg	3 m/s	0,45 kg m/s
3	0,20 kg	3 m/s	0,6 kg m/s
4	1 kg	3 m/s	3 kg m/s
5	2 kg	3 m/s	6 kg m/s

Grafik percobaan 2. Pengaruh massa terhadap momentum benda



Indikator 7 Menganalisis Data.

Berdasarkan data yang telah anda selesaikan pada indikator 6 komunikasi data, buatlah suatu analisis terhadap data yang disajikan dalam tabel dan grafik tersebut!

SKOR
1

Analisis Percobaan 1 :

Analisis Percobaan 2 :

Pada indikator 6 mengkomunikasikan data, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat memasukkan data hasil penelitian ke dalam tabel yang menghubungkan dua variabel yaitu manipulasi dan respon secara tepat serta dapat mengubahnya menjadi grafik dengan skala yang tepat dan memberikan keterangan pada sumbu absis dan ordinat.

Pada indikator 7 menganalisis data, siswa memperoleh skor 1 dan masuk dalam kategori tidak terampil. Hal ini dikarenakan siswa tersebut tidak dapat menjawab lembar kerja praktikum dalam menjelaskan makna makna dari data hasil penelitian.

Indikator 8 Menarik Kesimpulan.

Apa yang anda perhatikan saat kecepatan meningkat ?

a. Momentum meningkat
 b. Momentum menurun
 c. Momentum tidak berubah

Jawaban : _____
Alasan : _____

Apa yang anda perhatikan saat massa diperbesar ?

a. Momentum meningkat
 b. Momentum menurun
 c. Momentum tidak berubah

Jawaban : _____
Alasan : _____

Berdasarkan percobaan yang telah anda lakukan, apa yang dapat disimpulkan tentang definisi momentum?
ukuran kesukaran benda untuk dihentikan.

CS Dipindai dengan Lembar Kerja Praktikum 1_Definisi Momentum

Pada indikator 8 membuat kesimpulan, siswa memperoleh skor 1 dan masuk dalam kategori tidak terampil. Hal ini dikarenakan siswa hanya menjawab dua pertanyaan yang diberikan tanpa memberikan alasan berdasarkan hasil data penelitian. Oleh karena itu dalam menjawab kesimpulan apa yang diperoleh dari percobaan tersebut mengenai definisi momentum siswa sebatas menjelaskan bahwa momentum merupakan ukuran kesukaran benda untuk dihentikan.

Dokumentasi Nilai Tertinggi Lembar Kerja Praktikum 2

Hukum Kekekalan Momentum

Siswa yang memperoleh nilai 93,75/94 dalam penilaian lembar kerja praktikum 2, memiliki kemampuan sangat terampil. Adapun rincian skor dalam setiap indikatornya sebagai berikut:

(94)



LEMBAR KERJA PRAKTIKUM

"HUKUM KEKALAN MOMENTUM"



IDENTITAS DIRI

Kelompok	:
Nama	: Ariada Sapriana . s
Kelas	: X IPA 2
Sekolah	: SMAN JEMBER

KEGIATAN 2
LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
"HUKUM KEKALAN MOMENTUM"

Tujuan :

- Siswa dapat mendeskripsikan terjadinya hukum kekekalan momentum yang terjadi dalam suatu tumbukan.
- Siswa dapat menentukan jenis tumbukan yang terjadi pada kedua benda berdasarkan koefisien restitusi.

Ilustrasi :

Pada hari Minggu Ibra dan Adif sedang bermain kelereng. Kelereng yang dipegang oleh keduanya memiliki massa yang sama sebesar 0,1 kg. Pada saat permainan berlangsung Ibra dan Adif saling melemparkan kelereng ke arah berlawanan dengan masing-masing kecepatan kelereng Ibra 1 m/s dan kelereng Adif dengan kecepatan -3 m/s. Kedua kelereng tersebut memiliki momentum, dengan kelereng Ibra memiliki momentum sebesar 0,1 kg m/s dan kelereng adif memiliki momentum sebesar -0,3 kg m/s.



Kemudian kedua kelereng tersebut saling mendekat dan bertumbukan, setelah bertumbukan, kecepatan kelereng Ibra menjadi -3 m/s dan kelereng Adif menjadi 1 m/s dan keduanya bergerak saling menjauhi dan berlawanan arah. Sehingga momentum kedua kelereng mengalami perubahan, kelereng Ibra memiliki momentum sebesar -0,3 kg m/s dan kelereng adif memiliki momentum sebesar 0,1 kg m/s.



Indikator 1 merumuskan masalah.

Berdasarkan ilustrasi tersebut, buatlah rumusan masalah yang akan diteliti dalam percobaan Anda!

SKOR
4

1. Bagaimana besar momentum total dua kelereng sebelum dan sesudah tumbukan?

Indikator 2 menerapkan konsep.

Dari indikator 1 merumuskan masalah, kumpulkan informasi, konsep, atau dasar teori yang terkait dengan masalah yang telah dibuat.

SKOR
3

Dalam peristiwa tumbukan sentral, momentum total sistem sesaat sebelum tumbukan sama dengan momentum total sistem sesaat sesudah tumbukan, asalkan tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem

P sebelum = P sesudah

$p_A + p_B = p_A' + p_B'$

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

Pada indikator 1 merumuskan masalah, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa sudah dapat membuat rumusan masalah dalam kalimat tanya yang mengarah pada proses penelitian serta menanyakan dua hal yang saling berhubungan yaitu “Bagaimana besar momentum total dua kelereng sebelum dan sesudah tumbukan?”.

Pada indikator 2 menerapkan konsep, siswa memperoleh skor 3 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan siswa sudah dapat mengidentifikasi konsep secara benar dan sesuai dengan masalah yang akan diteliti, akan tetapi konsep untuk dikaitkan langsung dengan permasalahan diragukan. Seperti konsep yang dituliskan, siswa menulis hukum kekekalan momentum dengan persamaannya sudah benar. Akan tetapi terdapat kekurangan yaitu belum menjelaskan proses dua buah benda yang akan saling bertumbukan dan ketika sudah bertumbukan.

Indikator 3 merumuskan hipotesis.

Dari indikator 1 merumuskan masalah, buatlah hipotesis percobaan yang akan anda lakukan !

SKOR
4

Besar momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.

Indikator 4 merumuskan variabel.

Berdasarkan hipotesis yang telah Anda rumuskan, maka tentukan variabel

- variabel eksperimennya, amara lain :

a. Variabel manipulasi

1. Kecepatan kelereng sebelum tumbukan.

b. Variabel kontrol :

1. Massa kelereng

2. Elastisitas benda / koefisien restitusi

c. Variabel respon

1. Momentum total kelereng sebelum tumbukan

2. Kecepatan kelereng setelah tumbukan

3. Momentum total kelereng sesudah tumbukan

Pada indikator 3 merumuskan hipotesis, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan siswa sudah bisa menyatakan jawaban sementara sesuai dengan masalah yang diteliti disertai dengan alasan yang jelas dan logis sesuai informasi yang dikumpulkan pada tahap menerapkan konsep. Jawaban tersebut yaitu “Besarnya momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama, jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada suatu sistem”. Berdasarkan jawaban tersebut, siswa dapat membuat hipotesis sesuai dengan pertanyaan pada indikator merumuskan masalah. Selain itu, hipotesis yang dibuat sesuai dengan teori yang ditulis dalam indikator menerapkan konsep bahwa momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan bernilai sama.

Pada indikator 4 merumuskan variabel, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa sudah bisa menentukan variabel manipulasi, kontrol dan respon secara rinci sesuai dengan instruksi yang diberikan.

Indikator 5 definisi operasional variabel

Dari hasil indikator 4 merumuskan variabel, maka buatlah definisi operasional variabelnya pada tabel di bawah ini :

SIKOR

4

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.	Variabel kontrol	1. massa : massa yang digunakan untuk praktikum dibuat tetap atau sama.
2.		2. koefisien restitusi = dua buah benda yang diuji cobakan memiliki nilai koefisien restitusi yang sama.
3.	Variabel manipulasi	1. Kecepatan awal yang diberikan kepada kelereng berubah-ubah.
4.	Variabel respon	1. Momentum total kelereng sebelum tumbukan: diperoleh dari hasil perhitungan $m_1 v_1 + m_2 v_2$
5.	kecepatan dua buah kelereng setelah tumbukan :	2. diperoleh dari hasil Pembacaan alat ukur pada komputer
6.	Momentum total kelereng sesudah tumbukan:	3. diperoleh dari hasil Pembacaan alat ukur pada software Crocodile physics

Langkah Kerja :

1. Siapkan *software crocodile physics* pada masing-masing laptop/komputer
2. Buka *software* tersebut seperti tampak pada tampilan berikut :

Alat dan Bahan :

1. Alat
 - *Software crocodile physics*
2. Bahan

Benda dengan massa 1 kg, 2 kg, 5 kg, dan 4 kg

Pada indikator 5 mendefinisikan operasional variabel, siswa memperoleh skor 4. Hal ini dikarenakan siswa sudah dapat menjelaskan secara rinci bagaimana cara mengukur atau cara kerja dari tiga jenis variabel yaitu variabel kontrol, manipulasi dan respon.

12

Indikator 6 haman/hard data.

Tabel hasil percobaan ke-1

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
2	2	2	4	1	4	-8	-4	2	-8	4	-4
2	2	3	5	1	6	-10	-4	3	-10	6	-4
2	2	4	6	1	8	-12	-4	4	-12	8	-4

Tabel hasil percobaan ke-2

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
2	2	2	4	0,5	4	-8	-4	2,5	0,5	5	1
2	2	3	5	0,5	6	-10	-4	3,5	1	7	2
2	2	4	6	0,5	8	-12	-4	4,5	1,5	9	3

SKOR
4

13

14

Tabel hasil percobaan ke-5

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
1	2	2	2	0,5	2	-4	2	0	2,2	0	-2
2	3	2	2	0,5	4	-6	2	0,5	5,2	1,2	-2
3	4	2	2	0,5	6	-8	2	1,0	6,2	2,2	-2

Tabel hasil percobaan ke-6

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
1	2	2	2	0	2	-4	0,07	0,07	0,07	0,07	-1,33
2	3	2	2	0	4	-6	0,4	0,4	0,8	0,8	-1,2
3	4	2	2	0	6	-8	0,8	0,8	1,6	1,6	-2

15

Tabel hasil percobaan ke-7

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
1	2	1	2	1	1	-4	-3	0	-3	0	-5
2	3	2	3	1	4	-6	-4	1	-8	3	-5
3	4	3	4	1	6	-8	-5	2	-10	6	-7

Tabel hasil percobaan ke-8

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
1	2	1	2	0,5	1	-4	-3	-2	-0,5	-2	-1
2	3	2	3	0,5	4	-6	-4	-3	-1	-5	-3
3	4	3	4	0,5	6	-8	-5	-2	-1,5	-7	-5

Tabel hasil percobaan ke-3

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
2	2	2	4	0	4	-8	-4	-1	-8	-2	-4
2	2	3	5	0	6	-10	-4	-1	-10	-2	-4
2	2	4	6	0	8	-12	-4	-1	-12	-2	-4

Tabel hasil percobaan ke-4

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	v ₁ (m/s)	v ₂ (m/s)	Koefisien Resistansi (e)	P ₁ (kg.m/s)	P ₂ (kg.m/s)	v ₁ ' (m/s)	v ₂ ' (m/s)	P ₁ ' (kg.m/s)	P ₂ ' (kg.m/s)	Pertumbuhan tanaman (kg.m/s)
1	2	2	2	1	2	-4	-1	3,5	0,4	3,5	1,53
2	3	2	2	1	4	-6	-2	2,8	1,2	5,6	2
3	4	2	2	1	6	-8	-2	2,4	1,6	7,2	2

16

Tabel hasil percobaan ke - 9

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p_{total} sebelum tumbukan (kg.m/s)	p'_{11} (m/s)	p'_{12} (m/s)	p'_{total} setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	0	1	-3	-3	-1	-1	-2
2	3	2	-3	0	1	-9	-5	-1	-1	-3
3	4	3	-4	0	1	-16	-7	-1	-1	-3

Tabel hasil percobaan ke - 10

m_1 (kg)	v_1 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	m_2 (kg)	v_2 (m/s)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	p_{total} sebelum tumbukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_{11} (kg.m/s)	p'_{12} (kg.m/s)	p_{total} setelah tumbukan (kg.m/s)
1	2	1	2	-3	2	-6	-4	-5	-0,5	-2	-1	-4
2	3	0,5	3	-4	6	+2	-6	-1,2	-1,2	-2,4	-3,6	-6
3	4	0	4	-5	1	-20	-8	-1,4	-1,4	-5,4	-4,4	-8

Pada indikator 6 mengkomunikasikan data, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat membaca hasil pengukuran pada media simulasi dan ketepatan siswa dalam meletakkan hasil pengukurannya ke dalam tabel penelitian yang telah disediakan.

17

Indikator 7 menganalisis data.

Berdasarkan data yang telah anda selesaikan pada indikator 6 komunikasi data, buatlah satu analisis terhadap data yang disajikan dalam tabel data tersebut!

Analisis percobaan 1, 2 dan 3:

Berdasarkan data yang didapatkan dengan massa tetap, kecepatan berbeda dan kedua benda yang bertumbukan berkoefisien restitusi sama, total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama. Hal ini membuktikan kecepatan kedua benda berbeda ketika saling bertumbukan menghasilkan momentum yang sama.

Analisis percobaan 4, 5 dan 6:

Berdasarkan data yang didapatkan dengan massa berbeda, kecepatan tetap dan kedua benda yang bertumbukan berkoefisien restitusi sama, total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama. Hal ini membuktikan massa kedua benda berbeda ketika saling bertumbukan menghasilkan momentum sama.

Analisis percobaan 7, 8 dan 9:

Berdasarkan data yang didapatkan dengan massa berbeda, kecepatan berbeda dan kedua benda yang bertumbukan berkoefisien restitusi sama, total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama. Hal ini membuktikan ketika kecepatan benda berbeda dan massa kedua benda berbeda ketika saling bertumbukan menghasilkan momentum sama.

Analisis percobaan 10:

Berdasarkan data yang didapatkan dengan massa berbeda, kecepatan berbeda dan kedua benda yang bertumbukan berkoefisien restitusi berbeda, total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama. Hal ini membuktikan dengan kondisi benda yang seluruh variabelnya berbeda hukum kekekalan momentum masih berlaku.

SKOR
4

Pada indikator 7 menganalisis data, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat menjelaskan makna data hasil penelitian dengan saling mengaitkan antara variabel kontrol, manipulasi dan respon sesuai pada teori atau konsep yang telah dipelajarinya.

18

Indikator 8 menarik kesimpulan.

Pertanyaan 1:

Berdasarkan percobaan yang telah Anda lakukan, apa yang Anda perhatikan dan dapat disimpulkan tentang total momentum sebelum dan sesudah bertumbukan?

SKOR
3

- a. Momentum setelah tumbukan lebih kecil dari momentum sebelum tumbukan.
- Momentum setelah tumbukan sama dengan momentum sebelum tumbukan.
- c. Momentum setelah tumbukan lebih besar dari momentum sebelum tumbukan.

Jawaban:

Penjelasan:

Berdasarkan hasil percobaan di dapat kesimpulan bahwa hukum kekekalan momentum berlaku untuk benda yang memiliki massa berbeda, kecepatan berbeda, sesuai dengan teori yang di pelajari "Jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sebelum tumbukan dan setelah tumbukan bernilai sama" atau dirumuskan dalam: $P_{\text{sebelum}} = P_{\text{sesudah}}$
 $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$

Pertanyaan 2:

Berdasarkan percobaan yang telah kalian lakukan, sebutkan jenis tumbukan masing – masing percobaan.

Penjelasan:

- | | | |
|----|------------------|----------|
| 1. | Tumbukan lenting | Sempurna |
| 2. | Tumbukan lenting | Sebagian |
| 3. | Tumbukan Tidak | lenting |

Pada indikator 8 membuat kesimpulan, siswa memperoleh skor 3 dan masuk dalam kategori terampil. Berdasarkan jawaban tersebut, siswa dapat membuat kesimpulan dengan benar bahwa momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama. Kesimpulan tersebut juga didukung oleh pengetahuan teori atau konsep yang dipelajarinya dengan menuliskan hukum kekekalan momentum bersama persamaannya Akan tetapi jawaban siswa tersebut masih terdapat kekurangan terhadap hasil penelitiannya yaitu tentang keberlakuan hukum kekekalan momentum yang berlaku juga pada dua buah benda dengan koefisien restitusi yang berbeda.

Dokumentasi Nilai Terendah Lembar Kerja Praktikum 2

Hukum Kekekalan Momentum

Siswa yang memperoleh nilai 68,75/69 dalam penilaian lembar kerja praktikum 2, memiliki kemampuan sangat terampil. Adapun rincian skor dalam setiap indikatornya sebagai berikut:



LEMBAR KERJA PRAKTIKUM
"HUKUM KEKALKAN MOMENTUM"

IDENTITAS DIRI

Kelompok	: 5
Nama	: Novan F
Kelas	: IX IPA 2
Sekolah	:

69

Indikator 1 merumuskan masalah.
Berdasarkan ilustrasi tersebut, buatlah rumusan masalah yang akan diteliti dalam percobaan Anda!
apakah momentum total sebelum tumbukan dan setelah tumbukan bernilai sama?

SKOR
4

Indikator 2 menerapkan konsep.
Dari indikator 1 merumuskan masalah, tuliskan informasi, konsep, atau dasar teori yang terkait dengan masalah yang telah dibuat.
Pada busur dua buah benda yang bergerak Mendekat arah sebelum tumbukan masing-masing benda-benda memiliki momentum, kemudian kedua benda tersebut saling bertumbukan.

SKOR
2

Momentum sebelum tumbukan.

Pada indikator 1 merumuskan masalah, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan berdasarkan jawaban tersebut siswa sudah dapat membuat rumusan masalah dalam kalimat tanya yang mengarah pada proses penelitian serta menanyakan dua hal yang saling berhubungan.

Pada indikator 2 menerapkan konsep, siswa memperoleh skor 2 dan masuk dalam kategori cukup terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat mengidentifikasi konsep, akan tetapi masih kurang benar dan kurang jelas terhadap masalah yang akan diteliti, sehingga tidak dapat dijadikan dasar dalam merumuskan hipotesis. Berdasarkan jawaban tersebut, sebenarnya siswa sudah dapat mengidentifikasi

konsep dengan jelas yaitu dapat menjelaskan keadaan dua buah benda yang akan bertumbukan dan setelah bertumbukan, akan tetapi siswa tersebut tidak menjelaskan hukum kekekalan momentum dan persamaan yang berlaku pada hukum kekekalan momentum, sehingga konsep yang digunakan tidak bisa dijadikan sebagai dasar dalam merumuskan hipotesis.

Indikator 3 merumuskan hipotesis.

Dari indikator 1 merumuskan masalah, buatlah hipotesis percobaan yang akan anda lakukan!

Besar momentum total kelereng sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.

SKOR

4

Indikator 3 merumuskan variabel.

Berlasirlah hipotesis yang telah Anda rumuskan, maka tentukan variabel-variabel eksperimennya, antara lain:

a. Variabel manipulasi:

kecepatan kelereng sebelum tumbukan

b. Variabel kontrol:

1). massa kelereng.
2). elektisitas.

c. Variabel respon:

SKOR

2

CS pindai dengan CamScanner

Pada indikator 3 merumuskan hipotesis, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan berdasarkan jawaban tersebut siswa sudah bisa menyatakan jawaban sementara sesuai dengan masalah yang diteliti disertai dengan alasan yang jelas dan logis sesuai informasi yang dikumpulkan pada tahap menerapkan konsep. Berdasarkan jawaban tersebut, siswa dapat membuat hipotesis sesuai dengan pertanyaan pada indikator merumuskan masalah. Selain itu, hipotesis yang dibuat sesuai dengan teori yang ditulis dalam indikator menerapkan konsep bahwa momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan bernilai sama.

Pada indikator 4 merumuskan variabel, siswa memperoleh skor 2 dan masuk dalam kategori cukup. Hal ini dikarenakan siswa sudah tepat dalam menentukan kecepatan awal kelereng sebagai variabel manipulasi dan massa kelereng sebagai variabel kontrol. Akan tetapi masih terdapat banyak kekurangan, karena variabel yang terlibat sangat banyak.

Indikator 5 definisi operasional variabel

Dari hasil indikator 4 merumuskan variabel, maka buatlah definisi operasional variabelnya pada tabel di bawah ini :

SKOR
2

No	Variabel	Definisi Operasional Variabel
1.	Kontrol	massa : massa yang digunakan untuk praktikum tetap / sama.
2.	Manipulasi	kecepatan awal yang diberikan kepada kelereng berubah-ubah.
3.		
4.		
5.		
6.		

Langkah Kerja :

1. Siapkan *software crocodile physics* pada masing-masing laptop/komputer.
2. Buka *software* tersebut seperti tampak pada tampilan berikut :

Alat dan Bahan :

1. Alat
 - *Software crocodile physics*
2. Bahan

Benda dengan massa 1 kg, 2 kg, 3 kg, dan 4 kg

CS Dipindai dengan CamScanner

Pada indikator 5 mendefinisikan operasional variabel, siswa memperoleh skor 2 dan masuk dalam kategori cukup terampil. Hal ini dikarenakan siswa hanya bisa mendefinisikan dua jenis variabel saja yaitu massa sebagai variabel kontrol dan kecepatan awal kelereng sebagai variabel manipulasi.

Indikator 6 komunikasi data.

Tabel hasil percobaan ke-1

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
2	2	2	4	1	4	-8	-4	2	-8	4	-4
2	2	3	-5	1	6	-10	-5	3	-10	6	-4
2	2	4	-6	1	8	-12	-6	4	-12	8	-4

Tabel hasil percobaan ke-2

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
2	2	2	4	0,5	4	-8	-4	2	-8	4	-4
2	2	3	-5	0,5	6	-10	-5	3	-10	6	-4
2	2	4	-6	0,5	8	-12	-6	4	-12	8	-4

SKOR
4

13

Tabel hasil percobaan ke-3

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
2	2	2	-4	0	4	-8	-4	-1	-2	-2	-4
2	2	3	-5	0	6	-10	-5	-1	-2	-2	-4
2	2	4	-6	0	8	-12	-6	-1	-2	-2	-4

Tabel hasil percobaan ke-4

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
1	2	2	-2	1	2	-4	-2	-3,33	0,66	-5,33	1,33
2	3	2	-2	1	4	-6	-2	-2,66	1,33	-5,66	3,66
3	4	2	-2	1	6	-8	-2	-2,5	1,13	-4,71	5,71

14

Tabel hasil percobaan ke-5

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
1	2	2	-2	0,5	2	-4	-2	0	-2	0	-2
2	3	2	-2	0,5	4	-6	-2	-1,6	0,4	-3,2	1,2
3	4	2	-2	0,5	6	-8	-2	-1,11	0,57	-4,29	2,29

Tabel hasil percobaan ke-6

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
1	2	2	-2	0	2	-4	-0,67	-0,67	-0,67	-1,33	-2
2	3	2	-2	0	4	-6	-0,4	-0,4	-0,8	-1,2	-2
3	4	2	-2	0	6	-8	-0,29	-0,29	-0,86	-1,14	-2

15

Tabel hasil percobaan ke-7

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
1	2	1	-2	1	1	-4	-3	0	-3	0	-3
2	3	2	-3	1	4	-9	-5	-4	-8	3	-5
3	4	3	-4	1	9	-16	-7	-5	-15	8	-7

Tabel hasil percobaan ke-8

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	p_1 (m/s)	p_2 (m/s)	P_1 (kg.m/s)	P_2 (kg.m/s)	Pusat massa (kg.m/s)
1	2	1	-2	0,5	1	-4	-3	-2	-0,5	-2	-1
2	3	2	-3	0,5	4	-9	-5	-2,5	0	-5	-5
3	4	3	-4	0,5	9	-16	-7	-3	0,5	-9	-7

Tabel hasil percobaan ke-9

m_1 (kg)	m_2 (kg)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	Pusat seban tunjukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	Pusat setelah tunjukan (kg.m/s)
1	2	1	-2	0	1	-4	-3	-1	-1	-1	-2	-3
2	3	2	-3	0	4	-9	-5	-1	-1	-2	-3	-5
3	4	3	-4	0	9	-16	-7	-1	-1	-3	-4	-7

Tabel hasil percobaan ke-10

m_1 (kg)	v_1 (m/s)	Koefisien Restitusi (e)	p_1 (kg.m/s)	p_2 (kg.m/s)	Pusat seban tunjukan (kg.m/s)	v'_1 (m/s)	v'_2 (m/s)	p'_1 (kg.m/s)	p'_2 (kg.m/s)	Pusat setelah tunjukan (kg.m/s)
1	2	1	2	-6	-4	-3	-0,5	-3	-1	-4
2	3	0,5	3	-12	-6	-1,2	-1,2	-2,4	-3,6	-6
3	4	0	4	-20	-8	-1,47	-1,47	-3,43	-4,57	-8

Pada indikator 6 mengkomunikasikan data, siswa memperoleh skor 4 dan masuk dalam kategori sangat terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat membaca hasil pengukuran pada media simulasi dan ketepatan siswa dalam meletakkan hasil pengukurannya ke dalam tabel penelitian yang telah disediakan.

Indikator 7 menganalisis data.

Berdasarkan data yang telah anda selesaikan pada indikator 6 komunikasi data, buatlah suatu analisis terhadap data yang disajikan dalam tabel data tersebut!

SKOR
3

Analisis percobaan 1, 2 dan 3:

Pada percobaan massa kedua benda dibuat tetap, kecepatan kedua benda berbeda, kemudian kedua benda saling bertumbukan dan hasilnya total momentum sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama.

Analisis percobaan 4, 5 dan 6:

Pada percobaan massa kedua benda dibuat berbeda, kecepatan kedua benda tetap, kemudian kedua benda saling bertumbukan dan hasilnya total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama.

Analisis percobaan 7, 8 dan 9:

Pada percobaan massa kedua benda berbeda, kecepatan kedua benda berbeda, kemudian kedua benda bertumbukan dan hasilnya total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama.

Analisis percobaan 10:

Pada percobaan kedua benda berbeda, kecepatan kedua benda berbeda, kemudian kedua benda bertumbukan dan hasilnya total momentum sebelum dan setelah tumbukan bernilai sama.

CSipindai dengan CamScanner

Pada indikator 7 menganalisis data, siswa memperoleh skor 3 dan masuk dalam kategori terampil. Hal ini dikarenakan siswa dapat menjelaskan makna data hasil penelitian antara variabel manipulasi dan respon dengan mengaitkan pada teori atau konsep yang benar. Jawaban siswa dari analisis pertama “Berdasarkan percobaan 1, 2 dan 3 dengan menggunakan kecepatan kedua benda berbeda dan kedua benda yang bertumbukan memiliki koefisien restitusi sama, didapatkan total momentum sebelum dan sesudah tumbukan bernilai sama”. Berdasarkan jawaban tersebut, sebenarnya siswa sudah dapat menganalisis data hasil penelitiannya yaitu menjelaskan keadaan dua buah benda yang saling bertumbukan dengan diterapkannya koefisien benda sama dan kecepatan yang diterapkannya berbeda, sehingga siswa dapat menentukan serta melihat kecenderungan bahwa momentum benda yang saling bertumbukan ketika diterapkan kecepatan yang berbeda diperoleh nilai momentum total sebelum tumbukan dan setelah tumbukan sama. Akan tetapi terdapat kekurangan siswa dalam menganalisis yaitu tidak menjelaskan keadaan massa dua buah benda yang saling bertumbukan bernilai sama dan tetap.

18

Indikator 8 menarik kesimpulan.

Pertanyaan 1 :

Berdasarkan percobaan yang telah Anda lakukan, apa yang Anda perhatikan dan dapat disimpulkan tentang total momentum sebelum dan sesudah bertumbukan?

a. Momentum setelah tumbukan lebih kecil dari momentum sebelum tumbukan.

b. Momentum setelah tumbukan sama dengan momentum sebelum tumbukan.

c. Momentum setelah tumbukan lebih besar dari momentum sebelum tumbukan.

Jawaban :

Penjelasan :

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

P sebelum tumbukan = P setelah tumbukan

Pertanyaan 2 :

Berdasarkan percobaan yang telah kalian lakukan, sebutkan jenis tumbukan masing - masing percobaan.

Penjelasan :

1). Tumbukan lenting sempurna.

2). " " sebagian.

3). " tidak lenting.

Dipindai dengan CamScanner

Pada indikator 8 membuat kesimpulan, siswa memperoleh skor 1 dan masuk dalam kategori tidak terampil. Hal ini dikarenakan siswa membuat kesimpulan yang tidak berkaitan dengan data hasil penelitian, hasil analisis penelitian dan tidak berkaitan dengan pengetahuan yang relevan. Jawaban siswa dalam menjawab pertanyaan tersebut yaitu "Momentum setelah tumbukan lebih kecil dari momentum setelah tumbukan. Pada peristiwa tumbukan, jumlah momentum $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ ". Berdasarkan jawaban tersebut, siswa membuat kesimpulan tidak berdasarkan hasil data penelitian. Pada tabel data hasil penelitian didapatkan bahwa besar momentum total sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan sama, akan tetapi siswa tersebut ketika menjawab pertanyaan yang menuntun mereka membuat kesimpulan salah. Sehingga siswa dikatakan memiliki kemampuan tidak terampil, walaupun siswa tersebut menuliskan hukum kekekalan momentum sesuai dengan teori atau konsep yang dipelajarinya.

Lampiran G Dokumentasi Kegiatan Praktikum.



Kegiatan pengenalan media simulasi *crocodile physics*



Kegiatan praktikum 1 “Definisi Momentum”



Kegiatan praktikum 2 “Hukum Kekekalan Momentum”

Lampiran H Surat Permohonan Izin Penelitian.**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER****FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: (0331)- 330224, 334267, 337422, 333147 * Faximile: 0331-339029
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor **2311/UN25.1.5/LT/2019**
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

25 MAR 2019

Yth. Kepala
SMA Negeri Jenggawah

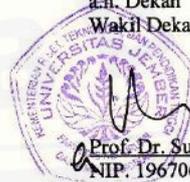
Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:

Nama : Moch. Wildan Kamali
NIM : 140210102066
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan penelitian di SMA Negeri Jenggawah dengan judul "Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* Terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA Pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan". Schubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamu yang baik kami sampaikan terima kasih.

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,



Prof. Dr. Suraino, M.Si
NIP. 196706251992031003

Lampiran I Surat Selesai Penelitian.

**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI
JENGGAWAH**

Jl. Tempurejo 76 ☎ 0331 – 757128 Jenggawah e-mail : sman1jenggawah@yahoo.co.id

JEMBER

Kode Pos: 68171

SURAT KETERANGAN

Nomor : 670 / 263 / 101.6.5.12 / 2019

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMAN Jenggawah menerangkan bahwa:

N a m a : **Moch. Wildan Kamali**
NIM : 140210102066
Prodi : S1 Pendidikan Fisika
Jurusan : Pendidikan Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Perguruan Tinggi : Universitas Jember

Mahasiswa yang bersangkutan benar-benar telah mengadakan penelitian dengan judul "Implementasi Media Simulasi *Crocodile Physics* terhadap Keterampilan Kerja Ilmiah Siswa SMA pada Pokok Bahasan Momentum dan Tumbukan" pada tanggal 16, 17, 23 dan 24 April 2019.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya dan diberikan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jenggawah, 30 Agustus 2019

Kepala Sekolah,



Ngatminah, S.Pd., M.Pd.

NIP. 19630623 198403 2 003