

**PENGEMBANGAN MODUL FISIKA PADA MATERI GERAK
HARMONIK SEDERHANA BERBASIS *EXPERIENTIAL*
LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA
KELAS X SMA**

SKRIPSI

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



Oleh:

FAISAL HADI KURNIAWAN

NIM.133611031

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

2017

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Faisal Hadi Kurniawan

NIM :133611031

Jurusan/Program Studi :Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN MODUL FISIKA PADA MATERI GERAK HARMONIK SEDERHANA BERBASIS *EXPERIENTIAL LEARNING* TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA KELAS X SMA

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

Semarang, 29 September 2017

Saya menyetakan



Faisal Hadi Kurniawan

NIM.133611031



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

Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Telp. (024) 76433366 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA

Nama : Faisal Hadi Kurniawan

NIM : 133611031

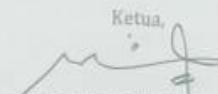
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Semarang, 03 November 2017

Dewan Penguji

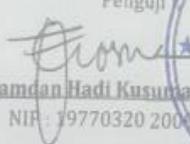
Ketua,


Eda Daenuri Anwar, M.Si
NIP : 19790726 20091 1 001

Sekretaris,


Arsini, M.Sc.
NIP : 19840812 201101 2011

Penguji


Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP : 19770320 200012 1087

Penguji


Andi Fadlan, S.Si., M.Sc.
NIP : 19800915 200501 1 006

Pembimbing I,


Arsini, M.Sc.
NIP : 19840812 201101 2011

Pembimbing II,


Qisthi Fariyani, M.Pd.
NIP : -

NOTA DINAS

Semarang, 29 September 2017

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

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : **Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA**

Nama : Faisal Hadi Kurniawan
NIM : 133611031
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Arsini, M.Sc.

NIP : 19840812 201101 2011

NOTA DINAS

Semarang, 29 September 2017

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

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

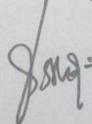
Judul : **Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA**

Nama : Faisal Hadi Kurniawan
NIM : 133611031
Jurusan : Pendidikan Fisika

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Qisthi Fariyani, M.Pd.

NIP : -

ABSTRAK

Judul : **Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA**

Peneliti : Faisal Hadi Kurniawan

NIM : 133611031

Penelitian ini dilatar belakangi oleh belum adanya bahan ajar Fisika kelas X SMA/MA berbasis pembelajaran pengalaman yang diintegrasikan dengan nilai-nilai karakter pada materi Gerak Harmonik Sederhana yang berada di Sekolah. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik modul Fisika materi Gerak Harmonik Sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter, menguji kelayakan modul, dan menguji efektivitas modul.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah R&D (*Research and Development*). Prosedur penelitian sesuai dengan langkah penelitian yang dijelaskan oleh Borg & Gall.

Hasil uji kelayakan dari ahli materi sebesar 89,29% dengan kategori sangat layak; ahli media sebesar 88,2% dengan kategori sangat layak; dan guru fisika sebesar 93,8 % dengan kategori sangat layak. Uji coba lapangan terbatas dilakukan dengan uji keterbacaan kepada 10 siswa dengan hasil 84,8% dengan kategori sangat baik. Hasil uji skala luas menunjukkan modul efektif digunakan sebagai bahan ajar. Penelitian ini menghasilkan produk berupa modul Fisika pada materi Gerak Harmonik Sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter untuk siswa kelas X SMA.

Kata kunci : *experiential learning*, karakter, Gerak Harmonik Sederhana.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'aalamiin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah serta inayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian skripsi dengan judul **“Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA”** Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, beserta para keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang senantiasa istiqomah dalam sunnahnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini disusun guna memenuhi dan melengkapi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan(S-1) Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Jurusan Pendidikan Fisika. Penelitian skripsi ini, peneliti banyak mendapat bimbingan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga dapat menyelesaikannya. Oleh karenanya peneliti menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Muhibbin, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Dr. H. Ruswan, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

3. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah membimbing dan memberi motivasi selama kuliah.
4. Arsini, M.Sc. selaku Wali Dosen Studi yang berjasa telah membimbing dan memotivasi peneliti selama kuliah dan skripsi.
5. Segenap staf dan dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang banyak memberikan ilmu kepada peneliti.
6. Arsini, M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing I, dan Qisthi Fariyani, M.Pd. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, pengarahan, petunjuk dan motivasi kepada peneliti.
7. Edi Daenuri Anwar, M.Si., Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd., Lisa Fitriyani, M.Si., dan Slamet Iriyanto, M.Pd. yang telah memberikan saran dan masukan kepada peneliti demi tersusunnya modul yang berkualitas.
8. Muhadi dan Mukaromah, selaku orang tua Mahasiswa. Terima kasih yang tak terhingga untuk doa, semangat, kasih sayang, pengorbanan, dan ketulusannya dalam memberi motivasi.
9. Muhammad Ashadi Kusumo, Dzaki Robbani, Ahmad minanurrohim, Hendi Prawiro Raharjo, Indah Mukhlisoh,

dan Shella Maulida Islami selaku sahabat. Terima kasih yang tak terhingga untuk nasehat, bantuan, dan motivasinya.

10. Semua pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materi demi terselesaikannya skripsi ini.

Peneliti menyadari bahwa masih banyak terdapat kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, maka dari itu peneliti menerima dengan senang hati kritik dan saran yang membangun guna mendapatkan hasil yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan mendapat ridho dari-Nya, Amin Yarabbal 'alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 29 September 2017

Peneliti,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Faisal Hadi Kurniawan', is written on a light-colored rectangular background.

Faisal Hadi Kurniawan

NIM: 133611031

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA PEMBIMBING.....	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xx
TRANSLITERASI	xxi
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	8
D. Keterbatasan Produk.....	9
E. Spesifikasi Produk	10
F. Asumsi Pengembangan	10
BAB II : LANDASAN TEORI	12
A. Kajian Teori	12
B. Kajian Pustaka	29
C. Kerangka Berpikir.....	31

BAB III : METODE PENELITIAN.....	33
A. Model Pengembangan.....	33
B. Prosedur Pengembangan.....	34
C. Lokasi dan Subjek Penelitian	38
D. Teknik Pengumpulan Data.....	39
E. Teknik Analisis Data	40
BAB IV : DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA	49
A. Deskripsi Prototipe Produk.....	49
B. Hasil Uji Lapangan.....	53
C. Analisis Data.....	77
D. Prototipe Hasil Pengembangan.....	85
BAB V : PENUTUP	90
Kesimpulan	90
Saran.....	91
Daftar Pustaka.....	92
Lampiran.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Karakter Terintegrasi dalam Modul	19
Tabel 3.1	Indikator Tingkat Validitas Produk	41
Tabel 3.2	Kategori Ketercapaian Keterbacaan Modul	42
Tabel 4.1	Penulisan Modul Secara Garis Besar	50
Tabel 4.2	Analisis <i>experiential learning</i> pada modul.	51
Tabel 4.3	Analisis karakter pada modul.	52
Tabel 4.4	Data Hasil Validasi Modul Fisika oleh Ahli Materi	58
Tabel 4.5	Data Hasil Validasi Modul Fisika oleh Ahli Media	63
Tabel 4.6	Data Hasil Validasi Modul Fisika oleh Guru Fisika	68
Tabel 4.7	Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kontrol	70
Tabel 4.8	Persentase Validitas Soal	72
Tabel 4.9	Tingkat Kesusukaran Soal.	73
Tabel 4.10	Daya Pembeda Soal	73

Tabel 4.11	Hasil Ulangan Kelas Eksperimen dan Kontrol	75
Tabel 4.12	Hasil Uji Normalitas	75
Tabel 4.13	Hasil <i>t-test</i>	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Tahapan <i>Expeiential learning</i>	15
Gambar 2.2	Bandul yang mengalami GHS	21
Gambar 2.3	Bandul Sederhana	26
Gambar 2.4	Kerangka Berpikir Penelitian	32
Gambar 3.1	Skema Prosedur Penelitian	34
Gambar 4.1	<i>Cover Modul</i>	49
	Tampilan Modul Tentang	
Gambar 4.2	Penggunaan Diksi Sebelum Direvisi	54
	Tampilan Modul Tentang	
Gambar 4.3	Penggunaan Diksi Setelah Direvisi	55
	Tampilan Modul Tentang variabel	
Gambar 4.4	x dan y Sebelum Direvisi	56
	Tampilan Modul Tentang variabel	
Gambar 4.5	x dan y Setelah Direvisi	56
	Tampilan Modul Tentang Langkah	
Gambar 4.6	Percobaan Sebelum Direvisi	57
	Tampilan Modul Tentang Langkah	
Gambar 4.7	Percobaan Setelah Direvisi	57
	Tampilan <i>Size/Ukuran Huruf</i>	
Gambar 4.8	Sebelum Direvisi	59

Gambar 4.9	Tampilan <i>Size/Ukuran Huruf</i> Setelah Direvisi	60
Gambar 4.10	Tampilan Petunjuk Penggunaan modul Sebelum Direvisi	60
Gambar 4.11	Tampilan Petunjuk Penggunaan modul Setelah Direvisi	61
Gambar 4.12	Tampilan <i>Margin</i> Keterangan Gambar Sebelum Direvisi	61
Gambar 4.13	Tampilan <i>Margin</i> Keterangan Gambar Setelah Direvisi	61
Gambar 4.14	Tampilan <i>Margin</i> Keterangan Gambar dan EYD Sebelum Direvisi	62
Gambar 4.15	Tampilan <i>Margin</i> Keterangan Gambar dan EYD Setelah di Revisi	62
Gambar 4.16	Tampilan Indikator Pencapaian pada Modul Sebelum Direvisi	64
Gambar 4.17	Tampilan Indikator Pencapaian pada Modul Setelah Direvisi	65
Gambar 4.18	Tampilan Penjelasan Nilai Karakter Sebelum Direvisi	65
Gambar 4.19	Tampilan Penjelasan Nilai Karakter Setelah Direvisi	65
Gambar 4.20	Cara Kerja pada Praktikum Sebelum Direvisi	66

	Cara Kerja pada Praktikum	
Gambar 4.21	Sesudah Direvisi dengan Penambahan Tahap Analisis Data	66
Gambar 4.22	Tampilan Kegerafikan Modul Sebelum Direvisi	67
Gambar 4.23	Tampilan Kegerafikan Modul Setelah Direvisi	67

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar	Judul	Halaman
Lampiran 1	Wawancara Studi Pendahuluan	97
Lampiran 2	Modul Fisika pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis <i>Experiential Learning</i> Terintegrasi Karakter untuk Siswa Kelas X SMA	98
Lampiran 3	Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi	133
Lampiran 4	Rubrik Validasi Ahli Materi	135
Lampiran 5	Lembar Validasi Ahli Materi	143
Lampiran 6	Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Media	146
Lampiran 7	Rubrik Validasi Ahli Media	148
Lampiran 8	Lembar Validasi Ahli Media	157
Lampiran 9	Kisi-Kisi Validasi Guru Fisika	160
Lampiran 10	Rubrik Validasi Guru Fisika	163
Lampiran 11	Lembar Validasi Guru Fisika	173
Lampiran 12	Kisi-Kisi Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis <i>Experiential Learning</i> Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA	179
Lampiran 13	Rubrik Penilaian Uji Keterbacaan	183

	Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis <i>Experiential Learning</i> Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA	
Lampiran 14	Soal Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis <i>Experiential Learning</i> Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA	189
Lampiran 15	Lembar Jawaban Siswa	191
Lampiran 16	Analisis Hasil Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis <i>Experiential Learning</i> Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA	193
Lampiran 17	Daftar Siswa Kelas Eksperimen	196
Lampiran 18	Daftar Siswa Kelas Kontrol	198
Lampiran 19	Nilai Raport Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	200
Lampiran 20	Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	204
Lampiran 21	Daftar Nama Siswa Kelas Uji Coba	206
Lampiran 22	Kisi-Kisi Soal Uji Coba	208
Lampiran 23	Soal Uji Coba	212

Lampiran 24	Lembar Jawaban Soal Uji Coba	218
Lampiran 25	Analisis Soal Uji Coba	222
Lampiran 26	Silabus	230
Lampiran 27	RPP Kelas Eksperimen	234
Lampiran 28	RPP Kelas Kontrol	248
Lampiran 29	Kisi-Kisi Soal Tes	256
Lampiran 30	Soal Tes	260
Lampiran 31	Lembar Jawaban Soal Tes	265
Lampiran 32	Rekapitulasi Hasil Tes Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	269
Lampiran 33	Normalitas Hasil Tes Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	271
Lampiran 34	Uji Signifikansi	272
Lampiran 35	Surat Izin Pra Riset	275
Lampiran 36	Surat Izin Riset	276
Lampiran 37	Surat Telah Riset	277
Lampiran 38	Foto-Foto Penelitian	278

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Penjelasan
SMA	Sekolah Menengah Atas
MIA 1	Minat IPA 1
MIA 3	Minat IPA 3
KI-2	Kompetensi Inti ke dua
KI-3	Kompetensi Inti ke tiga

TRANSLITERASI

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin pada skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 185/1987 dan Nomor : 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

Arab	Latin	Arab	Latin
ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a> = a panjang

i> = i panjang

u> = u panjang =

Bacaan Diftong :

au = اُوْ

ai = اِئْ

iy = اِئْ

Lambang Dalam Transliterasi

Lambang/symbol titik dan garis diatas atau dibawah huruf untuk menunjukkan bacaan *mad* (panjang) pada bahasa Arab. Lambang tersebut sebagai berikut:

Simbol <i>Times New Arabic</i>	Simbol <i>Times New Roman</i>	Contoh	Penulisan
Garis diatas huruf kecil	Lebih besar >	a>	a>
Garis diatas huruf besar	Lebih kecil <	A<	A<
Titik diatas huruf kecil	Garis miring kiri \	a\	a\
Titik diatas huruf besar	Garis tegak I	AI	AI
Titik dibawah huruf kecil	Kurung kurawal tertutup }	a}	a}
Titik dibawah huruf kecil	Kurung kurawal tertutup {	a{	a{



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran efektif adalah pembelajaran yang abstrak dan konkret. Belajar dari pengalaman langsung seharusnya terus berjalan sepanjang rentang kehidupan. Manusia harus terlibat dengan pengalaman dan merenungkan apa yang terjadi, bagaimana, dan mengapa itu terjadi. Salah satu model pembelajaran yang menggunakan pendekatan pembelajaran aktif dan berbasis dengan pengalaman nyata adalah model *experiential learning* (Silberman, 2014).

Pengalaman aktif melibatkan siswa untuk menemukan, mengolah, menerapkan informasi dan merefleksikan apa yang telah mereka lakukan (Bower, 2013). Model *experiential learning* tidak hanya memberikan wawasan pengetahuan konsep-konsep saja, tetapi juga membangun keterampilan melalui penugasan maupun diskusi. Siswa dapat menuangkan hasil belajar dalam bentuk lisan maupun tulisan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Model *experiential learning* bermakna apabila siswa berperan aktif dalam melakukan kegiatan pembelajaran.

Pendidikan karakter yang terintegrasi dalam pembelajaran merupakan salah satu solusi untuk

menghasilkan siswa dengan karakter yang baik. Karakter sikap ilmiah dalam pembelajaran Fisika sangat penting dikembangkan karena dapat menunjang penguasaan konsep Fisika. Salah satu karakter ilmiah adalah karakter ingin tahu, disiplin, komunikatif, dan bertanggung jawab. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Musyarofah et al. (2013) menunjukkan bahwa pengintegrasian pendidikan karakter dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan prestasi belajar serta menumbuhkan kebiasaan bersikap ilmiah pada siswa. Model *Experiential learning* yang terintegrasi karakter memberikan pengalaman belajar dengan memperhatikan pendidikan karakter siswa.

Pendidikan sekarang ini harus diarahkan untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam cara memperoleh pengetahuan dan cara menggunakannya untuk memecahkan masalah kehidupan dengan arif, kreatif, dan bertanggung jawab (Kemendiknas, 2010). Begitu pentingnya pendidikan karakter guna membentuk bangsa yang maju. Masalah akan terselesaikan dengan baik apabila siswa memiliki karakter yang baik. Pembentukan karakter merupakan upaya/usaha yang disengaja untuk menumbuhkan kebajikan (Pala, 2011). Pendidikan karakter dalam materi pelajaran dipahami sebagai integrasi atau pesan, yaitu sebagai wahana pembudayaan dan pemberdayaan individu.

Pembelajaran erat kaitannya dengan media untuk menyampaikan materi pelajaran yang akan disampaikan. Media disebutkan dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 89.

وَيَوْمَ نَبْعَثُ فِي كُلِّ أُمَّةٍ شَهِيدًا عَلَيْهِمْ مِّنْ أَنفُسِهِمْ ۗ وَجِئْنَا بِكَ
 شَهِيدًا عَلَىٰ هَؤُلَاءِ ۚ وَنَزَّلْنَا عَلَيْكَ الْكِتَابَ تِبْيَانًا لِّكُلِّ شَيْءٍ
 وَهُدًى وَرَحْمَةً وَنُذُرًا لِّلْمُتَّعِينَ ﴿٨٩﴾

Wa yauma nab'asu fi kulli ummatin syahidan 'alaihim min anfusihim wa ji'nā bika syahidan 'alāhā'ulā'(i), wa nazzalnā'alaikal kitāba tibyānal likulli syai'iw wa hudaw wa rahmataw wa busyrā lil muslimin(a).

“16/An-Nahl-89. (dan ingatlah) akan hari (ketika) Kami bangkitkan pada tiap-tiap umat seorang saksi atas mereka dari mereka sendiri dan Kami datangkan kamu (Muhammad) menjadi saksi atas seluruh umat manusia. dan Kami turunkan kepadamu Al kitab (Al Quran) untuk menjelaskan segala sesuatu dan petunjuk serta rahmat dan kabar gembira bagi orang-orang yang berserah diri” (Menara Kudus, 2006).

Allah SWT dalam Al-Qur'an surat An-Nahl ayat 89 secara tidak langsung mengajarkan kepada manusia untuk menggunakan sebuah alat/benda dalam menjelaskan segala sesuatu. Allah SWT telah menurunkan Al Qur'an kepada Nabi Muhammad SAW sebagai bahan ajar untuk memahami ilmu pengetahuan. Bahan ajar yang begitu

penting selayaknya dikembangkan guna mengatasi masalah pembelajaran di sekolah.

Kemendiknas (2008) menjelaskan PP nomor 19 tahun 2005 Pasal 20 tentang guru untuk mengembangkan materi pembelajaran. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) nomor 41 tahun 2007 mempertegas mengatur tentang perencanaan proses pembelajaran yang mensyaratkan bagi guru pada satuan pendidikan untuk mengembangkan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Salah satu elemen dalam RPP adalah sumber belajar. Dengan demikian, guru diharapkan untuk mengembangkan bahan ajar. Salah satu bahan ajar untuk memahami ilmu pengetahuan saat ini adalah modul.

Modul adalah bahan ajar yang dirancang sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu (Lisdianto et al., 2015). Modul dibuat agar siswa dapat belajar secara terarah dan sistematis. Modul dapat membantu siswa untuk mempelajari dan memahami materi-materi yang bersifat abstrak dan rumit.

Materi pelajaran fisika dianggap sulit oleh sebagian siswa menyebabkan siswa malas menghadapi persoalan fisika yang kompleks. Faktor tersebut dikarenakan tidak adanya keterampilan membaca sebelum memulai

pelajaran di kelas. Ketertarikan siswa membaca bisa dimulai dari buku pelajaran yang baik. Sumber belajar yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif belajar siswa adalah modul yang berisi pertanyaan-pertanyaan konseptual dan lembar praktikum untuk membangkitkan aktivitas berpikir tingkat tinggi. Materi pada modul dilengkapi penjelasan dengan penggunaan gambar, foto, bagan, skema, ataupun dianalogikan dengan kehidupan sehari-hari untuk memahami materi yang bersifat abstrak. Bahan ajar berupa buku fisika untuk siswa kelas X SMA dan MA yang selama ini digunakan dalam pembelajaran mempunyai ciri-ciri:

1. Orientasi yang terkandung dalam bahan ajar mencakup ranah kognitif dan psikomotorik.
2. Isi berisi teori-teori disertai dengan gambar, contoh, dan rangkuman.
3. Evaluasi mencakup berbagai latihan uji kompetensi.

Hasil wawancara di SMA N 1 Guntur kepada Ayu Putri Hartanti S.Pd. diketahui bahwa proses belajar mengajar fisika di kelas belum mengajak siswa secara aktif melalui pengalaman belajar. Pengajaran fisika yang bersifat abstrak akan mempersulit mereka yang memiliki daya tangkap rendah. Akibatnya, mereka menganggap pelajaran fisika sebagai momok yang ditakuti meskipun sebenarnya pengetahuan fisika yang abstrak ini bagi sebagian siswa

justru menarik rasa keingintahuannya. Oleh karena itu, perlu adanya pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif. Menurut Ayu (Wawancara, 15 Oktober 2016), pengalaman belajar sulit diterapkan dalam proses belajar mengajar karena tuntutan guru untuk mencapai target ketuntasan materi fisika. Waktu tatap muka di dalam kelas yang sangat sedikit menjadikan kegiatan belajar mengajar didominasi dengan cara menjelaskan materi tanpa mengajak siswa aktif dalam pembelajaran. Hal ini menyebabkan guru kurang mengetahui tingkat pemahaman siswa dan mengesampingkan nilai-nilai pendidikan karakter yang seharusnya diajarkan kepada siswa.

Pembelajaran materi gerak harmonik sederhana perlu melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran untuk menggali informasi dari pengalaman dan diskusi guna meningkatkan pemahaman materi siswa. Pengajaran abstrak yang masih sebatas materi di kelas dan praktik di laboratotium menjadikan hasil pelajaran materi Gerak Harmonik Sederhana kurang maksimal. Modul berbasis *experiential learning* menjadi solusi dari permasalahan tersebut. Pendidik harus berupaya secara kreatif menciptakan bahan ajar sendiri yang lebih menarik, variatif, dan sesuai dengan kebutuhan. Pendidikan karakter yang diterapkan dalam sebuah pembelajaran aktif dapat

mengajarkan tingkah laku yang baik serta mulia agar siswa memiliki karakter yang baik dan berdampak pada hasil belajar.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, perlu dikembangkan modul Fisika materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter. Modul yang dikembangkan diharapkan dapat membantu guru untuk menyampaikan konsep fisika dan menanamkan nilai-nilai karakter melalui pengalaman belajar. Modul fisika yang dikembangkan dalam penelitian berjudul "***Pengembangan Modul Fisika pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis Experiential Learning Terintegrasi Karakter untuk Siswa Kelas X SMA***".

B. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik modul fisika materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter yang dikembangkan?
2. Apakah modul fisika materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter layak digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran fisika?

3. Apakah modul fisika materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter efektif digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran fisika?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Mendeskripsikan karakteristik modul fisika materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter
2. Menguji kelayakan modul berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter untuk digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Menguji efektivitas melalui pembelajaran yang menggunakan modul berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

A. Bagi Siswa

Tercapai pemahaman terhadap konsep fisika dengan baik dan terlatih untuk belajar secara mandiri dan kreatif.

B. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan dapat memotivasi guru untuk selalu mengembangkan bahan ajar terutama modul yang efektif untuk digunakan sebagai bahan ajar siswa.

C. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman cara membuat modul yang baik untuk siswa dan mengetahui strategi pembelajaran yang baik dan tepat.

D. Keterbatasan Masalah

1. Modul Fisika berbasis *experiential learning* dibatasi pada bab gerak harmonik sederhana.
2. Modul berisi pendahuluan modul, materi gerak harmonik sederhana, latihan soal, kegiatan eksperimen, rangkuman, refleksi, glosarium, uji pemahaman, dan keputakaan.
3. Modul dinilai oleh 1 ahli materi, 1 ahli media dan 2 guru Fisika.
4. Modul Fisika berbasis *experiential learning* diujicobakan ke kelas untuk mengetahui tingkat keterbacaan dan efektivitas.

E. Spesifikasi Produk

Produk pengembangan ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Orientasi yang terkandung dalam modul *experiential learning* terintegrasi karakter mencakup ranah afektif, kognitif dan psikomotorik.
2. Isi modul berupa teori-teori yang disertai dengan gambar, contoh, dan nilai-nilai karakter dalam tiap pembahasan. Modul juga berisi glosarium dan rangkuman materi.
3. Evaluasi mencakup berbagai pertanyaan dan lembar praktikum yang terintegrasi dengan nilai karakter untuk mengukur seberapa jauh penguasaan kompetensi siswa.

Modul *experiential learning* teritegrasi karakter tidak hanya berisi materi namun juga nilai-nilai karakter yang ingin disampaikan dalam pembelajaran, anntara lain: tanggung jawab, disiplin, rasa ingin tahu, dan komunikatif. Modul ini perlu dikembangkan untuk meningkatkan pemahaman konsep dan meningkatkan karakter siswa.

F. Asumsi Pengembangan

Perbedaan *contextual learning* dengan *experiential learning* terletak pada pengalaman siswa. Pengalaman siswa dalam *contextual learning* berasal dari

pengalaman orang lain, pada media elektronik, dan pengamatan langsung (melihat atau mendengar langsung dalam kehidupan sehari-hari). *Experiential learning* membuat siswa belajar dari pengalaman secara langsung sehingga siswa mampu menghubungkan antara pengetahuan dengan dunia nyata.

Modul fisika materi Gerak Harmonik Sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter dirancang sebagai bahan ajar yang efektif digunakan dalam pembelajaran melalui pembelajaran eksperimen. Modul ini juga dilengkapi nilai-nilai karakter untuk menjadikan karakter siswa yang baik. Kedua komponen ini diharapkan mampu menjadikan pembelajaran yang aktif sehingga dapat meningkatkan penguasaan materi siswa. Modul *experiential learning* mengajak siswa untuk belajar melalui pengalaman dalam kehidupan sehari-hari sehingga dapat membangkitkan motivasi dan menimbulkan pertanyaan dalam pikiran siswa dan menyebabkan pembelajaran aktif.



BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Modul

Bahan ajar merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan belajar siswa. Bahan ajar adalah media belajar yang dapat memengaruhi kegiatan pembelajaran untuk menjadikan proses belajar menjadi lebih optimal. Salah satu bahan ajar yang dapat meningkatkan prestasi belajar siswa adalah modul.

Modul pembelajaran menjadi salah satu solusi untuk menstimulus motivasi, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis siswa. Menurut Lisdianto et al. (2015, modul merupakan cara pengorganisasian materi pelajaran yang memperhatikan fungsi pendidikan. Modul pembelajaran merupakan bahan belajar yang dirancang sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu (Purwanto, 2007). Modul dibuat agar siswa dapat belajar secara terarah dan sistematis sesuai dengan rencana pembelajaran yang ditetapkan sebelumnya oleh guru. Menurut Susilowati & Indriyanti (2010), modul pembelajaran memiliki ciri-ciri:

- a. didahului oleh pernyataan sasaran belajar,
- b. pengetahuan disusun sedemikian rupa, sehingga dapat menggiring partisipasi siswa secara aktif,
- c. memuat sistem penilaian berdasarkan penguasaan,
- d. memuat semua unsur bahan pelajaran dan semua tugas pelajaran,
- e. memberi peluang bagi perbedaan antar individu siswa, dan
- f. mengarah pada suatu tujuan belajar tuntas.

Modul merupakan bahan ajar yang tersusun secara sistematis dengan menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat pengetahuan dan usia siswa sehingga dapat digunakan secara mandiri. Prastowo (2014) menjelaskan kegunaan modul yaitu:

- a. modul sebagai penyedia informasi dasar yang masih bisa dikembangkan lebih lanjut,
- b. modul sebagai bahan ajar intruksi atau petunjuk belajar bagi siswa,
- c. modul juga berisikan ilustrasi pelengkap dan foto yang komunikatif, dan
- d. modul sebagai petunjuk mengajar yang efektif bagi pendidik dan menjadi bahan untuk berlatih siswa dalam melakukan penilaian sendiri (*self assesment*).

Pengembangan modul memerlukan prosedur tertentu yang sesuai dengan sasaran yang ingin dicapai,

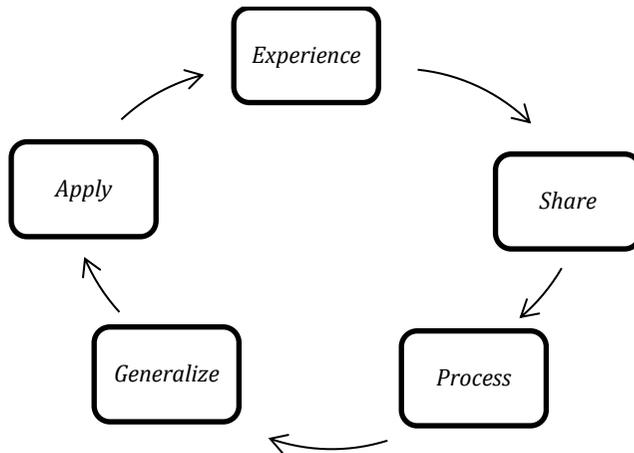
struktur isi pembelajaran yang jelas, dan memenuhi kriteria yang berlaku bagi pengembangan pembelajaran. Ada lima kriteria dalam pengembangan modul yang dijelaskan Susilowati & Indriyanti (2010), yaitu :

- a. membantu siswa menyiapkan belajar mandiri,
- b. memiliki rencana kegiatan pembelajaran yang dapat direspon secara maksimal,
- c. memuat isi pembelajaran yang lengkap dan mampu memberikan kesempatan belajar kepada siswa,
- d. modul dapat memonitor kegiatan belajar siswa, dan
- e. modul dapat memberikan saran dan petunjuk serta infomasi balikan tingkat kemajuan belajar siswa.

2. *Experiential Learning*

Experiential learning memungkinkan kegiatan pembelajaran untuk dapat menyerupai lingkungan kerja. *Experiential Learning* adalah salah satu model pembelajaran yang menggunakan pendekatan pembelajaran aktif yang berbasis pada pengalaman nyata (Silberman, 2014). Hal tersebut menghasilkan pemahaman, penguatan, dan penerapan yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran/pelatihan yang terlepas dari dunia nyata.

Menurut Majid (2014) terdapat siklus belajar yang dimulai dari pengalaman konkret dilanjutkan dengan proses refleksi dan observasi terhadap pengalaman tersebut. Pembelajaran *experiential learning* terjadi ketika seseorang terlibat dalam suatu kegiatan, melihat kembali secara kritis, menentukan apa yang berguna atau penting untuk diingat, dan menggunakan informasi tersebut untuk melakukan sesuatu yang lain. Terdapat lima tahapan dalam pembelajaran *experiential learning* menurut Davis (2001), dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tahapan *Experiential learning*

Tahapan *experiential learning* tersebut antara lain:

a. *Experience: Do it!*

Siswa berpartisipasi dalam kegiatan individu atau aktivitas kelompok dengan sedikit/tanpa

bantuan dari guru. Siswa pada tahap ini hanya melakukan tugas dan memiliki niat untuk merenungkan kegiatan yang dilakukannya (Sharlanova, 2004). Kegiatan dapat mencakup: mendemonstrasikan keterampilan baru, membuat pameran, menghadiri kunjungan lapangan, bermain game atau melakukan kegiatan rekreasi.

b. *Share: What Happen!*

Siswa menggambarkan pengalaman, berbagi hasil, reaksi, dan mendiskusikan hasil pengalaman dengan siswa lain dari pengalamannya tersebut.

c. *Process: So What!*

Siswa mendiskusikan, menganalisis, merenungkan, pengalamannya. Siswa mendiskusikan bagaimana pertanyaan muncul akibat aktivitas yang telah dilakukan.

d. *Generalize: So What!*

Siswa menggeneralisasi untuk menghubungkan pengalaman dengan contoh di dunia nyata dengan mendiskusikan, menganalisis, merenungkan.

e. *Apply: Now What!*

Siswa menerapkan apa yang dipelajari tentang bagaimana informasi baru bisa diterapkan pada kehidupan sehari-hari atau sesuatu di masa depan pada situasi yang sama atau berbeda.

Belajar merupakan suatu proses ketika pengetahuan diciptakan dari transformasi pengalaman. Menurut Sharlanova (2004) jika lima tahap pembelajaran eksperiential yang dijelaskan Davis (2001) diterapkan ke dalam pembelajaran sebagai aturan atau kebiasaan, akan meningkatkan hasil belajar yang positif. Pembelajaran eksperiential lebih dari sekedar melakukan aktivitas. Pembelajaran ini melibatkan aktivitas diskusi, menarik pelajaran dari aktivitas, dan menerapkan pelajaran ke dunia nyata. Kelima tahapan *experiential learning* tersebut sangat penting untuk mewujudkan pembelajaran yang aktif dan efektif.

Pembelajaran aktif melibatkan siswa untuk menemukan, mengolah, menerapkan informasi dan merefleksikan apa yang telah mereka lakukan (Bower, 2013). *Experiential learning* tidak hanya memberikan wawasan pengetahuan konsep-konsep saja, tetapi juga membangun keterampilan melalui penugasan maupun diskusi. Siswa dapat menuangkan hasil belajar dalam bentuk lisan maupun tulisan sesuai dengan tujuan pembelajaran. *Experiential learning* yang terintegrasi karakter memberikan pengalaman belajar dengan memperhatikan pendidikan karakter siswa.

3. Karakter

Pendidikan memiliki peranan penting dalam kemajuan suatu bangsa. Pendidikan dianggap sebagai suatu hal yang diperoleh tanpa sengaja maupun di sengaja. Karakter perlu dibangun melalui pendidikan untuk membentuk watak dan mental manusia yang tangguh. Simon Philips dalam Mu'in (2011) memaparkan karakter adalah kumpulan tata nilai untuk menuju suatu sistem yang melandasi pemikiran, sikap, dan perilaku yang ditampilkan. Karakter yang baik tidak terbentuk secara otomatis, namun dikembangkan dari waktu ke waktu melalui proses yang berkelanjutan (Benninga, 2003).

Benninga (2003) menjelaskan pendidikan karakter adalah gerakan nasional menciptakan sekolah untuk membina etika, tanggung jawab dan peduli dengan pemodelan dan mengajar karakter yang baik melalui penekanan pada nilai-nilai universal. Pendidikan karakter dilakukan secara sengaja dan proaktif oleh sekolah.

Pendidikan karakter dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menanamkan karakter ingin tahu, tanggung jawab, disiplin, dan komunikatif pada aspek pengetahuan dan perilaku yang baik. Penelitian yang telah dilakukan Ristiyani & Yulianti (2014) menyatakan

integrasi karakter yang dilakukan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Penelitian yang sama dilakukan Agboola & Tsai (2012) menjelaskan terdapat hasil positif dari penerapan program pendidikan karakter di sekolah-sekolah, termasuk prestasi akademik yang tinggi. Gumawan (2014) menyatakan nilai-nilai karakter yang dapat dikembangkan pada modul dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Karakter Terintegrasi dalam Modul

No	Nilai Karakter	Deskripsi Perilaku
1	Ingin Tahu	Sikap untuk selalu berupaya mengetahui lebih mendalam dan luas dari apa yang dipelajarinya.
2	Disiplin	Sikap yang menunjukkan perilaku tertib dan patuh pada berbagai ketentuan dan peraturan.
3	Tanggung Jawab	Sikap yang menunjukkan perilaku melaksanakan tugas yang seharusnya dia lakukan.
4	Komunikatif	Tindakan memperlihatkan rasa senang berbicara, bergaul, dan berkerja sama dengan orang lain.

Almerico (2014) menyatakan bahwa salah satu cara untuk menanamkan nilai karakter ke dalam kurikulum dapat dengan menjadikannya bagian dari program dengan menanamkan pelajaran karakter

dalam membaca. Gumawan (2014) menyatakan karakter yang diintegrasikan dalam proses pembelajaran adalah pengenalan nilai-nilai dan penginternalisasi nilai-nilai karakter ke dalam tingkah laku siswa sehari-hari melalui proses pembelajaran.

Implementasi nilai karakter dapat dimulai pada setiap tingkat kelas (Pala, 2011). Hal penting untuk menetapkan dasar karakter siswa yang dimulai dari kecil. Agar efektif, pendidikan karakter harus mencakup seluruh pelajaran di sekolah. Modul merupakan komponen pembelajaran yang paling berpengaruh terhadap proses pembelajaran. Guru dapat mengembangkan karakter siswa dengan menambah kegiatan pembelajaran melalui aktivitas yang terdapat dalam modul.

4. Gerak Harmonik Sederhana

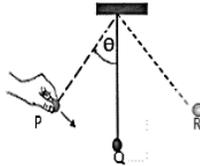
Fisika merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam yang mempelajari gejala fisis di alam yang diperoleh melalui hasil penalaran dan eksperimen. Tujuan pelajaran dalam fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir dan keterampilan jasmani siswa. Sub bab gerak harmonik sederhana tidak hanya berisi materi pelajaran namun dapat dilakukan melalui eksperimen sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir dan keterampilan jasmani siswa.

a. Pengertian Getaran

Getaran atau osilasi merupakan gerak bolak-balik suatu benda di sekitar titik keseimbangan. Benda yang bergetar akan kembali ke posisi semula dalam selang waktu tertentu karena ada gaya pemulih yang bekerja pada benda tersebut. Berdasarkan cara terjadinya, getaran dibedakan menjadi getaran alami dan getaran paksaan. Contoh getaran alami adalah ayunan bandul, sedangkan contoh getaran paksaan adalah menabuh drum hingga bersuara.

b. Gerak Harmonik Sederhana

Gerak osilasi yang paling sederhana disebut gerak harmonik sederhana.



Gambar 2.2. Bandul yang mengalami GHS

Gambar 2.2 menunjukkan sebuah ayunan bandul matematis yang diberi simpangan ke titik P kemudian bandul tersebut dilepaskan. Bandul akan bergerak bolak-balik melewati titik P-Q-R-Q-P dan berhenti di titik Q. Bandul akan bergerak pada selang waktu yang sama dinamakan gerak periodik.

1) Amplitudo, Periode dan Frekuensi

Simpangan terbesar dari sistem tersebut disebut amplitudo. Ketika simpangan diberi notasi x dan amplitudo diberi notasi A , maka persamaan simpangan sebagai fungsi waktu dapat dilihat pada Persamaan 2.1.

$$x = A \sin \omega t \quad (2.1)$$

Selang waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran dinamakan periode (T), dan banyaknya getaran setiap detik disebut frekuensi (f). Hubungan antara periode dan frekuensi oleh Persamaan 2.2.

$$T = 1/f \quad (2.2)$$

Kecepatan sudut atau frekuensi sudut ω menyatakan besar sudut yang ditempuh persatuan waktu yang dinyatakan oleh Persamaan 2.3.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (2.3)$$

2) Persamaan Simpangan pada Gerak Harmonik Sederhana

Simpangan dari pegas dan bandul dapat digambarkan dalam suatu fungsi sinusoidal. Persamaan simpangan dari gerak harmonik sederhana dapat dilihat pada Persamaan 2.4.

$$y = A \sin \theta$$

$$y = A \sin \omega t$$

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ atau } y = A \sin 2\pi f t \quad (2.4)$$

Keterangan:

y = simpangan (m)

θ = sudut fase (rad atau derajat)

t = waktu (s)

T = periode (s)

f = frekuensi (Hz)

Benda yang melakukan gerak harmonik sederhana dengan sudut awal maka persamaan simpangannya dapat dilihat pada Persamaan 2.5.

$$y = A \sin (\theta + \theta_o)$$

$$y = A \sin (\omega t + \theta_o)$$

Simpangan (y) = $A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + \theta_o \right)$ atau

$$y = A \sin (2\pi f t + \theta_o) \quad (2.5)$$

Sudut Fase, Fase, dan Beda Fase pada gerak harmonik sederhana. Besaran φ disebut fase getaran. Fase getaran selalu berubah, jika suatu getaran pada saat t_1 memiliki fase $\varphi_1 = \frac{t_1}{T} + \frac{\theta_o}{2\pi}$ dan pada saat t_2 memiliki fase $\varphi_2 = \frac{t_2}{T} + \frac{\theta_o}{2\pi}$, dengan $t_2 > t_1$. Beda fase getarannya dapat dilihat pada Persamaan 2.6.

$$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{t_2 - t_1}{T} \quad (2.6)$$

3) Kecepatan Gerak Harmonik

Kecepatan gerak harmonik sederhana ditentukan dengan menurunkan persamaan simpangan gerak harmonik sederhana dapat dilihat pada Persamaan 2.7.

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan } (v) &= \frac{dy}{dt} \\ &= \frac{d(A \sin \omega t)}{dt} \\ &= \omega A \cos \omega t \end{aligned} \quad (2.7)$$

4) Percepatan Gerak Harmonik

Percepatan gerak harmonik sederhana ditentukan dengan menurunkan persamaan kecepatan gerak harmonik sederhana dapat dilihat pada Persamaan 2.8.

$$\begin{aligned} \text{Percepatan}(a) &= \frac{dv}{dt} \\ &= \frac{d(\omega A \cos \omega t)}{dt} \\ &= -\omega^2 A \sin \omega t \end{aligned} \quad (2.8)$$

c. Hubungan Gaya dan Getaran

1) Pegas

Percepatan getaran berlawanan dengan simpangan karena gaya pemulih. Besar gaya pemulih pegas dapat dilihat pada Persamaan 2.9.

$$F_p = kx \quad (2.9)$$

Gaya pemulih dapat juga dicari menggunakan hukum II Newton.

$$F = m a, \text{ dengan } a = \omega^2 x$$

$$F_p = m\omega^2 x$$

$$F_p = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 x$$

dari dua persamaan F_p tersebut, kita dapat mencari T (periode), dapat dilihat pada Persamaan 2.10.

$$k x = m \frac{4\pi^2}{T^2} x$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 \frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2.10)$$

Keterangan:

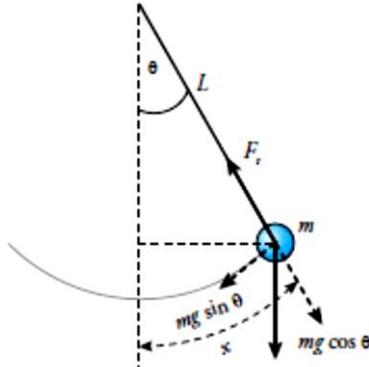
T = periode (s)

m = massa beban (kg)

k = konstanta pegas (N/m)

2) Bandul Sederhana

Titik kesetimbangan bola pendulum didapatkan ketika pendulum diam dan bola tergantung vertikal. Ketika gaya diberikan, bola pendulum akan bergerak dengan lintasan berupa busur lingkaran.



Gambar 2.3 Bandul Sederhana

Gaya yang menyebabkan bola bergerak ke titik seimbang adalah $mg \sin \theta$ yang merupakan gaya pemulih (F_p). Arah gaya pemulih dapat dilihat pada Gambar 2.2. Arah gaya pemulih ini berlawanan dengan arah penyimpangan, sehingga mendapatkan Persamaan 2.11.

$$\vec{F}_p = -mg \sin \theta \quad (2.11)$$

Keterangan:

\vec{F}_p = gaya pemulih (N)

m = massa bola pendulum (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

θ = sudut yang dibentuk tali dan garis vertikal

Jika θ kecil ($\theta \leq 5^\circ$), maka nilai $\sin \theta$ sebanding dengan θ ($\sin \theta \approx \theta$)

Jadi akan didapatkan persamaan:

$$F_p = -mg\theta = -\frac{mg}{l}x$$

Persamaan ini identik dengan bentuk persamaan gaya pemulih pada pegas $F_p = -kx$. Jadi, gerak pendulum juga merupakan gerak harmonis sederhana. Konstanta pegas didapatkan dari persamaan gaya pemulih yaitu:

$$k = \frac{mg}{l}$$

dengan memasukkan harga k ke persamaan periode pegas $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, didapatkan persamaan periode ayunan pendulum yang dapat dilihat pada Persamaan 2.12.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m/mg}{l}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2.12)$$

d. Energi pada Getaran Harmonik Sederhana

Energi yang dimiliki oleh benda yang bergetar harmonik terdiri atas energi kinetik, energi potensial dan energi mekanik.

1) Energi Kinetik (E_k)

Energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak, bila massa benda m dan kecepatan benda v maka energi kinetik benda tersebut adalah:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Kecepatan yang dimiliki oleh getaran harmonik adalah $v = A \omega \cos(\omega t)$, sehingga energi getaran harmonik adalah sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} m (A \omega \cos(\omega t))^2 \text{ atau}$$

$$E_k = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t) \text{ dan } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ atau } \omega = 2\pi f$$

Keterangan:

E_k = energi kinetik (Joule)

A = amplitudo (m)

m = massa benda (kg)

t = waktu (s)

θ = sudut awal ($^\circ$)

Apabila getaran harmonis terjadi pada pegas, maka $k = m\omega^2$. Energi kinetik pegas dapat dilihat pada Persamaan 2.13.

$$E_k = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2 \theta \quad (2.13)$$

2) Energi Potensial (E_p)

Ketika pegas disimpangkan sejauh x , maka pegas mempunyai energi potensial:

$$E_k = \frac{1}{2} k x^2$$

Simpangan yang dimiliki oleh getaran harmonik adalah $x = A \sin(\omega t)$ sehingga energi potensial getaran harmonik dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E_p = \frac{1}{2}k(A\sin(\omega t))^2 \text{ atau}$$

$$E_p = \frac{1}{2}k A^2 \sin^2(\omega t)$$

Diketahui $k = m\omega^2$, maka energi potensial getaran harmonik dapat dilihat pada Persamaan 2.14.

$$E_p = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2\theta \quad (2.14)$$

Keterangan:

E_p = energi potensial getaran harmonik (Joule)

k = konstanta getaran (N/m)

3) Energi Mekanik (E_m)

Energi mekanik adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial:

$$E_m = E_k + E_p$$

$$E_m = \frac{1}{2}k A^2 \cos^2(\omega t) + \frac{1}{2}k A^2 \sin^2(\omega t)$$

$$E_m = \frac{1}{2}k A^2 [\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t)]$$

Karena $\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t) = 1$, maka energi mekanik getaran harmonik dapat dinyatakan pada Persamaan 2.15.

$$E_m = \frac{1}{2}k A^2 \quad (2.15)$$

B. Kajian Pustaka

Penelitian dilakukan berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian sekarang. Kajian

pustaka digunakan sebagai acuan dan pembuktian empirik berdasarkan teori-teori pendidikan yang telah dilakukan.

Sari (2015) menyatakan bahwa pengalaman adalah guru yang terbaik karena dari pengalaman, siswa dapat belajar. *Experiential learning* memusatkan pemikiran siswa pada penggambaran awal tentang pengalamannya untuk menjadikan informasi baru sebagai keterampilan baru yang bermakna bagi siswa. Model *experiential learning* kemudian dikembangkan menjadi bahan ajar dapat meningkatkan pemahaman konsep dan *minds-on* siswa.

Ristiyani & Yulianti (2014) menyatakan untuk mempermudah siswa memahami materi, diperlukan proses belajar mengajar yang melibatkan siswa dengan mempraktikkan secara langsung melalui diskusi dan eksperimen. Integrasi karakter dituangkan dalam LKS Fisika materi Pemantulan dan Pembiasan Cahaya yang dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa dan dapat mengembangkan karakter jujur, disiplin, rasa ingin tahu, dan komunikatif.

Musyarofah, et. al. (2013) menyatakan bahwa memberdayakan pelajaran IPA dengan fokus pada pengembangan sikap ilmiah (tanggung jawab, jujur, kerjasama, percaya diri, ingin tahu, dan kreatif) merupakan alternatif terpadu peningkatan budi pekerti dan prestasi belajar siswa. Pendidikan karakter diintegrasikan pada

pembelajaran IPA untuk menumbuhkan kebiasaan bersikap ilmiah. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan sikap ilmiah dan prestasi siswa.

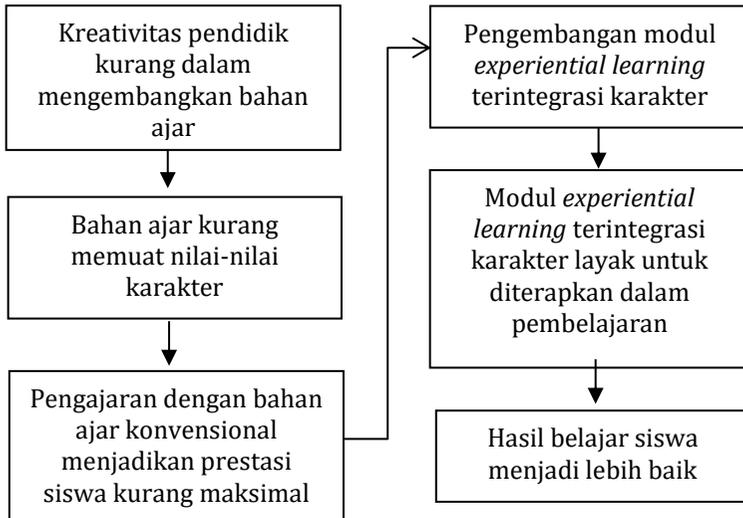
Hasil penelitian sebelumnya dengan penelitian ini memiliki kesamaan pada model pembelajaran *experiential learning* dan karakter yang ditanamkan ke siswa, sedangkan perbedaannya terdapat pada jenjang dan materi yang digunakan. Selain itu, penelitian yang ada sebelumnya belum memadukan antara pembelajaran *experiential learning* dengan pendidikan karakter ke dalam sebuah modul.

C. Kerangka Berpikir

Fisika adalah ilmu alam yang menerangkan secara rasional gejala-gejala alam baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Kecenderungan yang umum terjadi dalam pengajaran fisika dewasa ini adalah penekanan yang terlalu besar pada pengerjaan soal-soal kuantitatif. Konsep fisika seharusnya lebih sering disampaikan dengan mengajak siswa ikut aktif dalam pembelajaran melalui praktikum dan diskusi.

Pendidikan karakter penting dalam mata pelajaran yang diberikan kepada siswa di sekolah dengan harapan dapat menanamkan nilai-nilai karakter kepada siswa melalui materi yang disampaikan di modul. Modul yang

dikembangkan berupa buku pelajaran sekolah yang memuat informasi serta ilmu pengetahuan yang berisi tentang konsep-konsep fisika yang mudah dipahami. Modul ini diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa materi gerak harmonik sederhana. Kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir Penelitian



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Borg dan Gall dalam Setyosari (2012) menjelaskan sepuluh langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan sebagai berikut :

- 1) Pengumpulan informasi
- 2) Perencanaan
- 3) Pengembangan draf produk
- 4) Uji coba awal
- 5) Merevisi hasil uji coba
- 6) Uji coba lapangan
- 7) Penyempurnaan produk hasil uji lapangan
- 8) Uji pelaksanaan lapangan
- 9) Penyempurnaan produk akhir (*final product revision*)
- 10) Diseminasi dan sosialisasi

Borg dan Gall dalam Emzir (2011) menyatakan bahwa dimungkinkan untuk membatasi penelitian dalam skala kecil, termasuk membatasi langkah penelitian yang disesuaikan dengan kebutuhan peneliti. Keterbatasan dana dan waktu yang dimiliki oleh peneliti menyebabkan langkah penelitian disederhanakan menjadi 7 langkah pengembangan.

B. Prosedur Pengembangan

Berdasarkan model pengembangan yang dilakukan, berikut Gambar 3.1 merupakan skema prosedur penelitian dan pengembangan yang dilakukan.

Studi Pendahuluan

1. Studi Literatur: studi literatur mencari informasi mengenai pengembangan bahana ajar, *experiential learning*, telaah materi gerak harmonik sederhana.
2. Studi lapangan: wawancara proses pembelajaran, model pembelajaran, sarana prasarana, dan keadaan sekolah.

Perencanaan

Analisis Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar, tema, dan desain pembuatan modul.

Pengembangan Produk

Pengembangan modul fisika pada materi Gerak Harmonik Sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter.

Validasi Pakar

Revisi I.....

Uji Coba Awal (Uji Keterbacaan)

Revisi II.....

Uji Coba Skala Luas (Uji Efektivitas)

Revisi III.....

Modul fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter

Gambar 3.1 Skema Prosedur Penelitian

Penjelasan skema prosedur penelitian dan pengembangan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Pengumpulan Informasi

1) Pendahuluan

Tahap ini dilakukan dengan mencari informasi mengenai penelitian dan pengembangan baik dari skripsi maupun jurnal, selain itu juga dilakukan wawancara pada tanggal 15 Oktober 2017 kepada guru SMA Negeri 1 Guntur yang terdapat pada Lampiran 1 untuk mengetahui masalah yang ada saat pembelajaran fisika. Studi pendahuluan juga dilakukan untuk mencari informasi tentang *experiential learning*.

2) Analisis *Experiential Learning*

Analisis pembelajaran *experiential learning* dilakukan dengan mencari gambar dan praktikum Gerak Harmonik Sederhana yang sesuai. Tujuan analisis ini adalah untuk menemukan kegiatan *experiential learning* yang sesuai dengan materi gerak harmonik sederhana.

b. Perencanaan

Perencanaan dimulai dengan analisis Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar materi gerak harmonik sederhana, dilanjutkan dengan penentuan indikator dan tujuan pembelajaran. Tahap selanjutnya adalah

penentuan tema, desain, gambar, dan materi untuk pembuatan modul.

c. Pengembangan Draf Produk

Pengembangan produk terbagi menjadi tiga langkah, yaitu:

1) Penyusunan produk

Produk yang dikembangkan berupa modul fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter pada materi gerak harmonik sederhana. Modul tersebut berisi pendahuluan, petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru, kompetensi, materi, rangkuman, refleksi, glosarium, dan daftar pustaka.

2) Validasi Produk

Kegiatan ini dilakukan untuk menilai apakah pengembangan modul *experiential learning* terintegrasi karakter sudah memenuhi kelayakan dengan baik. Validasi produk dilakukan oleh 1 dosen ahli materi bapak Edi Daenuri Anwar, M.Si., 1 dosen ahli media bapak Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd., dan 2 guru fisika bapak Slamet Iriyanto, M.Pd., Ibu Lisa Fitriyah, M.Si. untuk mengetahui kekurangan dari modul tersebut sehingga dapat dilakukan revisi jika diperlukan.

3) Revisi Produk I

Setelah produk divalidasi oleh para ahli, akan diketahui kelemahan produk yang dikembangkan. Kelemahan produk tersebut kemudian dicoba untuk dikurangi dengan memperbaiki desain (Sugiyono, 2015).

d. Uji Coba Awal

Uji coba kelompok kecil dilakukan kepada 10 siswa kelas X SMA Negeri 1 Guntur. Uji coba awal menggunakan tes rumpang untuk mengetahui keterbacaan modul.

e. Revisi Produk II

Modul dengan tingkat keterbacaan sedang/tinggi digunakan untuk uji lapangan, sedangkan pada bagian modul yang tingkat keterbacaannya rendah, dilakukan analisis terhadap kata yang dijadikan jawaban pada pertanyaan tes rumpang. Kesalahan jawaban terbanyak tersebut dijadikan acuan untuk perbaikan penggunaan kata pada modul.

f. Uji Coba Skala Luas

Pengujian dilakukan di SMA N 1 Guntur dengan memberikan modul kepada kelas X MIPA 1 sebagai kelas eksperimen. Modul digunakan dalam pembelajaran untuk mengetahui hasil belajar siswa kelas eksperimen yang kemudian dibandingkan dengan

hasil belajar siswa kelas kontrol yang pembelajarannya menggunakan buku fisika untuk siswa kelas X SMA dan MA.

g. Penyempurnaan Produk

Modul yang telah diterapkan dapat diketahui kelemahannya sebagai media pembelajaran. Penyempurnaan produk dilakukan apabila masih diperlukan.

C. Lokasi dan subjek Penelitian

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Guntur pada semester genap Tahun Ajaran 2016/2017. Subjek penelitian yang digunakan adalah siswa kelas X, satu kelas sebagai kelompok eksperimen dan satu kelas sebagai kelompok kontrol. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu dipilih dengan pertimbangan berdasarkan nilai rapor siswa mata pelajaran fisika semester 1 Tahun Ajaran 2016/2017.

Berdasarkan pertimbangan nilai rapor fisika siswa kelas X MIA 1 dan X MIA 3 yang kemudian diuji homogenitasnya, peneliti memilih kelas X MIA 1 sebagai kelompok eksperimen dan X MIA 3 sebagai kelas kontrol. Kedua kelas tersebut dipilih karena memiliki kesamaan prestasi hasil belajar. Kedua kelas tersebut juga dipilih

guna efisiensi waktu penelitian karena kedua kelas memiliki jadwal pelajaran fisika pada hari yang sama.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian pengembangan ini, antara lain:

- a. Metode tes adalah cara menilai yang berbentuk suatu tugas atau serangkaian tugas yang harus dikerjakan oleh siswa sehingga menghasilkan suatu nilai tentang tingkah laku, atau prestasi yang dapat dibandingkan dengan siswa lain atau dengan nilai standar yang ditetapkan (Wayan dan Sunartana, 1982). Tes dilakukan dengan memberikan tes rumpang berupa soal isian singkat yang diambilkan dari uraian materi yang terdapat dalam modul untuk mengetahui tingkat keterbacaan modul *experiential learning* terintegrasi karakter. Tes juga dilakukan dengan memberikan *post-test* berupa soal pilihan ganda pada materi Gerak Harmonik Sederhana untuk mengetahui keefektifan modul *experiential learning* terintegrasi karakter.
- b. Metode dokumentasi adalah teknik menyelidiki benda-benda tertulis seperti buku, majalah, dokumen, peraturan, notulen rapat, catatan harian, dan sebagainya (Arikunto, 2006). Data yang didokumentasikan berupa daftar nama subjek

penelitian, nilai rapor siswa kelas X semester 1 Tahun Ajaran 2016/2017, nilai ulangan harian siswa pada materi Gerak Harmonik Sederhana, dan foto kegiatan pembelajaran.

E. Teknik Analisis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa nilai tes siswa. Data kualitatif dalam penelitian ini berupa kategori nilai kualitas modul berdasarkan interpretasi hasil tes siswa. Kedua data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas dan keefektifan modul dengan langkah sebagai berikut:

1) Uji Validasi Tim Ahli

Validasi ahli dilakukan dengan cara seorang atau beberapa ahli pembelajaran menilai modul menggunakan instrumen validasi serta memberi masukan perbaikan modul yang dikembangkan (Akbar, 2013). Aspek yang dinilai dalam modul yang dikembangkan antara lain: isi, penyajian, dan kebahasaan. Rumus yang digunakan menurut Purwanto (2000) dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

NP = nilai persen yang dicari

R = skor penilaian validator

SM = skor maksimum

100 % = bilangan tetap

Tabel 3.1 Indikator Tingkat Validitas Produk

Kriteria Validitas	Nilai Huruf	Tingkat Validitas
$82\% \leq NP \leq 100\%$	A	sangat valid
$63\% \leq NP \leq 81\%$	B	valid
$44\% \leq NP \leq 62\%$	C	kurang valid
$25\% \leq NP \leq 43\%$	D	tidak valid

Pengambilan keputusan kriteria modul menurut Sugiyono (2012) dilakukan dengan membagi persentase maksimal dengan jumlah kelas. Indikator tingkat validitas modul dapat dilihat pada Tabel 3.1.

2) Analisis Keterbacaan Terhadap Modul

Tingkat keterbacaan modul fisika dihitung dengan mencari persentase skor keseluruhan. Rumus yang digunakan menurut Sudijono (1994), dapat dilihat pada Persamaan 3.2.

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

P = nilai persen yang dicari atau diharapkan

f = skor yang diperoleh siswa

N = skor keseluruhan

Pengkatégorian tingkat keterbacaan modul menurut Rankin dan Culhane dalam Rosmaini, 2009 dibagi menjadi 3 yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori Ketercapaian Keterbacaan Modul

Skor	Predikat
Skor \geq 60%	Tinggi
40% \leq Skor < 60%	Sedang
Skor < 40 %	Rendah

3) Uji Homogenitas

Salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menjelaskan homogenitas kelompok adalah dengan varians. Homogenitas data diketahui dengan menguji varians nilai rapor siswa kelas X MIA 1 dan MIA 3 semester 1 Tahun Ajaran 2016/2017. Rumus yang digunakan untuk menentukan varians menurut Sugiyono (2012), dapat dilihat pada Persamaan 3.3.

$$s^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

s^2 = varians sampel

x_i = nilai sampel

\bar{x} = rata-rata nilai sampel

n = jumlah sampel

Varians kedua sampel diketahui homogen setelah homogenitas variansnya di uji F. Rumus yang digunakan menurut Sugiyono (2015), dapat dilihat pada Persamaan 3.4.

$$F = \frac{s^2_{\text{terbesar}}}{s^2_{\text{terkecil}}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Kriteria homogenitas sampel diketahui dengan membandingkan harga F_{hitung} dan F_{tabel} pada derajat kebebasan 5%, jika $F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$ maka kedua sampel homogen.

4) Analisis uji instrumen soal meliputi analisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.

a) Validitas Soal

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan sesuatu instrumen. Rumus yang digunakan menurut Arikunto (2013), dapat dilihat pada Persamaan 3.5.

$$r_{\text{pbsi}} = \frac{M_p - M_q}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan :

r_{pbsi} = koefisien korelasi *point biserial*

M_p = skor rata-rata hitung yang untuk butir yang dijawab benar

M_q = skor rata-rata dari skor total

- S_t = standar deviasi semua item
 p = proporsi siswa yang menjawab benar
 q = proporsi siswa yang menjawab salah

Harga r_{hitung} yang diperoleh dibandingkan dengan r_{tabel} dengan taraf signifikansi 5 %. item soal yang diujikan memiliki kriteria valid jika harga $r_{hitung} \geq 0,3$.

b) Reliabilitas

Seperangkat tes dikatakan reliabel apabila tes tersebut dapat memberikan hasil tes yang tetap pada waktu lain. Rumus yang digunakan menurut Sugiyono (2012), dapat dilihat pada Persamaan 3.6.

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{S_t^2 - \sum p_i p_q}{S_t^2} \right) \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan :

- k = banyaknya butir pertanyaan
 p_i = proporsi banyaknya subyek yang menjawab pada item 1
 p_q = 1- p_i
 S_t^2 = varians total

Kriteria pengujian reliabilitas tes dikonsultasikan dengan harga r *product moment* pada tabel. Tes dikatakan reliabel jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$.

c) Tingkat kesukaran soal

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar. Tingkat kesukaran

soal dilakukan untuk mengetahui soal yang digunakan termasuk tipe soal mudah, sedang, atau sukar. Soal yang diujikan harus diketahui taraf kesulitannya. Rumus yang digunakan menurut Arikunto (2013), dapat dilihat pada Persamaan 3.7.

$$P = \frac{B}{JS} \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan:

P = indeks kesukaran soal

B = jumlah siswa yang menjawab soal dengan benar

JS = jumlah seluruh siswa yang ikut tes

Kriteria indeks kesukaran soal dijabarkan dalam skala di bawah ini:

$1,00 \geq P \geq 0,71$ = mudah

$0,70 \geq P \geq 0,31$ = sedang

$0,00 \geq P \geq 0,30$ = sukar

d) Daya pembeda

Daya pembeda soal (D) dari sebuah butir soal menyatakan kemampuan soal untuk membekani siswa yang pandai (berkemampuan tinggi) dan siswa yang kurang pandai (berkemampuan rendah). Soal yang baik adalah soal yang dapat dijawab benar oleh siswa yang pandai saja. Rumus yang digunakan menurut Arikunto (2013), dapat dilihat pada Persamaan 3.8.

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B} = P_A - P_B \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan:

D = daya beda soal

B_A = banyak siswa kelompok atas yang menjawab benar

J_A = banyak siswa kelompok atas

B_B = banyak siswa kelompok bawah yang menjawab benar

J_B = banyak siswa kelompok bawah

P_A = proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar

P_B = proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar

Klasifikasi daya pembeda:

$0,71 \leq D \leq 1,00$ = baik sekali

$0,41 \leq D \leq 0,70$ = baik

$0,21 \leq D \leq 0,40$ = cukup

$0,00 \leq D \leq 0,20$ = jelek

5) Normalitas Data

Salah satu teknik statistik yang digunakan untuk menjelaskan normalitas data adalah Chi Kuadrat. Normalitas data diketahui dengan uji Chi Kuadrat terhadap nilai ulangan harian bab gerak harmonik sederhana siswa kelas X MIA 1 dan MIA 3. Rumus yang

digunakan menurut Sugiyono (2012), dapat dilihat pada Persamaan 3.9.

$$\chi^2 = \frac{(f_0 - f_h)^2}{f_h} \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan:

χ^2 = chi kuadrat

f_0 = jumlah data hasil observasi

f_h = frekuensi yang diharapkan

Kriteria normalitas data dapat diketahui dengan membandingkan harga χ^2_{hitung} dan χ^2_{tabel} pada derajat kebebasan 5%, jika $\chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel}$ maka data terdistribusi normal.

6) Analisis Efektivitas Modul

Uji efektivitas modul bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif modul yang diketahui dari hasil belajar siswa sesudah diberi pembelajaran. Uji efektivitas dilakukan dengan membandingkan hasil belajar kelas eksperimen dan kontrol yang dihitung menggunakan rumus *t-test* 2 sampel. Rumus yang digunakan menurut Sugiyono (2012), dapat dilihat pada Persamaan 3.10.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} + \frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan:

\bar{x}_1 = rata-rata sampel 1

\bar{x}_2 = rata-rata sampel 2

s_1^2 = simpangan baku sampel 1

s_2^2 = simpangan baku sampel 2

n_1 = jumlah sampel 1

n_2 = jumlah sampel 2

r = korelasi antara dua sampel

Kriteria efektivitas modul dikonsultasikan dengan membandingkan harga t_{hitung} dan t_{tabel} dengan derajat kebebasan 5%, jika $t_{hitung} \geq t_{tabel}$ maka modul efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa.



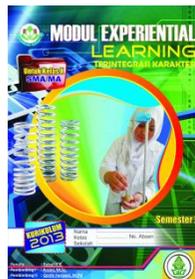
BAB IV

DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA

A. Deskripsi Prototipe Produk

Penyusunan produk yang dihasilkan berupa modul fisika pada materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter. Modul selengkapnya terdapat pada Lampiran 2, secara garis besar modul yang dibuat memiliki desain seperti Tabel 4.1.

Sampul modul menggambarkan seorang praktikan melakukan percobaan getaran pegas yang menggambarkan tema gerak harmonik sederhana. Gambar pada sampul juga terdapat pegas yang merupakan alat sederhana yang menjelaskan fenomena getaran. Logo pendidikan karakter yang tersemat pada sampul mengartikan modul berisi nilai-nilai karakter. Tampilan *cover* produk awal dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Cover Modul

Tabel 4.1 Penulisan Modul Secara Garis Besar

PENDAHULUAN	
A.	Deskripsi Modul
B.	Petunjuk Penggunaan Modul
C.	Kompetensi
PEMBELAJARAN	
A.	Getaran
B.	Gerak Harmonik Sederhana Uraian materi Contoh soal <i>Kegiatan experiential learning</i>
C.	Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas Uraian materi Contoh soal <i>Kegiatan experiential learning</i>
D.	Gerak Harmonik Sederhana pada Bandul Sederhana Uraian materi Contoh soal <i>Kegiatan experiential learning</i>
E.	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana Uraian materi Contoh soal Uji diri
RANGKUMAN REFLEKSI GLOSARIUM UJI PEMAHAMAN KEPUSTAKAAN	

Deskripsi *prototipe* produk berupa modul fisika pada materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter sebagai berikut:

1. *Cover* bertuliskan modul *experiential learning* teritegrasi karakter dan logo pendidikan karakter

yang sudah menjelaskan ciri modul ini. Isi materi modul tercermin dari foto 3 pegas dan seorang yang sedang mempraktikkan gerak harmonik sederhana.

2. Pendahuluan modul berisi latar belakang dan tujuan dikembangkannya modul. Sebelum masuk ke materi terdapat apresepsi untuk memunculkan rasa ingin tahu siswa terhadap materi yang tersaji pada modul.
3. Pembelajaran modul berisi materi gerak harmonik sederhana yang dikembangkan dari pembelajaran *experiential learning* sebagai basis pembuatan modul yang terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis *experiential learning* pada modul.

Kegiatan	Penjelasan <i>Experiential learning</i>
1. Cara kerja/langkah praktikum	<i>Experiencing</i> (melakukan)
2. Mengutarakan hasil ke kelompok lain	<i>Sharing</i> (berbagi hasil)
3. Analisis data dengan membuat grafik	<i>Analyzing</i> (menganalisis)
4. Getaran pada senar gitar	<i>Generalizing</i> (hubungan pengalaman dengan contoh di dunia nyata)
5. Gerak Harmonik Sederhana pada makhluk hidup	
6. Topik praktikum	<i>Application</i> (menerapkan)

Modul juga diintegrasikan dengan nilai karakter ingin tahu, disiplin, bertanggung jawab, dan komunikatif. Integrasi karakter pada materi dan kegiatan

experiential learning yang terdapat dalam pembelajaran modul dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Analisis karakter pada modul.

Materi	Penjelasan karakter
1. Apa yang dimaksud dengan getaran? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, bacalah materi getaran.	Ingin tahu
2. GHS yang dilakukan makhluk hidup?	Ingin tahu
3. Usaha yang diperlukan untuk menyimpangkan bandul	Ingin tahu
4. Cara menghitung kecepatan	Ingin tahu
5. Letak energi ketika bandul bergerak harmonik	Ingin tahu
6. Karakter yang diharapkan pada kolom praktikum	Ingin tahu
7. Gerak bolak-balik karena gaya pemulih	Disiplin
8. Karakter yang diharapkan pada kolom praktikum	Disiplin
9. Gaya pemulih menyebabkan benda kembali ke posisi awal	Tanggung jawab
10. Karakter yang diharapkan pada kolom praktikum	Tanggung jawab
11. Menjelaskan hasil diskusi/praktikum	Komunikatif
12. Karakter yang diharapkan pada kolom praktikum	Komunikatif

Kegiatan *experiential learning* diintegrasikan dengan nilai-nilai karakter dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Modul fisika berbasis *eksperiential learning* terintegrasi karakter lebih berpusat pada

memahami materi pelajaran melalui kegiatan *eksperiential learning* dan integrasi karakter dengan terarah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.

4. Bagian akhir modul berisikan rangkuman materi Gerak Harmonik Sederhana. Refleksi sebagai acuan pertanyaan pemahaman materi siswa. Glosarium yang berisikan penjelasan konsep yang relevan untuk menunjang materi. Uji pemahaman sebagai latihan soal siswa yang terdiri atas C1=5 soal, C2=5 soal, C3=2 soal, dan C4=8 soal. Daftar pustaka dari pembuatan modul.

B. Hasil Uji Lapangan

1. Validasi Produk

Validasi produk dilakukan oleh 1 ahli materi bapak Edi Daenuri Anwar, M.Si., 1 ahli media bapak Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd., dan 2 guru Fisika bapak Slamet Iriyanto, M.Pd., Ibu Lisa Fitriyani, M.Si. Data penilaian ini meliputi penilaian aspek pembelajaran, materi, kelayakan isi, kebahasaan, penyajian dan kegrafikan berupa skor 1-4 yang kemudian dikonversikan menjadi empat kategori yaitu sangat valid, valid, kurang valid, dan tidak valid.

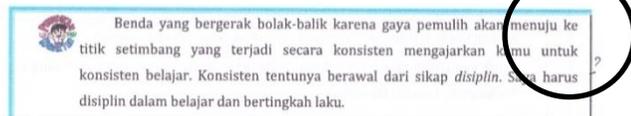
Produk yang telah divalidasi dapat diberikan beberapa masukan dari validator yang dituliskan pada lembar masukan dan saran validasi. Revisi produk diperlukan untuk menghasilkan modul yang baik.

a) Hasil Validasi Ahli Materi

Validator ahli dalam penelitian ini adalah dosen di jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang ahli pada bidangnya. Lembar validasi dibuat sesuai dengan kisi-kisi yang terdapat pada Lampiran 3. Modul dinilai berdasarkan rubrik yang terdapat pada Lampiran 4. Penilaian ahli materi selengkapnya terdapat pada Lampiran 5. Hasil penilaian modul oleh ahli materi mengkategorikan modul dalam kategori sangat valid/baik yang terdapat pada Tabel 4.4. Masukan dari ahli materi yang digunakan untuk merevisi produk sebagai berikut:

1) Perbaiki diksi.

Revisi pada modul ditampilkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Tampilan Modul Tentang Penggunaan Diksi Sebelum Direvisi



Benda yang bergerak bolak-balik karena gaya pemulih akan menuju ke titik setimbang yang terjadi secara konsisten. Hal tersebut mengajarkan untuk konsisten belajar. Konsisten tentunya berawal dari sikap *disiplin*. Saya harus disiplin dalam belajar dan bertingkah laku.

Aktivitas 1



Getaran Alami dan Getaran Paksaan

Tujuan Umum: Mengidentifikasi peristiwa yang termasuk getaran alami atau getaran paksaan.

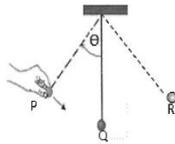
Berilah tanda \checkmark pada pilihan berikut yang benar!

Peristiwa	Getaran Alami	Getaran Paksaan
Kepakan sayap kupu-kupu		
Mistar yang ditarik ke samping		
Gerakan <i>shockbreaker</i> di kendaraan		
Getaran gedung saat gempa bumi		
Getaran pada <i>loudspeaker</i>		
Getaran pita suara manusia		

B.

Gerak Harmonik Sederhana

Sebuah benda dikatakan bergerak harmonik jika benda tersebut bergetar atau melakukan gerak secara bolak-balik disekitar titik kesetimbangan, misalnya ayunan terus menerus berayun apabila diberi gaya dorong secara berkelanjutan untuk melawan gaya gesek. Ayunan nantinya akan berhenti di titik kesetimbangan.



Gambar 1.2 Arah Pergerakan Bandul Menuju Titik Kesetimbangan di Titik Q.

Gambar 1.2 menunjukkan sebuah ayunan bandul matematis yang diberi simpangan ke titik P kemudian bandul tersebut dilepaskan. bandul akan bergerak bolak-balik melewati titik P-Q-R-Q-P dan berhenti di titik Q karena gaya pemulih. Gerak bolak-balik tersebut berlangsung dalam selang waktu sama dinamakan gerak periodik. Dalam bab ini, akan dibahas Gerak Harmonik Sederhana dengan mengabaikan gaya dari luar.

Gambar 4.3 Tampilan Modul Tentang Penggunaan Diksi Setelah Direvisi

2) Perbaiki grafik

Revisi pada modul ditampilkan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.

5. Ulangi cara kerja no 4 dengan simpangan sejauh 6 cm dan 8 cm.

6. Berikan analisis dengan membuat grafik hubungan massa dengan konstanta pegas.

Tabel Data
 massa (m)= 400 g

Simpangan	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata	Periode
4 cm					
6 cm					
8 cm					

Gambar 4.4 Tampilan Modul Tentang variabel x dan y Sebelum Direvisi

5. Buatlah grafik hubungan massa dengan konstanta pegas.

6. Buatlah kesimpulan dan analisis hubungan massa dengan konstanta pegas.

Tabel Data
 massa (m)= 400 g

Simpangan	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata	Periode
4 cm					
6 cm					
8 cm					

Grafik Hubungan Massa dan Konstanta Pegas

Y (Konstanta Pegas)

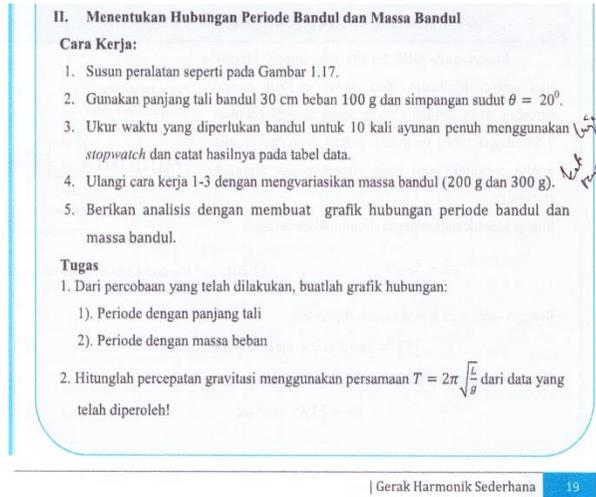


X(massa, simpangan)

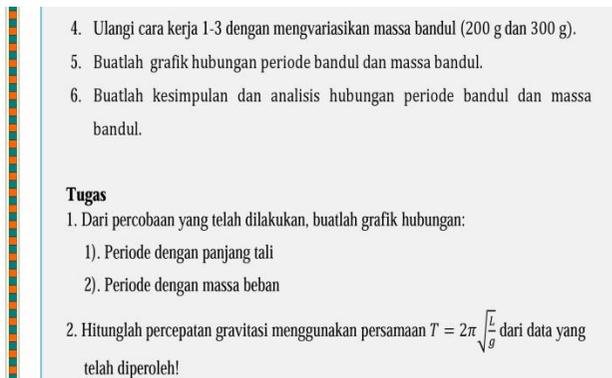
Gambar 4.5 Tampilan Modul Tentang variabel x dan y Setelah Direvisi

3) Perincian pelaksanaan praktikum.

Revisi pada modul ditampilkan pada Gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 Tampilan Modul Tentang Langkah Percobaan Sebelum Direvisi



Gambar 4.7 Tampilan Modul Tentang Langkah Percobaan Setelah Direvisi

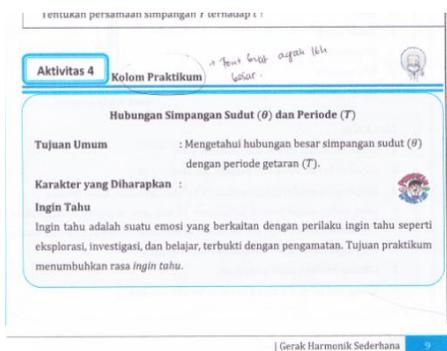
Tabel 4.4 Data Hasil Validasi Modul Fisika oleh Ahli Materi

No	Pernyataan	Skor	Persentase Skor
1	Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar	4	100%
2	Kesesuaian indikator dengan kompetensi dasar	4	100%
3	Kesesuaian materi dengan indikator	4	100%
4	Sistematika penyajian materi	3	75%
5	Kejelasan petunjuk belajar	3	75%
6	Ketepatan konsep	4	100%
7	Kemudahan materi untuk dipahami	4	100%
8	Kejelasan materi	3	75%
9	Kesesuaian materi dengan experiential learning	3	75%
10	Kesesuaian integrasi karakter	4	100%
11	Kesesuaian contoh dengan latihan/evaluasi	4	100%
12	Konsistensi penyajian	3	75%
13	Ketepatan penggunaan kata	3	75%
14	Variasi bentuk soal	4	100%
Total		50	1250%
Pencapaian rata-rata		3,57	89,29%
Kriteria		Sangat valid	

b) Hasil Validasi Ahli Media

Validator ahli dalam penelitian ini adalah dosen di jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang ahli pada bidangnya. Lembar validasi dibuat sesuai dengan kisi-kisi yang terdapat pada Lampiran 6. Modul dinilai berdasarkan rubrik yang terdapat pada Lampiran 7. Penilaian ahli materi selengkapnya terdapat pada Lampiran 8. Hasil penilaian modul oleh ahli media mengkategorikan modul dalam kategori sangat valid/baik yang terdapat pada Tabel 4.5. Masukan dari ahli media yang digunakan untuk menyempurnakan produk sebagai berikut:

- 1) Penyesuaian *size*/ukuran huruf. Revisi modul ditampilkan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8 Tampilan *Size*/Ukuran Huruf Sebelum Direvisi

Aktivitas 4

Kolom Praktikum



Hubungan Simpangan Sudut (θ) dan Periode (T)

Tujuan Umum : Mengetahui hubungan besar simpangan sudut (θ) dan periode getaran (T).

Karakter yang Diharapkan :

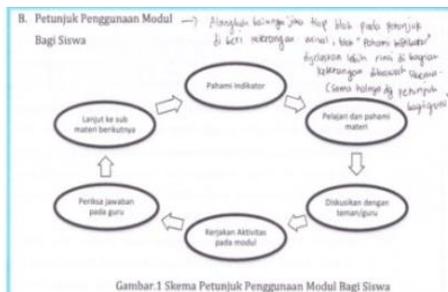
Ingin Tahu

Ingin tahu adalah suatu emosi yang berkaitan dengan perilaku ingin tahu seperti



Gambar 4.9 Tampilan *Size/Ukuran Huruf* Setelah Direvisi

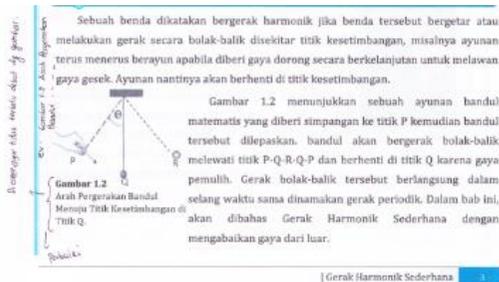
- 2) Perincian petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru, dan perbaikan *margin* keterangan gambar yang kurang simetris. Revisi petunjuk penggunaan modul ditampilkan pada Gambar 4.10 dan Gambar 4.11. Sedangkan, revisi petunjuk margin modul ditampilkan pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



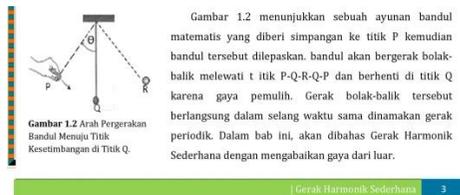
Gambar 4.10 Tampilan Petunjuk Penggunaan Modul Sebelum Direvisi



Gambar 4.11 Tampilan Petunjuk Penggunaan Modul Setelah Direvisi

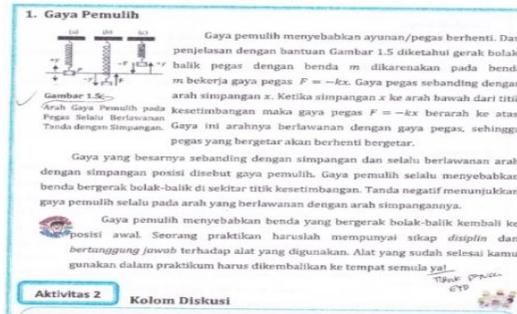


Gambar 4.12 Tampilan Margin Keterangan Gambar Sebelum Direvisi

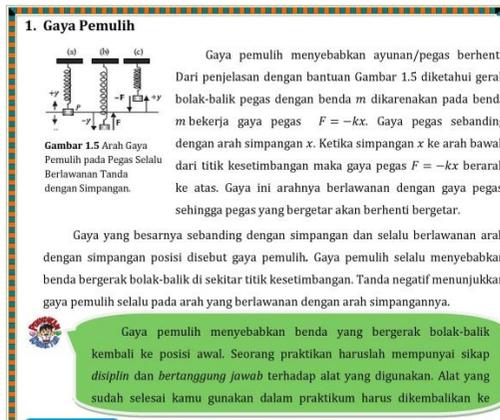


Gambar 4.13 Tampilan Margin Keterangan Gambar Setelah Direvisi

- 3) Perbaiki *margin* dan penggunaan kata sesuai dengan EYD. Revisi modul ditampilkan pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.15.



Gambar 4.14 Tampilan *Margin* Keterangan Gambar dan EYD Sebelum Direvisi



Gambar 4.15 Tampilan *Margin* Keterangan Gambar dan EYD Setelah di Revisi

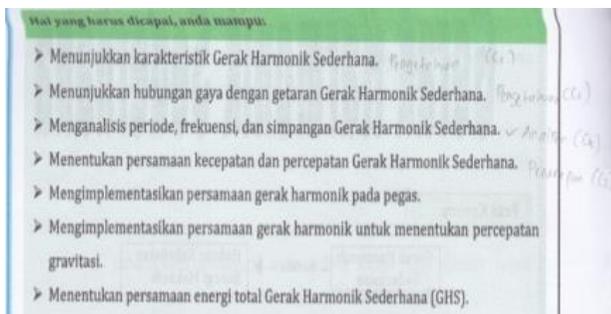
Tabel 4.5 Data Hasil Validasi Modul Fisika oleh Ahli
Media

No	Pernyataan	Skor	Persentase Skor
1	Keterbacaan	4	100%
2	Kejelasan informasi	4	100%
3	Kesesuaian dengan kaidah EYD	3	75%
4	Bahasa dalam modul sesuai tahap perkembangan siswa	3	75%
5	Penggunaan kata efektif dan efesien	3	75%
6	Kejelasan tulisan indikator	4	100%
7	Kemudahan petunjuk penggunaan modul	3	75%
8	Keruntutan materi	4	100%
9	Pemberian motivasi	4	100%
10	Pemberian stimulus	4	100%
11	Kesesuaian gamabar dengan materi	3	75%
12	Kelengkapan informasi	3	75%
13	Penggunaan <i>font</i> , jenis, dan ukuran huruf	3	75%
14	<i>Layout</i> atau tata letak	4	100%
15	Kesesuaian letak ilustrasi sampul dengan materi	3	75%
16	Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi	4	100%
17	Bahan modul tidak mudah dobek, terjilid kuat, dan tidak mudah lepas	4	100%
Total		60	1500%
Pencapaian rata-rata		3,53	88,2%
Kriteria		Sangat valid	

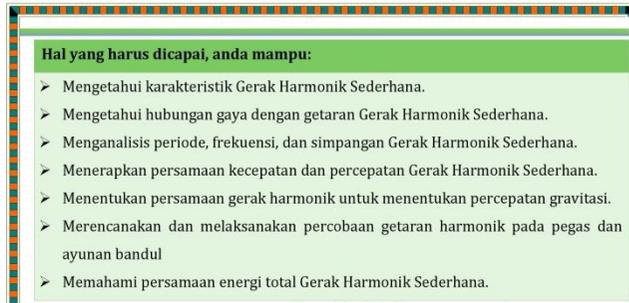
c) Hasil Validasi Guru Fisika

Validator ahli dalam penelitian ini adalah dua guru di SMA N 1 Guntur Kabupaten Demak. Lembar validasi dibuat sesuai dengan kisi-kisi yang terdapat pada Lampiran 9. Modul dinilai berdasarkan rubrik yang terdapat pada Lampiran 10. Penilaian ahli materi selengkapnya terdapat pada Lampiran 11. Hasil penilaian modul oleh guru fisika mengkategorikan modul dalam kategori sangat valid/baik yang terdapat pada Tabel 4.6. Masukan dari guru fisika yang digunakan untuk menyempurnakan produk sebagai berikut:

- 1) Penyesuaian indikator dengan kata kerja operatif taksonomi bloom dan meperjelas ranah psikomotorik. Revisi modul ditampilkan pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.

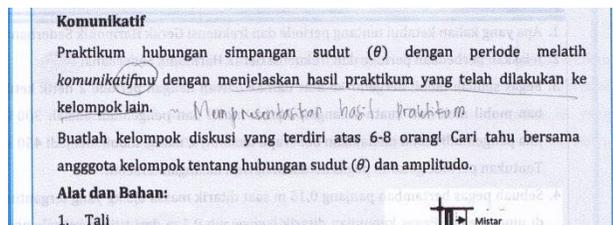


Gambar 4.16 Tampilan Indikator Pencapaian pada Modul Sebelum Direvisi

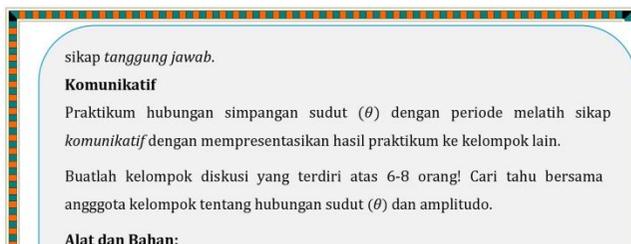


Gambar 4.17 Tampilan Indikator Pencapaian pada Modul Setelah Direvisi

- 2) Perbaiki penjelasan nilai karakter sesuai dengan EYD pada tiap kolom praktikum. Revisi modul ditampilkan pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.19.



Gambar 4.18 Tampilan Penjelasan Nilai Karakter Sebelum Direvisi



Gambar 4.19 Tampilan Penjelasan Nilai Karakter Setelah Direvisi

- 3) Perbaiki analisis praktikum sesuai dengan tujuan umum praktikum. Revisi modul ditampilkan pada Gambar 4.20 dan Gambar 4.21.

Hasil Praktikum
n=10

Sudut (θ)	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata
10°				
20°				
30°				

2. Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana

Gambar 1.11 menunjukkan bandul sederhana yang bergetar dengan sudut θ memiliki kecepatan v yang arahnya menuju titik kesetimbangan. Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana bandul tersebut merupakan turunan pertama dari persamaan posisi terhadap waktu. Benda awalnya bergerak $\theta_0 = 0$ yang menunjukkan sudut fase awal. Jadi, persamaan $x = A \sin(\omega t + \theta_0)$ berlaku untuk $\theta_0 = 0$ maka nilai kecepatannya adalah:

$$v_y = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(A \sin(\omega t + \theta_0))$$

$$v_y = \omega A \cos \omega t$$

Gambar 1.11 Arah Kecepatan Bandul Menuju Titik Kesetimbangan. (1.6)



Gambar 4.20 Cara Kerja Praktikum Sebelum Direvisi

Cara Kerja:

1. Susun peralatan seperti pada Gambar 1.10.
2. Gunakan beban 100 g dan panjang tali bandul.
3. Simpangkan bandul hingga sudutnya 10° menggunakan dusur uerajat.
4. Ukur waktu untuk bandul melakukan 10 kali ayunan penuh menggunakan stopwatch untuk tiga kali pengukuran.
5. Catatlah hasilnya pada hasil praktikum!
6. Ulangi cara kerja 3-5 untuk besar sudut 20° dan 30° .
7. Buatlah grafik hubungan simpangan sudut dengan periode getaran!
8. Buatlah kesimpulan dan analisis hubungan besar simpangan sudut (θ) dan periode getaran (T).

Gambar 1.10 Rangkaian Bandul GHS.

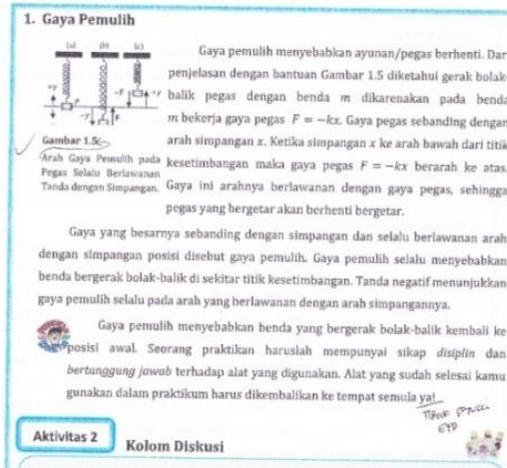


Hasil Praktikum
n=10

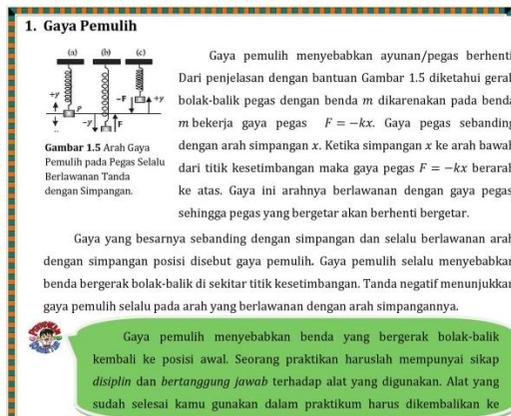
Sudut (θ)	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata
10°				
20°				
30°				

Gambar 4.21 Cara Kerja Praktikum Sesudah Direvisi dengan Penambahan Tahap Analisis Data

- 4) Perbaiki kegrafikan pada nilai karakter untuk menarik perhatian siswa. Revisi modul ditampilkan pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.



Gambar 4.22 Tampilan Kegrafikan Modul Sebelum Direvisi



Gambar 4.23 Tampilan Kegrafikan Modul Setelah Direvisi

Tabel 4.6 Data Hasil Validasi Modul Fisika oleh Guru
Fisika

No	Pernyataan	Skor		Persentase Skor
		I	II	
1	Kesesuaian KI, KD, dan Indikator	4	3	87,5%
2	Kebenaran substansi materi pembelajaran	4	4	100%
3	Kesesuaian materi dengan <i>experiential learning</i>	4	4	100%
4	Kesesuaian integrasi karakter	4	4	100%
5	Kesesuaian contoh dean latihan soal dengan materi	4	4	100%
6	Cakupan materi pada soal evaluasi	4	4	100%
7	Keterbacaan	4	4	100%
8	Kejelasan informasi	4	3	87,5%
9	Kesesuaian dengan kaidah EYD	4	3	87,5%
10	Kesesuaian bahasa dengan tahap perkembangan siswa	4	4	100%
11	Penggunaan kata efektif dan efesien	4	4	100%
12	Kejelasan tulisan indikator	4	4	100%
13	Kemudahan petunjuk penggunaan modul	4	3	87,5%
14	Keruntutan materi	4	4	100%
15	Pemberian motivasi	4	3	87,5%
16	Pemberian stimulus	4	3	87,5%
17	Kesesuaian gamabar dengan materi	4	3	87,5%
18	Kelengkapan informasi	4	4	100%
19	Penggunaan <i>font</i> , jenis, dan ukuran huruf	4	3	87,5%
20	<i>Layout</i> atau tata letak	4	3	87,5%
21	Kesesuaian letak ilustrasi sampul dengan materi	4	3	87,5%
22	Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi	4	3	87,5%
23	Bahan modul tidak mudah dobek, terjilid kuat, dan tidak mudah lepas	4	3	87,5%
Total		172		2150%
Pencapaian rata-rata		3,7		93,8%
Kriteria		Sangat valid		

2. Hasil Uji Lapangan Terbatas

Uji lapangan terbatas produk pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji keterbacaan (*readability*) untuk mengetahui kualitas modul dalam kategori terbaca dengan baik atau tidak. Soal uji keterbacaan dibuat sesuai dengan kisi-kisi yang terdapat pada Lampiran 12. Teknik yang digunakan untuk uji keterbacaan modul adalah (*cloze test*) menggunakan tes rumpang. Uji keterbacaan modul dilakukan pada kelompok kecil yaitu 10 siswa. Pengujian pada kelompok kecil dilakukan untuk menilai kualitas modul sebelum diimplementasikan ke pengujian skala besar. Penilaian uji keterbacaan sesuai dengan rubrik yang terdapat pada Lampiran 13. Data tingkat keterbacaan yang diperoleh, dikonversikan dengan kriteria tingkat keterbacaan teks. Soal uji keterbacaan selengkapnya terdapat pada Lampiran 14.

Hasil dari uji keterbacaan modul menunjukkan bahwa tingkat keterbacaan Modul Fisika pada Materi gerak harmonik sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter tergolong pada kategori tinggi dengan pencapaian persentase rata-rata sebesar 84,8%. Contoh lembar jawaban siswa terdapat pada Lampiran 15 dan analisis keterbacaan

terdapat pada Lampiran 16. Persentase tersebut menunjukkan bahwa modul sangat layak digunakan sebagai bahan ajar dan tidak perlu revisi.

3. Hasil Uji Lapangan Lebih Luas

a. Uji Awal

Pengujian awal skala luas produk pada penelitian ini dilakukan pada kelas X MIA 1 (kelas eksperimen) dengan daftar siswa terdapat pada Lampiran 17 dan kelas X MIA 3 (kelas kontrol) dengan daftar terdapat pada Lampiran 18. Uji homogenitas menggunakan nilai rapor fisika siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol pada semester 1 tahun ajaran 2016/2017 yang terdapat pada Lampiran 19. Analisis uji homogenitas terdapat pada Lampiran 20. Hasil uji homogenitas nilai fisika siswa kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kontrol

Kelas	Eksperimen	Kontrol
N	42	41
Jumlah nilai	3048,04	2993,58
Rata-rata	72,6	73,0
Varians	6,2	6,7
F_{hitung}		1,069
F_{tabel}		1,678

Hasil uji homogenitas pada Tabel 4.6 menunjukkan F_{hitung} kurang dari F_{tabel} . Artinya hasil belajar kedua sampel yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol mempunyai varians yang sama atau data kedua sampel tersebut homogen.

b. Uji Instrumen

1) Validitas Soal

Validitas soal digunakan untuk mengetahui kevalidan butir item soal. Soal yang tidak valid akan dibuang dan tidak digunakan sedangkan yang valid digunakan untuk ulangan soal evaluasi kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Uji coba soal dilaksanakan pada kelas XI MIA 1 dengan jumlah 33 siswa dengan daftar nama selengkapnya terdapat pada Lamiran 21. Soal Uji Coba dibuat berdasarkan kisi-kisi yang terdapat pada Lampiran 22 dan soal uji coba terdapat pada Lampiran 23. Uji Validitas dilakukan dengan taraf signifikansi 5% didapat $r_{tabel} = 0,344$. Soal valid jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$. Contoh lembar jawaban soal uji coba terdapat pada Lampiran 24. Hasil uji validitas nilai fisika siswa kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada

Tabel 4.8. Analisis validitas selengkapnya terdapat pada Lampiran 25.

Tabel 4.8 Persentase Validitas Soal

Kriteri	Butir soal	Jumlah	Persentase
Valid	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 39.	30	77%
	Tidak valid		

2) Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui tingkat konsistensi jawaban instrumen. Instrumen dikatakan baik jika soal dapat memberikan hasil tes yang tetap pada waktu yang berbeda. Hasil perhitungan koefisien reliabilitas soal diperoleh 0,876, perhitungan selengkapnya disajikan pada Lampiran 25. Kriteria reliabilitas $r_{11}=0,876 > r_{tabel}=0,344$, maka soal termasuk kriteria reliabel.

3) Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran diketahui dari membandingkan indeks kesukaran soal yang mengklasifikasikan soal dalam kategori mudah, sedang, dan sulit. Tingkat kesukaran soal

disajikan pada Tabel 4.9 yang selengkapnya disajikan pada Lampiran 25.

Tabel 4.9 Tingkat Kesukaran Soal

Kriteria	Butir soal	Jumlah
Mudah	1, 2, 3, 5, 8, 11, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 39.	17
Sedang	4, 6, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25, 28, 30, 31, 34, 35, 36.	18
Sulit	7, 10, 12, 29.	4

4) Daya Pembeda

Daya pembeda soal menyatakan kemampuan soal membedakan siswa pandai dan siswa dengan kemampuan rendah. Daya pembeda soal disajikan pada Tabel 4.10. Perhitungan selengkapnya disajikan pada Lampiran 25.

Tabel 4.10 Daya Pembeda Soal

Kriteria	Butir soal	Jumlah
Baik	12, 15, 16, 17, 18, 28.	6
Cukup	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 19, 21, 23, 26, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39.	25
Jelek	2, 7, 11, 22, 27, 29, 33, 36.	8

Soal yang digunakan untuk uji efektivitas modul merupakan soal yang termasuk kategori valid dengan daya beda soal termasuk cukup dan baik. Soal yang digunakan adalah soal dengan nomor 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 39.

c. Uji Akhir

Uji akhir dilaksanakan pada sampel kelas X SMA N 1 Guntur yang pembelajarannya sesuai dengan silabus pada Lampiran 26. Pelaksanaan pada kelas eksperimen sesuai RPP yang terdapat pada Lampiran 27 dan kelas kontrol sesuai dengan RPP yang terdapat pada Lampiran 28. Uji akhir dengan memberikan soal tes yang dibuat sesuai dengan kisi-kisi pada Lampiran 29 dan soal tes terdapat pada Lampiran 30. Sebagian lembar jawaban siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat pada Lampiran 31.

1. Uji Normalitas

Rekapitulasi hasil ulangan siswa kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 4.8. Rekapitulasi hasil tes siswa kelas eksperimen dan kontrol selengkapnya terdapat pada Lampiran 32.

Tabel 4.11 Hasil Ulangan Kelas Eksperimen dan Kontrol

Data	Eksperimen	Kontrol
Nilai Tertinggi	93,3	86,7
Nilai Terendah	56,7	40
Rata-rata	74,5	68,5

Hasil ulangan siswa pada Tabel 4.11 diuji menggunakan uji normalitas data. Analisis normalitas nilai tes terdapat pada Lampiran 33. Hasil uji normalitas nilai ulangan siswa kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Uji Normalitas

Kelas	x^2_{hitung}	x^2_{tabel}	Kesimpulan
Eksperimen	7,81	11,07	Normal
Kontrol	10,89	11,07	Normal

Hasil uji normalitas pada Tabel 4.9 menunjukkan x^2_{hitung} kelas eksperimen dan kelas kontrol lebih kecil dibandingkan x^2_{tabel} . Artinya, kedua sampel berdistribusi normal.

2. Uji Efektivitas

Hasil ulangan kemudian diuji efektivitasnya menggunakan uji *t-test*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan modul berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter pada

materi Gerak Harmonik Sederhana. Perhitungan uji *t-test* dapat dilihat pada pada Lampiran 34. Hasil uji *t-test* nilai ulangan siswa kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil *t-test*

Kelas	Eksperimen	Kontrol
Jumlah Nilai	3130,0	2810,1
Jumlah Siswa	42	41
Rata-rata	74,5	68,5
Varians	70,8	68,6
Standar Deviasi	8,4	8,3
Dk	41	40
t_{hitung}		3,540
t_{tabel}		2,019

Hasil *t-test* pada Tabel 4.13 menunjukkan t_{hitung} kelas eksperimen dan kelas kontrol lebih besar dibandingkan t_{tabel} . Hasil tersebut menjelaskan terdapat perbedaan yang signifikan antara siswa yang menggunakan modul dan LKS pada pembelajaran Fisika. Hasil tersebut juga menjelaskan bahwa modul Fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter materi gerak harmonik sederhana lebih efektif digunakan dalam pembelajaran.

C. Analisis Data

1. Karakteristik Modul

Modul dibuat sesuai dengan karakteristik umum pembuatan modul pada teknik penyusunan modul oleh Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (2008). Modul yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik modul secara umum yaitu:

- a. Memungkinkan siswa belajar mandiri dengan adanya tujuan, materi, contoh, dan latihan soal (*self intruction*).
- b. Materi diterangkan secara utuh (*self contained*).
- c. Modul tidak memerlukan bahan ajar berupa buku lain untuk menunjang kegiatan pembelajaran (*stang alone*).
- d. Modul dibuat dengan sesuai perkembangan ilmu dan teknologi. Modul dibuat semenarik mungkin untuk menarik perhatian siswa.
- e. Modul memiliki intruksi dan paparan informasi yang membantu penggunaan siswa. Terdapat informasi kolom karakter untuk membantu siswa memahami dan memiliki karakter yang baik dalam pembelajaran.

Karakteristik modul yang dikembangkan adalah adanya kegiatan sesuai dengan tahapan *experiential learning* dari materi hingga aktivitas yang terdapat

pada modul. Kegiatan eksperimen yang tertuang dalam aktivitas modul sesuai dengan ranah psikomotorik KI-4 pada kurikulum 2013. Aspek afektif juga terdapat pada modul, berupa pendidikan karakter yang mengajak siswa untuk memiliki kecakapan afektif baik. Nilai karakter diintegrasikan sebagai pesan dalam materi dan aktivitas pembelajaran sesuai dengan aspek yang ingin dicapai pada KI-2 kurikulum 2013. Selain itu, terdapat contoh-contoh aplikasi dari materi yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Aktivitas dan soal yang terdapat di dalam modul juga dibuat dengan model *experiential learning*. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Ristiyani & Yulianti (2014), pendidikan karakter dapat menunjang aspek kognitif siswa.

2. Kelayakan Modul

Kelayakan modul diketahui dari analisis para ahli. Penilaian ahli mengkategorikan modul layak digunakan sebagai bahan ajar, meskipun terdapat masukan untuk lebih menyempurnakan modul yang dikembangkan. Masukan yang digunakan sebagai penyempurnaan modul yaitu:

a. Penggunaan ejaan yang disempurnakan (EYD)

Penggunaan diksi dan pemenggalan kalimat. Perubahan terlihat pada Gambar 4.2 dan Gambar

4.3 penggunaan diksi titik “.” untuk memenggal kalimat setelah kata “konsisten” dan penghapusan kata “kamu” dikarenakan susunan kata tersebut tidak sesuai dengan kaidah penulisan EYD.

Informasi pada modul tersaji dengan singkat dan jelas namun tidak konsisten dan tidak sesuai dengan EYD. Gambar 4.12 dan 4.13 menunjukkan perubahan terlihat penghapusan pada kata “ya” sehingga susunan kalimat menjadi runtut dan penggunaan kata sesuai dengan EYD. Perubahan ini menjadikan susunan kalimat menjadi lebih baik sehingga mudah dimengerti siswa.

Perbaikan penjelasan nilai karakter sesuai dengan EYD pada tiap kolom praktikum. Gambar 4.18 dan 4.19 menunjukkan perbaikan EYD kata “komunikatif” dengan menghilangkan kata “mu” untuk memperbaiki kalimat agar sesuai dengan EYD.

Marliana et al. (2002) menyatakan bahwa pilihan kata/diksi dan pemenggalan kalimat, kata, maupun ejaan merupakan hal yang penting dalam menulis. Kekeliruan dalam penulisan diperbaiki dengan penyuntingan kalimat, kata, maupun ejaan.

b. Tabel dan grafik pada aktivitas praktikum.

Terlihat perubahan pada Gambar 4.4 dan 4.5 dalam perintah cara kerja ke 7 untuk membuat grafik hubungan massa (variabel x) dengan konstanta pegas (variabel y). Aktivitas praktikum terdapat kolom tabel yang digunakan untuk merekap data hasil praktikum dan terdapat grafik untuk memahami hubungan antar data hasil praktikum. Variabel x merupakan variabel data praktikum yang sudah diketahui dan variabel y merupakan data yang dicari dalam praktikum sehingga dapat diketahui grafik hubungan kedua data. Harijanto (2010) menyatakan bahwa memahami pelajaran dari penulisan data dalam tabel dan pembuatan grafik dapat meningkatkan hasil belajar.

c. Ketepatan penyusunan langkah praktikum.

Perubahan terlihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 yang menunjukkan perubahan penjelasan langkah percobaan ke lima yang dijabarkan sehingga mudah dipahami oleh siswa. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (2008). Modul bersifat *self intruction*, artinya modul

memiliki intruksi dan paparan informasi yang jelas sehingga mampu membelajarkan diri sendiri.

d. Petunjuk penggunaan modul

Petunjuk penggunaan modul bagi siswa dan guru kurang dijelaskan dengan rinci. Gambar 4.8 dan 4.9 menunjukkan perubahan pada petunjuk penggunaan modul yang dijelaskan secara rinci dari poin 1 sampai 6. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (2008). Modul harus bersifat *user friendly* yaitu setiap intruksi dan paparan informasi yang ditulis harus membantu dan mudah dipahami.

e. *Margin* dan ukuran huruf.

Gambar 4.10 dan 4.11 menunjukkan perubahan pada jarak gambar dengan keterangan gambar sehingga tidak terlalu dekat. Perubahan juga terdapat pada ukuran huruf kolom praktikum yang lebih besar sehingga lebih jelas, revisi terdapat pada Gambar 4.14 dan 4.15. Perbaikan tata letak dan ukuran huruf digunakan untuk memperjelas tulisan sehingga informasi pada modul dapat tersampaikan dengan baik. Sesuai dengan pendapat Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan (2015) yang menyatakan

ukuran sub judul adalah 13/14 dan judul kegiatan 16.

f. Penulisan indikator ranah psikomotorik.

Taksonomi bloom menjelaskan tingkat pengetahuan siswa, yakni: C1= mengetahui, C2= memahami, C3= menerapkan, dan C4= menganalisis. Perbaikan terdapat pada Gambar 4.16 dan 4.17 yang menunjukkan perubahan kata kerja indikator sesuai dengan tingkat kognitif C3. Tingkat kognitif C3 dipakai sebagai acuan memperjelas ranah kognitif sebagai implementasi dari persamaan fisika dan digunakan untuk memperjelas ranah psikomotorik. Penelitian yang dilakukan Juhanda (2014) menyatakan bahwa tingkat kognitif C3 kurang diterapkan dalam buku pelajaran. Meskipun indikator ranah psikomotorik kurang jelas tertulis di indikator, ranah psikomotik telah terdapat pada kolom praktikum modul sebelum revisi oleh para ahli.

g. Analisis data kolom praktikum

Gambar 4.20 dan Gambar 4.21 menunjukkan penambahan analisis data pada tahap/langkah praktikum. Analisis data dimaksudkan agar siswa dapat mencapai tingkat kognitif C4 pada taksonomi bloom, meskipun menurut Juhanda

(2014) tingkat kognitif C4 masih sangat kurang diterapkan dalam pelajaran. Analisis data hasil praktikum pada kolom praktikum modul ditujukan agar siswa mampu berpikir kritis untuk memahami materi. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan (2008) yang menyatakan bahwa modul bersifat *self intruction*; artinya modul memiliki intruksi sehingga mampu membelajarkan siswa.

h. Kegrafikan modul

Modul yang baik salah satunya adalah modul yang menarik untuk dibaca. Menarik dalam pengembangan modul ini ditujukan pada peningkatan variasi bentuk penyajian yang lebih menarik dengan pengubahan desain isi modul. Gambar 4.22 dan 4.23 menunjukkan pengubahan desain isi modul menjadi lebih bewarna dan menarik untuk dibaca. Hal ini sesuai dengan dengan pendapat Yoga Arditama et al. (2013) yang menyatakan penggunaan warna dapat meningkatkan hasil belajar siswa yang tentunya efektif digunakan dalam pembelajaran.

3. Efektivitas Modul

Modul *experiential learning* terintegrasi karakter pada materi Gerak Harmonik Sederhana berisi materi dan aktivitas yang dikemas sesuai dengan tahapan pembelajaran *experiential learning*. Aktivitas dalam modul menjadikan siswa aktif dalam pembelajaran sehingga hasil belajar siswa menjadi lebih baik. Modul ini efektif digunakan sebagai panduan belajar yang tentunya dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Sari (2015) menyatakan bahwa model *experiential learning* yang dikembangkan menjadi bahan ajar dapat meningkatkan pemahaman konsep dan *minds-on* siswa yang diindikasikan oleh hasil belajar yang lebih baik.

Modul *experiential learning* terintegrasi karakter pada materi gerak harmonik sederhana yang dikembangkan tidak hanya memberikan pembelajaran *experiential learning* tetapi juga mengajarkan nilai karakter yang dapat menunjang peningkatan hasil belajar siswa. Kegiatan eksperimen pada kolom praktikum modul diintegrasikan dengan nilai karakter yang diperlukan saat melakukan percobaan. Integrasi karakter diperlukan untuk memberi makna kegiatan agar berjalan dengan sungguh-sungguh sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep dan hasil

belajar fisika. Hasil uji efektivitas modul ini menunjukkan rata-rata hasil ulangan siswa yang menggunakan modul berbasis *experiential learning* lebih tinggi dibandingkan siswa yang menggunakan buku paket. Hasil temuan ini sama seperti penelitian yang dilakukan Ristiyani & Yulianti (2014), yaitu diperlukan integrasi karakter jujur, disiplin, rasa ingin tahu, dan komunikatif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.

D. Prototipe Hasil Pengembangan

Bahan ajar yang dihasilkan berupa modul Fisika pada materi Gerak Harmonik Sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter untuk siswa kelas X SMA. Karakteristik modul ini adalah adanya aspek kegiatan *experiential learning* dalam rangka meningkatkan kemampuan kognitif dan motorik yang baik. Kegiatan *experiential learning* tersebut terdiri atas *experiencing* (melakukan), *share* (berbagi hasil), *analyzing* (menganalisis), *generalizing* (menghubungkan pengalaman dengan contoh-contoh dunia nyata), dan *application* (menerapkan). Kegiatan tersebut diintegrasikan dengan nilai-nilai karakter untuk menunjang pendidikan karakter siswa sesuai dengan KI-2 pada kurikulum 2013 revisi 2016. Nilai-nilai karakter

tampak pada materi pelajaran. Selain itu juga terdapat penjelasan akhir dari pembelajaran dengan pendekatan *experiential learning*.

Produk akhir modul Fisika materi gerak harmonik sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter untuk siswa kelas X SMA terdiri atas:

1. Sampul Modul

Sampul modul berisi judul dan gambar pada kegiatan *experiential learning* yang dibuat dengan tampilan menarik. Gambar sampul disesuaikan dengan isi materi pada modul.

2. Pendahuluan

Pendahuluan modul berisi deskripsi modul, petunjuk penggunaan modul, kompetensi inti, dan kompetensi dasar. Deskripsi modul menjelaskan secara singkat tentang modul secara keseluruhan. Petunjuk penggunaan modul menjelaskan cara penggunaan modul bagi guru dan siswa yang baik dan benar. Kompetensi inti dan kompetensi dasar dibuat berdasarkan pada kurikulum 2013 revisi 2016.

3. Materi

Penyajian materi diawali dengan peta konsep, inti materi, kata kunci, indikator, dan apresepsi. Peta konsep membantu siswa untuk mengkategorikan

materi sebelum materi tersebut dipelajari. Inti materi dan kata kunci berisi materi pokok yang wajib dipahami siswa dan sering dibahas pada modul. Indikator menjelaskan tolak ukur ketercapaian suatu kompetensi pembelajaran. Apresepsi memberikan penjelasan aplikasi yang berkaitan dengan materi yang dibahas.

Materi yang diuraikan diintegrasikan sebagai pesan nilai karakter yang ingin disampaikan ke siswa. Karakter rasa ingin tahu diintegrasikan dengan memunculkan pernyataan siswa mengenai pengertian getaran, gerak harmonik sederhana pada makhluk hidup, dan energi pada Gerak Harmonik Sederhana. Karakter ingin tahu siswa dimunculkan dengan pertanyaan menarik pada modul dengan menanyakan pengertian gerak harmonik, cara mengitung kecepatan, gerak harmonik pada makhluk hidup sehingga siswa tertarik membaca materi pada modul. Karakter disiplin dan tanggung jawab dimunculkan dengan permasalahan getaran bandul. Bandul bergetar secara konsisten dikarenakan terdapat gaya pemulih yang menyebabkan bandul kembali ke posisi awal. Konsistensi getaran bandul mengajarkan karakter disiplin dalam bertindak, bandul yang kembali ke posisi awal mengajarkan

karakter tanggung jawab dalam bertindak. Karakter komunikatif dimunculkan dengan memberikan stimulan ke siswa untuk mengutarakan pendapatnya sesuai dengan arahan aktivitas yang terdapat pada modul.

Experiential learning pada modul ditampilkan pada getaran senar gitar yang termasuk kegiatan generalisasi. Info Fisika pada sub materi energi ayunan bandul termasuk dalam kegiatan aplikasi pada pembelajaran *experiential learning*. Besaran fisika pada energi ayunan bandul tersebut dijelaskan secara rinci di tiap posisi beban bandul. Kegiatan praktikum yang mewakili *experiential learning* diintegrasikan dengan nilai karakter untuk menjadikan praktikum terlaksana dengan baik dan sesuai.

Kolom praktikum diawali dengan judul dan tujuan praktikum. Integrasi karakter dijelaskan sebelum dilaksanakannya praktikum sehingga siswa mengetahui sikap yang baik dan harus ditaati. Alat dan bahan praktikum yang digunakan diusahakan dimiliki oleh semua sekolah yaitu satu rangkaian bandul seberhana, pegas sederhana, *stopwatch*, neraca, penggaris, dan busur derajat.

4. Evaluasi

Evaluasi pada modul dibuat dengan model *experiential learning*, yaitu pernyataan mengenai data percobaan dari Gerak Harmonik Sederhana. Misalnya pada soal konstanta pegas sebelumnya disajikan grafik massa dan periode gerak harmonik, kemudian siswa diminta mencari nilai konstanta pegas. Soal tersebut termasuk tipe soal C4 yang termasuk tahap ke tiga dalam pembelajaran *experiential learning* yaitu kegiatan *process*. Tahap ke empat *experiential learning* berupa *generalize* terdapat pada info fisika tentang getaran pada senar gitar dan gerak harmonik pada makhluk hidup. Tahap ke lima *experiential learning* berupa *apply* terdapat pada topik praktikum pada tiap kolom praktikum.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian produk hasil pengembangan modul Fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter dapat disimpulkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki karakteristik tidak hanya memberikan uraian materi sebagai ranah kognitif dan praktikum sebagai ranah psikomotorik yang berbasis pada model *experiential learning*. Modul juga berisi ranah karakter yang diintegrasikan sebagai pesan guna menunjang peningkatan prestasi siswa. Ranah karakter diantaranya; ingin tahu, disiplin, komunikatif, dan bertanggung jawab.

Modul Fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter pada materi gerak harmonik sederhana layak digunakan sebagai bahan ajar. Hasil validasi dari ahli materi , ahli media, dan guru fisika menunjukkan modul memiliki kategori sangat valid. Uji keterbacaan mengategorikan modul memiliki tingkat keterbacaan tinggi sebesar 84,8 %.

Modul Fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter pada materi gerak harmonik sederhana efektif digunakan sebagai bahan ajar. Uji efektivitas modul dilakukan dengan menguji hasil ulangan

kelas eksperimen dan kontrol menggunakan uji *t-test* dengan hasil $t_{hitung}=3,54$ yang lebih besar dari t_{tabel} .

B. Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan, saran dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Perlu dikembangkan desain dan evaluasi yang menarik siswa untuk lebih semangat belajar.
2. Perlu dikembangkan instrumen penilaian aspek afektif untuk penelitian selanjutnya.
3. Perlu dikembangkan modul Fisika berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter pada materi lain yang disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Agboola, A. and Tsai, K. C. 2012. Bring Character Education into Classroom. *Europe Journal of Education Reseach* 1(2): 163-170.
- Almerico, G. M. 2014. Building character through literacy with children's literature. *Research in Higher Education Journal*. 26. 1-13.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2013) 'Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan'. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Benninga, J. S. 2003. The Relationship Of Character Education Implementation And Academic Achievement In Elementary Schools. *Journal of Research in Character Education*. 1(1). 19-32.
- Bower, G. G. 2013. Utilizing Kolb's Experiential Learning Theory to Implement a Golf Scramble. *International Journal of Sport Management, Recreation & Tourism*, 12. 29-56.
- Davis. 2001. *Connections Between 4-H and John Dewey's*

Philosophy of Education. Diunduh di <http://4h.ucanr.edu/files/1234.pdf> tanggal 19 Juni 2017

Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan. 2008. *Teknik penyusunan modul*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. 2015. *Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan tenaga kependidikan*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.

Emzir. 2011. *Metodologi Penelitian Kualitatif Analisis Data*. Jakarta: Rajawali Pers.

Gumawan, H. 2014. *Pendidikan Karakter Konsep dan Implementasinya*. Bandung: Alfabeta, p. 330.

Harijanto, M. 2010. Peningkatan Hasil Belajar Dalam Menyajikan Data ke Bentuk Grafik melalui Penggunaan Metode Diskusi Pada Prodi Bahasa. *JURNAL KEPENDIDIKAN INTERAKSI*. 5(5): 21--32.

Juhanda, I. A. 2014. Analisis Soal Jenjang Kognitif Taksonomi Bloom Revisi Pada Buku Sekolah Elektronika (BSE) Bilogi SMA. *Pengajaran MIPA*. 1(1): 61--66.

- Kemendiknas. 2010. *Pengembangan pendidikan budaya dan karakter bangsa pedoman sekolah*. Jakarta: Badan Pusat Penelitian dan Pengembangan Kurikulum.
- Kudus, M. (2006) *Al Quran dan Al Karim dan Terjemahan Bahasa Indonesia*. Kudus.
- Lisdianto, D., Masykuri, M. dan Aminah, S. 2015 *'Pengembangan Integrated Contextual Module (ICM) Untuk Meningkatkan Kreativitas Dan Kemampuan Sifat Mekanik Bahan (Pembelajaran Fisika di SMK Veteran 1 Sukoharjo Tahun Ajaran 2014 / 2015)*. Solo: UNS.
- Majid, A. 2014. *Strategi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Marliana, dan Puryanto. 2002. *Media Massa dan Implikasinya Terhadap Pembinaan Bahasa Indonesia di Masyarakat..* Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Mu'in, F. 2011. *Pendidikan Karakter: Konstruksi Teoritik & Praktik*. Jogjakarta: AR-RUZZ MEDIA.
- Musyarofah, Hindarto, N. dan Mosik. 2013. Pendidikan Karakter Terintegrasi Dalam Pembelajaran IPA Guna Menumbuhkan Kebiasaan Berpikir Ilmiah. *Unnes Physics Education Journal*. 2(2): 42-48. Diunduh di: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej> tanggal 23 Desember 2016.

- Pala, A. (2011) 'The Need for Character Education', *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies*. 3(2): 23-32. Diunduh di: http://www.sobiad.org/ejournals/journal_ijss/arhieves/2011_2/aynur_pala.pdf tanggal 23 Desember 2016.
- Prastowo, A. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Purwanto, N. 2000. *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya Offset.
- Purwanto & et al. 2007. *Pengembangan Modul*. Depdiknas PUSTEKKOM: Jakarta.
- Ristiyani dan Yulianti. 2014. Pengembangan LKS Fisika Materi Pemantulan dan Pembiasan Cahay Terintegrasi Karakter dengan Pendekatan Saintifik. *Unnes Physics Education Journal*. 3(3): 56-59.
- Rosmaini (2009) *Keterbacaan Buku Teks*. Medan. di akses tanggal 23 Desember 2016.
- Sari, D. S. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Experiential Learning Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minds-On Siswa. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

- Setyosari, P. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Sudijono, A. 1994. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sharlanova, V. 2004. Experiential Learn. *Trakia Journal of Sciences*, 2(4).. 36–39. Diunduh di <http://www.uni-sz.bg> tanggal 14 Juli 2017.
- Silberman, M. 2014. *HandBook Experiential Learning Strategi Pembelajaran dari Dunia Nyata*. Bandung: Nusa Media.
- Sudijono. 1994. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Sugiyono. 2012. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2015. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Susilowati dan Indriyanti. 2010. *Pengembangan modul*. diunduh di <http://nurma.staff.uns.ac.id> tanggal 14 Juli 2017.
- Wayan, N. dan Sunartana. 1982. *Evaluasi Pendidikan*. Surabaya: Usana Offset Printing.
- Yoga Arditama, A., Darkir, A. dan Hidayah, N. 2013. Penggunaan Spidol Warna Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Operasi Hitung Campuran Bilangan Bulat.



LAMPIRAN

Lampiran 1

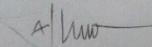
Wawancara Studi Pendahuluan

Wawancara kepada guru Fisika Ayu Putri Martanti, S.Pd. SMA N 1 Guntur Kabupaten Semak

- Faisal : Assalamualaikum Wr. Wb
Guru : Waalaikum salam Wr. Wb
Faisal : Bisa dijelaskan apa saja masalah pada pembelajaran fisika?
Guru : Masalah pembelajaran fisika di sekolah adalah:
1. Siswa sulit memahami konsep dikarenakan kurang aktif dan tertarik untuk belajar.
2. Kurang lengkap dan berfungsinya alat praktikum.
3. Waktu pembelajaran yang kurang dikarenakan banyaknya cakupan materi.
Faisal : Bagaimana kondisi pembelajaran ketika di kelas?
Guru : Siswa kurang memperhatikan dengan sungguh-sungguh dikarenakan pemikiran siswa yang terlanjur memandang pelajaran fisika terlalu sulit dan abstrak jadi, ketertarikan kurang.
Faisal : Apa yang dilakukan untuk menyikapi keterbatasan waktu?
Guru : Menggunakan metode ceramah saja dan diberikan pekerjaan rumah.
Faisal : Materi yang dianggap sulit dan mendapatkan hasil ulangan kurang memuaskan terdapat pada bab apa saja?
Guru : Untuk kelas X dinamika gerak, optika geometri, dan Gerak Harmonik Sederhana. GLBB semester 1, Gerak Harmonik Sederhana semester 2. Untuk kelas XI dinamika rotasi dan alat optik.
Faisal : Jelaskan pembelajaran yang anda lakukan
Guru : GLBB dan Dinamika Rotasi dijelaskan dengan metode ceramah dan bagaimana mencari gaya yang terdapat pada contoh gerak termasuk gaya gesek dan gaya eksternal. Gerak Harmonik Sederhana dijelaskan dengan metode ceramah dan latihan soal. Alat optik dengan metode presentasi.
Faisal : Bahan ajar yang dipakai selama pembelajaran berlangsung apakah cukup sesuai dengan pembelajaran yang anda sampaikan?
Guru : Selama ini banyak bahan ajar yang kurang sesuai dalam menggambarkan arah gaya pada bab gerak.
Faisal : Terimakasih. Wassalamualaikum Wr. Wb
Guru : Wassalamualaikum Wr. Wb.

Guru Fisika SMA N 1 Guntur

Demak, 15 Oktober 2016



Ayu Putri Hartanti, S.Pd.

NIP:-

Lampiran2

Modul Fisika pada Materi Gerak Harmonik Sederhana
 Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter untuk
 Siswa Kelas X SMA

**MODUL EXPERIENTIAL
 LEARNING
 TERINTEGRASI KARAKTER**

Untuk Kelas X
 SMA/MA

Semester 2

**KURIKULUM
 2013**

Nama :
 Kelas : No. Absen :
 Sekolah :

Penulis : Faisal H.K.
 Pembimbing I : Arsini, M.Sc.
 Pembimbing II : Qisthi Fariyani, M.Pd

DAFTAR ISI

I.	Pendahuluan	
A.	Deskripsi Modul.....	ii
B.	Petunjuk Penggunaan Modul.....	iii
C.	Kompetensi.....	iii
II.	Pembelajaran	
A.	Getaran.....	2
B.	Gerak Harmonik Sederhana.....	3
1.	Gaya Pemulih.....	5
2.	Periode, Frekuensi, dan Frekuensi Sudut.....	6
3.	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana.....	7
4.	Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana.....	11
5.	Percepatan Gerak Harmonik Sederhana.....	12
C.	Gerak Harmonik sederhana pada Pegas.....	13
D.	Gerak Harmonik sederhana pada Bandul Sederhana.....	16
E.	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana.....	21
	Rangkuman.....	24
	Refleksi.....	25
	Glosarium.....	25
	Uji Pemahaman.....	26
	Kepustakaan.....	29

PENDAHULUAN

A. Deskripsi Modul

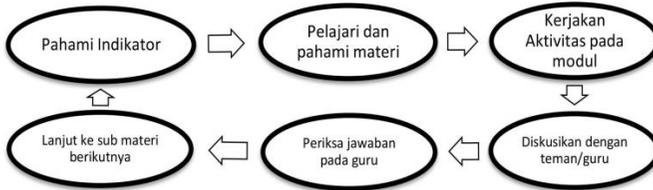
Pada dasarnya, hampir semua teknologi selalu ada peran fisika didalamnya. Disadari ataupun tidak, kita pasti pernah mengalami gejala-gejala fisika. Ketika kita naik ayunan, kita mampu berayun beberapa kali dengan satu dorongan saja karena kita memiliki energi yang cukup untuk melakukannya. Gejala tersebut merupakan pertanda bahwa ayunan mengalami Gerak Harmonik Sederhana. Mengapa ayunan berayun saat kita memberikan simpangan yang berbeda? Bagaimana cara menentukan kecepatana dan percepatan ayunan tersebut? Bagaimana ayunan dapat berayun berkali-kali? Modul ini akan menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Modul fisika berbasis *experiential learning* ini berisi tentang materi Gerak Harmonik Sederhana yang terdiri dari sub materi yaitu simpangan, kecepatan, percepatan, dan gaya pemulih Gerak Harmonik Sederhana pada pegas dan bandul. *Experiential learning* merupakan paradigma yang menegaskan bahwa ilmu didapatkan dari pengalaman secara langsung oleh siswa. Pendidikan karakter yang terintegrasi pada modul ini terdapat pada beberapa bagian, di antaranya pada kolom "Pendidikan karakter" yang didalamnya berisi nilai karakter yang diharapkan. Konsep paradigma *experiential learning* terintegrasi pendidikan karakter ini merupakan nilai tambah yang belum ditemukan dalam modul lain. Dengan membaca modul ini, siswa dapat memperoleh tambahan ilmu pengetahuan dan nilai-nilai karakter. Modul ini dikembangkan dengan mengikuti acuan standar isi yang telah ditetapkan pada kurikulum yang diberlakukan.

Modul ini juga dibuat dengan menggunakan pendekatan kontekstual agar lebih bermakna. Modul ini berisi antara lain: peta konsep, materi, contoh soal, latihan soal, praktikum, kolom diskusi, dan evaluasi.

B. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Bagi Siswa



Gambar.1 Skema Petunjuk Penggunaan Modul Bagi Siswa

- 1) Pahami indikator pencapaian materi pada modul
- 2) Pelajari dan pahami materi yang dijelaskan pada modul
- 3) Kerjakan aktivitas/tugas yang terdapat pada modul
- 4) Diskusikan dengan teman/guru untuk memecahkan masalah yang ditanyakan pada aktivitas modul
- 5) Periksa jawaban ke guru untuk mengetahui kebenaran jawaban pada aktivitas modul
- 6) Pelajari materi berikutnya

2. Bagi Guru

Modul ini dirancang guna membantu siswa dalam proses kegiatan belajar mengajar.



Gambar.2 Skema Petunjuk Penggunaan Modul Bagi Guru

- 1) Guru memberikan apresepsi untuk memberikan pemahaman awal ke siswa dan dilanjutkan penyampaian inti materi.
- 2) Guru membimbing siswa mengerjakan aktivitas diskusi maupun praktikum pada modul.
- 3) Guru berperan sebagai fasilitator saat siswa mengalami kesulitan.
- 4) Guru mengkoordinasikan kegiatan pembelajaran dalam kelas.
- 5) Guru mengadakan evaluasi dan penilaian berdasarkan pemahan dan kinerja siswa.

C. Kompetensi

1. Kompetensi Inti

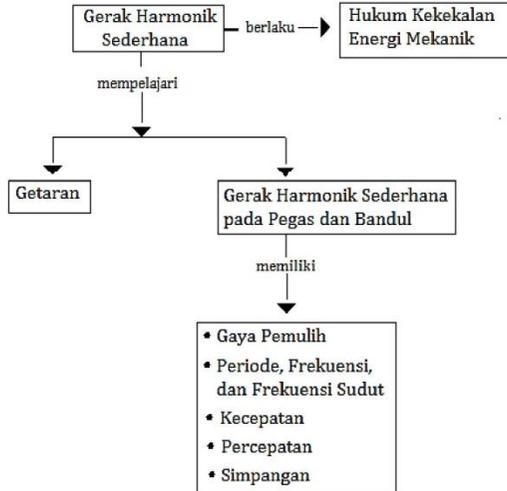
- KI.1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI.2 Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa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

2. Kompetensi Dasar

- 1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya
- 2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari
- 3.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari.
- 4.11 Melakukan percobaan getaran harmonis pada ayunan sederhana dan/atau getaran pegas berikut presentasi serta makna fisiknya.

Gerak Harmonik Sederhana

Peta Konsep



Inti Materi

- A. Getaran.
- B. Gerak Harmonik Sederhana.
- C. Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas.
- D. Gerak Harmonik Sederhana pada Bandul Sederhana.
- E. Energi pada Gerak Harmonik Sederhana.

Kata Kunci

Amplitudo, gaya pemulih, gerak harmonik, frekuensi, periode, simpangan, dan energi mekanik.

Hal yang harus dicapai, anda mampu:

- Mengetahui karakteristik Gerak Harmonik Sederhana.
- Mengetahui hubungan gaya dengan getaran Gerak Harmonik Sederhana.
- Menganalisis periode, frekuensi, dan simpangan Gerak Harmonik Sederhana.
- Menerapkan persamaan kecepatan dan percepatan Gerak Harmonik Sederhana.
- Menentukan persamaan gerak harmonik untuk menentukan percepatan gravitasi.
- Merencanakan dan melaksanakan percobaan getaran harmonik pada pegas dan ayunan bandul
- Memahami persamaan energi total Gerak Harmonik Sederhana.



Gambar 1.1 Getaran pada Senar Gitar.

Pernahkah kalian mengamati apa yang terjadi ketika senar gitar dipetik lalu dilepaskan? Kalian akan melihat suatu gerak bolak-balik melewati lintasan yang sama. Gambar 1.1 menunjukkan senar yang dipetik akan bergetar dan menghasilkan bunyi. Getaran pada senar tersebut menghasilkan ratusan *hertz*. Dinamakan apakah gerak yang terjadi secara bolak-balik tersebut? Di antara gerak bolak-balik ini ada gerakan yang dinamakan gerak harmonik. Apakah yang di maksud dengan gerak harmonik? Ayo kita pelajari lebih dalam lagi.

A.

Getaran

Apa yang dimaksud dengan getaran? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, bacalah materi getaran.

Ayunan yang kamu dorong hingga berayun merupakan getaran atau osilasi jika ayunan tersebut bergerak bolak-balik terhadap titik kesetimbangannya. Ayunan bergetar kemudian bergerak kembali ke keadaan semula

semula dalam selang waktu tertentu karena ada gaya pemulih yang bekerja pada benda tersebut. Berdasarkan cara terjadinya, getaran dibedakan menjadi getaran alami dan getaran paksaan. Contoh getaran alami adalah getaran bandul, sedangkan contoh getaran paksaan adalah menabuh drum hingga bersuara.



Benda yang bergerak bolak-balik karena gaya pemulih akan menuju ke titik setimbang yang terjadi secara konsisten. Hal tersebut mengajarkan untuk konsisten belajar. Konsisten tentunya berawal dari sikap *disiplin*. Saya harus disiplin dalam belajar dan bertingkah laku.

Aktivitas 1



Getaran Alami dan Getaran Paksaan

Tujuan Umum: Mengidentifikasi peristiwa yang termasuk getaran alami atau getaran paksaan.

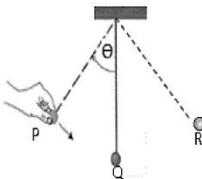
Berilah tanda \surd pada pilihan berikut yang benar!

Peristiwa	Getaran Alami	Getaran Paksaan
Kepakan sayap kupu-kupu		
Mistar yang ditarik ke samping		
Gerakan <i>shockbreaker</i> di kendaraan		
Getaran gedung saat gempa bumi		
Getaran pada <i>loudspeaker</i>		
Getaran pita suara manusia		

B.

Gerak Harmonik Sederhana

Sebuah benda dikatakan bergerak harmonik jika benda tersebut bergetar atau melakukan gerak secara bolak-balik disekitar titik kesetimbangan, misalnya ayunan terus menerus berayun apabila diberi gaya dorong secara berkelanjutan untuk melawan gaya gesek. Ayunan nantinya akan berhenti di titik kesetimbangan.



Gambar 1.2 Arah Pergerakan Bandul Menuju Titik Kesetimbangan di Titik Q.

Gambar 1.2 menunjukkan sebuah ayunan bandul matematis yang diberi simpangan ke titik P kemudian bandul tersebut dilepaskan. bandul akan bergerak bolak-balik melewati titik P-Q-R-Q-P dan berhenti di titik Q karena gaya pemulih. Gerak bolak-balik tersebut berlangsung dalam selang waktu sama dinamakan gerak periodik. Dalam bab ini, akan dibahas Gerak Harmonik Sederhana dengan mengabaikan gaya dari luar.

Adakah Gerak Harmonik Sederhana yang dilakukan makhluk hidup ?

Untuk menjawab rasa *ingin tahu* tentang Gerak Harmonik Sederhana yang ada disekitarmu, bacalah Info Fisika!

Gerak Harmonik Sederhana pada Kepakan Sayap

Info
Fisika

Pernahkah melihat nyamuk terbang? Nyamuk dapat terbang dengan kecepatan 2,5 km/jam dan bisa terbang dengan frekuensi getaran sayap 300 kali/detik. Hal itulah yang menyebabkan saat nyamuk terbang terdengar bunyi seperti mendengung.



Gambar 1.3 Getaran pada Sayap Nyamuk. Abduldaem Al-Kaheel, di akses 3 Februari 2017.

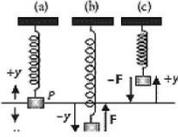


Gambar 1.4 Getaran pada Sayap Burung Hummighbird. Abduldaem Al-Kaheel, di akses 3 Februari 2017.

Perhatikan kembali getaran sayap saat terbang! Termasuk gerak apakah getaran tersebut? Gerakan sayap saat terbang tersebut merupakan gerak harmonik. Gambar 1.3 menunjukkan ketika nyamuk mengepakkan sayap ke bawah, sayap nyamuk menekan udara ke bawah sehingga nyamuk akan terdorong ke atas (hukum aksi reaksi). Kemampuan terbang tidak hanya dimiliki oleh nyamuk tetapi juga burung.

Gambar 1.4 menunjukkan Burung Hummighbirds yang merupakan burung dengan kepankan sayap tercepat. Kepakan sayap Hummighbirds dapat mencapai 200 getaran/detik dan dapat mencapai 50 mil/jam. Otot sayap yang diperlukan untuk sistem penerbangan ini mencapai 40% berat total burung ini. Paruhnya yang panjang dan ramping didesain untuk makan sari bunga, lidahnya memiliki dua lengkungan yang di pakai untuk menyimpan sari tersebut. Lidah Hummighbirds dapat dikeluarkan-masukkan dengan kecepatan 13 kali/detik dan bergerigi sehingga dapat memakan serangga yang berada di dalam bunga.

1. Gaya Pemulih



Gambar 1.5 Arah Gaya Pemulih pada Pegas Selalu Berlawanan Tanda dengan Simpangan.

Gaya pemulih menyebabkan ayunan/pegas berhenti. Dari penjelasan dengan bantuan Gambar 1.5 diketahui gerak bolak-balik pegas dengan benda m dikarenakan pada benda m bekerja gaya pegas $F = -kx$. Gaya pegas sebanding dengan arah simpangan x . Ketika simpangan x ke arah bawah dari titik kesetimbangan maka gaya pegas $F = -kx$ berarah ke atas. Gaya ini arahnya berlawanan dengan gaya pegas, sehingga pegas yang bergetar akan berhenti bergetar.

Gaya yang besarnya sebanding dengan simpangan dan selalu berlawanan arah dengan simpangan posisi disebut gaya pemulih. Gaya pemulih selalu menyebabkan benda bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Tanda negatif menunjukkan gaya pemulih selalu pada arah yang berlawanan dengan arah simpangannya.



Gaya pemulih menyebabkan benda yang bergerak bolak-balik kembali ke posisi awal. Seorang praktikan haruslah mempunyai sikap *disiplin* dan *bertanggung jawab* terhadap alat yang digunakan. Alat yang sudah selesai kamu gunakan dalam praktikum harus dikembalikan ke

Aktivitas 2

Kolom Diskusi



Gaya Pemulih pada Beberapa Masalah Gerak Harmonik Sederhana

Tujuan Umum: Menemukan persamaan gaya pemulih pada beberapa masalah Gerak Harmonik Sederhana !

Setelah melakukan diskusi, hasil diskusimu harus disampaikan ke kelompok lain. Karakter yang diharapkan *komunikatif*.

Buatlah kelompok diskusi yang terdiri atas 4-6 orang! Diskusikan bersama anggota kelompok tentang gaya pemulih pada Gerak Harmonik Sederhana.

Sebuah bandul sederhana berupa benda bermassa m dan tali sepanjang L . Bila diberi simpangan kecil ($\theta < 10^\circ$) kemudian dilepaskan, akan bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan O seperti Gambar 1.6.



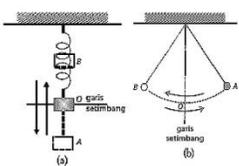
Gambar 1.6 Bandul dengan Sudut Simpangan θ .

Langkah Kerja:

1. Gambarlah gaya-gaya yang bekerja pada benda m di titik P!
2. Perhatikan ketika benda m dilepaskan dari titik P, benda tersebut akan bergerak menempuh lintasan PO.
3. Temukanlah komponen gaya apa saja yang sebagai gaya pemulih pada benda m sehingga benda m menempuh Gerak Harmonik Sederhana!

Jadi, gaya pemulih $F = \dots$

1. Periode, Frekuensi dan Frekuensi Sudut



Gambar 1.7 Periode dan Frekuensi pada (a) Pegas, (b) Bandul dapat ditentukan dari Besar Simpangannya. Sumber BSE

Gambar 1.7 menjelaskan Gerak Harmonik Sederhana pada pegas dan bandul yang diberi simpangan sejauh θ sehingga terjadi gerak bolak-balik pada pegas dan bandul. Anda akan memperoleh periode getaran (T) dan frekuensi (f). Periode getaran adalah waktu yang diperlukan beban untuk melakukan satu kali gerak bolak-balik (getaran). Frekuensi adalah banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon. Apabila beban ditarik ke satu sisi dan

dilepaskan, maka beban berayun melalui titik kesetimbangan menuju sisi yang lain. Apabila sudut ayunan kecil dan saat berayun panjang tali tidak berubah, maka bandul melakukan Gerak Harmonik Sederhana. Jadi, periode (T) dan frekuensi Gerak Harmonik Sederhana dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(1.1)$$

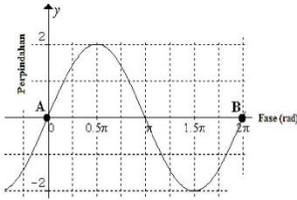
Keterangan:

T = periode (sekon)

f = frekuensi (Hz)



Dari Persamaan 1.1 dapat diperumpamakan besarnya frekuensi (disiplin) berbanding lurus dengan periode (tanggung jawab). Disiplin adalah tindakan yang menuntut pemenuhan kebutuhan akan standar yang ditetapkan. Disiplin yang baik menunjukkan rasa tanggung jawab yang harus dimiliki setiap orang dalam mengerjakan tugasnya. Hal ini dapat mendorong kamu untuk lebih bergairah dan bersemangat dalam kerja yang akhirnya mendukung tercapainya tujuan.



Gambar 1.8 Fase Getaran dari $0 - 2\pi$ rad Tiap Satu Getaran.

Satu getaran penuh penuh sama dengan benda bergerak melingkar sebanyak 2π radian. Fase getaran berubah 2π setiap satu getaran. Dengan demikian, jika ada getaran sebanyak f per satuan waktu, maka harus ada $2\pi f$ radian per satuan waktu. Besaran itu dinamakan frekuensi sudut dilambangkan dengan omega (ω).

Karena $f = \frac{1}{T}$, maka hubungan frekuensi sudut ω dan T didefinisikan sebagai berikut:

$$\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ atau } T = \frac{2\pi}{\omega} \dots\dots\dots(1.2)$$

Contoh 1

Sebuah mesin bergetar sebanyak 15 kali dalam 3 s. Tentukan (a) periode dan (b) frekuensi getaran tersebut!

Penyelesaian:

a. Periode adalah waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu getaran utuh.

Jika ada 15 kali getaran dalam 3 s, maka periode getaran mesin tersebut adalah:

$$T = \frac{3 \text{ s} \times 1 \text{ getaran}}{15 \text{ getaran}} = \frac{1}{5} \text{ s atau } T = 0,2 \text{ s}$$

b. Ketika satu getaran membutuhkan waktu 0,2 s maka frekuensi dalam 1 s adalah:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ Hz}$$

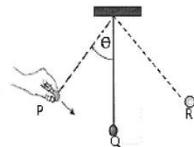
Latihan!

c. Setelah didapatkan nilai periode dan frekuensi mesin, hitunglah frekuensi sudutnya!

2. Simpangan Gerak Harmonik Sederhana

Gambar 1.9 memperlihatkan bandul ditarik ke titik P dengan besar sudut θ . Jika waktu yang dibutuhkan beban untuk berpindah dari posisi P ke Q adalah t , besar sudut yang ditempuh beban itu adalah:

$$\theta = \omega t = (2\pi f)t = \left(\frac{2\pi}{T}\right)t \dots\dots\dots(1.3)$$



Gambar 1.9 Simpangan Bandul.

Proyeksi titik P terhadap Y adalah P_y dan Proyeksi titik P terhadap X adalah P_x dengan jari-jari r . Besar proyeksi di titik P pada sumbu y dapat ditulis

$$Y = A \sin \omega t = A \sin 2\pi ft \dots\dots\dots (1.4)$$

Jika titik awal bergerak mulai dari θ_0 , persamaan di atas menjadi:

$$Y = A \sin(\omega t + \theta_0) = A \sin(2\pi ft + \theta_0) \dots\dots\dots (1.5)$$

Keterangan :

Y = simpangan (m) ω = frekuensi sudut (rad/s)

f = frekuensi (Hz) θ_0 = sudut awal (rad)

t = waktu (s) A = Amplitudo (m)



Usaha diperlukan untuk menyimpangkan bandul. Usaha juga diperlukan untuk menjawab permasalahan dalam praktikum dengan mencari informasi terkait. Informasi akan didapatkan dari rasa *ingin tahu* terhadap isi yang terkandung dari berbagai sumber seperti buku. Bacalah sebanyak-banyaknya buku untuk menambah pengetahuanmu!

Sudut Fase, Fase, dan Beda Fase GHS

Pada persamaan $Y = A \sin(\omega t + \theta_0)$, suku $\theta = (\omega t + \theta_0) = \frac{2\pi t}{T} + \theta_0$ disebut sudut fase.

Dengan mengingat hubungan periode dan frekuensi, diperoleh:

$$\theta = (\omega t + \theta_0) = 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi} \right) = 2\pi\varphi$$

Atau

$$\varphi = \left(\frac{t}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi} \right) \dots\dots\dots (1.6)$$

Besaran φ disebut fase getaran. Fase getaran selalu berubah. Jika suatu getaran pada saat t_1 memiliki fase $\varphi_1 = \frac{t_1}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi}$ dan pada saat t_2 memiliki fase $\varphi_2 = \frac{t_2}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi}$ dengan $t_2 > t_1$ maka beda fasenya adalah:

$$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{t_2 - t_1}{T} \dots\dots\dots (1.7)$$

Dua getaran dikatakan sefase apabila beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai bilangan cacah,

$$\Delta \varphi = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\Delta \varphi = n$$

Dua getaran dikatakan berlawanan fase apabila beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai kelipatan setengah dari bilangan ganjil,

$$\Delta \varphi = \frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}, 2\frac{1}{2}, \dots$$

$$\Delta \varphi = n + \frac{1}{2}$$



Aktivitas 3

1. Apa yang kalian ketahui tentang periode dan frekuensi Gerak Harmonik Sederhana?
2. Jelaskan perbedaan periode dan frekuensi Gerak Harmonik Sederhana!
3. Pegas sebuah mobil bergetar ke atas dan ke bawah dengan periode 2 detik ketika ban mobil melewati suatu halangan. Massa mobil dan pengemudi adalah 300 kg. Jika pengemudi mobil menaikkan beberapa temannya, massa mobil menjadi 450 kg. Tentukan periode getaran pegas ketika melewati halangan tersebut!
4. Sebuah pegas bertambah panjang 0,15 m saat ditarik massa 0,3 kg yang tergantung di ujung pegas. Pegas kemudian ditarik lagi sejauh 0,1 m dari titik kesetimbangan. Tentukan persamaan simpangan Y terhadap t !

Aktivitas 4

Kolom Praktikum



Hubungan Simpangan Sudut (θ) dan Periode (T)

Tujuan Umum : Mengetahui hubungan besar simpangan sudut (θ) dan periode getaran (T).

Karakter yang Diharapkan :



Ingin Tahu

Ingin tahu adalah suatu emosi yang berkaitan dengan perilaku ingin tahu seperti eksplorasi, investigasi, dan belajar, terbukti dengan pengamatan. Tujuan praktikum menumbuhkan rasa *ingin tahu*.

Disiplin

Bandul pada praktikum ini akan diberikan simpangan dengan sudut berbeda dan berayun secara bolak-balik (disiplin) terhadap waktu. Peristiwa tersebut memberi pelajaran sikap *disiplin* dalam melakukan suatu pekerjaan.

Tanggung Jawab

Kamu harus mengembalikan alat praktikum yang telah selesai digunakan dengan

sikap *tanggung jawab*.

Komunikatif

Praktikum hubungan simpangan sudut (θ) dengan periode melatih sikap *komunikatif* dengan mempresentasikan hasil praktikum ke kelompok lain.

Buatlah kelompok diskusi yang terdiri atas 6-8 orang! Cari tahu bersama anggota kelompok tentang hubungan sudut (θ) dan amplitudo.

Alat dan Bahan:

1. Tali
2. Statif
3. Baban 100 g
4. *Stopwatch*
5. Pita meteran
6. Busur derajat

Cara Kerja:

1. Susun peralatan seperti pada Gambar 1.10.
2. Gunakan beban 100 g dan panjang tali bandul Bandul GHS.
3. Simpangkan bandul hingga sudutnya 10^0 menggunakan busur derajat.
4. Ukur waktu untuk bandul melakukan 10 kali ayunan penuh menggunakan *stopwatch* untuk tiga kali pengukuran.
5. Catatlah hasilnya pada hasil praktikum!
6. Ulangi cara kerja 3-5 untuk besar sudut 20^0 dan 30^0 .
7. Buatlah grafik hubungan simpangan sudut dengan periode getaran!
8. Buatlah kesimpulan dan analisis hubungan besar simpangan sudut (θ) dan periode getaran (T).



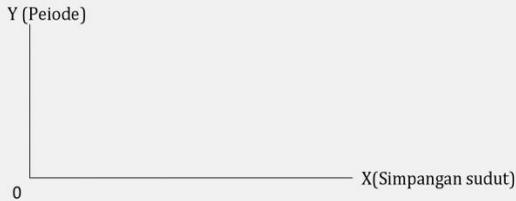
Gambar 1.10 Rangkaian Bandul GHS.

Hasil Praktikum

n=10

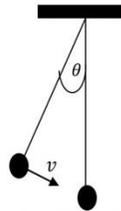
Sudut (θ)	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata
10^0				
20^0				
30^0				

Grafik Hubungan Simpangan Sudut (θ) dan Periode (T)



2. Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana

Gambar 1.11 menunjukkan bandul sederhana yang bergetar dengan sudut θ memiliki kecepatan v yang arahnya menuju titik kesetimbangan. Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana bandul tersebut merupakan turunan pertama dari persamaan posisi terhadap waktu. Benda awalnya bergerak $\theta_0 = 0$ yang menunjukkan sudut fase awal. Jadi, persamaan $x = A \sin(\omega t + \theta_0)$ berlaku untuk $\theta_0 = 0$ maka nilai kecepatannya adalah:



Gambar 1.11 Arah Kecepatan Bandul Menuju Titik Kesetimbangan.

$$v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt} (A \sin(\omega t + \theta_0)).$$

$$v_y = \omega A \cos \omega t \dots\dots\dots (1.6)$$

Nilai v_y akan mencapai maksimum jika nilai $\cos \omega t = 1$ sehingga nilai maksimum dari $v_y = \omega A$. Jadi, kecepatan maksimum Gerak Harmonik Sederhana memenuhi persamaan berikut:

$$v_m = \omega A \dots\dots\dots (1.7)$$

Dari persamaan (1.6) dan persamaan (1.7) akan diperoleh:

$$v_y = v_m \cos \omega t \dots\dots\dots (1.8)$$

Kecepatan di sembarang posisi sebuah titik yang bergerak harmonik adalah:

$$Y = A \sin \omega t;$$

$$Y^2 = A^2 \sin^2 \omega t;$$

$$Y^2 = A^2 (1 - \cos^2 \omega t) \dots\dots\dots (1.9)$$

Dengan melakukan substitusi dari persamaan 1.7 dan persamaan 1.8 ke persamaan 1.9 diperoleh:

$$v_y = \omega \sqrt{A^2 - Y^2} \dots\dots\dots (1.10)$$

Keterangan:

v_y = kecepatan terhadap sumbu-y (m/s)

A = amplitudo (m)

ω = frekuensi sudut (rad/s)

Y = simpangan (m)

3. Percepatan Gerak Harmonik Sederhana

Percepatan pada gerak lurus menjelaskan percepatan sesaat gerak harmonik sederhana suatu getaran dan merupakan turunan pertama dari persamaan kecepatan getaran $a_y = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} (\omega A \cos \omega t)$

$$a_y = -\omega^2 A \sin \omega t = -\omega^2 Y \dots\dots\dots (1.11)$$

Dari persamaan 1.10, simpangan Y bertanda negatif, berarti arah kecepatan a_y , menuju sumbu Y positif begitupun sebaliknya. Lebih jelasnya lihat Gambar 1.12. Menurut Hukum II Newton, arah a_y sama dengan arah gaya pemulih (gaya yang selalu menuju titik kesetimbangan). Nilai a_y akan maksimum jika $\sin \omega t = 1$ atau $\omega t = \frac{\pi}{2}$ rad/s

Jadi, persamaan percepatan maksimum gerak harmonik adalah:

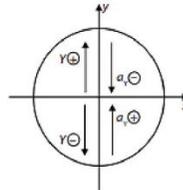
$$a_m = \omega^2 A \dots\dots\dots (1.12)$$

Keterangan:

a_y = percepatan maksimum (m/s²)

ω = frekuensi sudut (rad/s²)

A = amplitudo (m)



Gambar 1.12 Arah Simpangan Y dan Percepatan a_y pada Gerak Harmonik selalu berlawanan. sumber BSE



Tahukah kamu cara menghitung kecepatan dan percepatan dari persamaan simpangan GHS ??? untuk menjawab rasa *ingin tahu* mari berlatih dengan Contoh 2.

Contoh 2

Sebuah benda bergetar hingga membentuk suatu gerak harmonis dengan persamaan $y = 4 \sin 0,1 t$ dengan y adalah simpangan dalam satuan meter, t adalah waktu dalam satuan sekon. Tentukan:

- Amplitudo
- Frekuensi
- Periode
- Persamaan kecepatan
- Persamaan percepatan

Jawab:

Diketahui persamaan benda yang bergetar $y = 4 \sin 0,1 t$

(a) Jadi, amplitudo $A = 4$ m.

(b) $\omega = 0,1$

$$\text{Frekuensi } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{0,1}{2\pi} = \frac{1}{20\pi} \text{ Hz.}$$

(c) Periode $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1/20\pi} = 20\pi$ sekon.

(d) Simpangan $y = 4 \sin 0,1 t$

$$\text{Kecepatan} = \frac{dy}{dt} = 4[0,1 \cos 0,1t] \text{ cm/s.}$$

$$v = 0,4 \cos 0,1t \text{ cm/s.}$$

(e) Percepatan = $\frac{dv}{dt} = 0,4[-0,1 \sin 0,1t] \text{ cm/s}^2$.

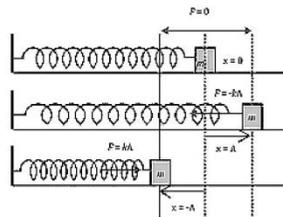
$$a = -0,04 \sin 0,1t \text{ cm/s}^2.$$

C.

Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas

Sistem pegas yang paling sederhana untuk GHS adalah pegas yang digantung beban dengan massa m . Gambar 1.13 memperlihatkan sistem pegas yang ditarik sejauh $x = A$ ke kanan. Pegas kemudian dilepaskan akan bergerak ke kiri sejauh $x = -A$. Pegas tersebut akan bergetar melewati titik kesetimbangannya. Gerak bolak-balik pegas melewati titik kesetimbangannya dinamakan Gerak Harmonik Sederhana.

Hukum II Newton diterapkan dalam pembahasan gerak getaran $F = ma_y$, dengan nilai percepatan gerak $a_y = -\omega^2 y$. Gaya pemulih pada pegas adalah $F_p = -ky$, maka diperoleh:



Gambar 1.13 Pegas dengan Massa m Ketika Melakukan GHS Melalui Titik Kesetimbangan dan Beramplitudo A .

$$F = F_p$$

$$ma_y = -ky$$

$$m(-\omega^2 y) = -ky$$

$$m\omega^2 = k \dots\dots\dots(1.13)$$

Berdasarkan hubungan frekuensi $f = \frac{\omega}{2\pi}$ diperoleh periode getaran pegas:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots\dots\dots(1.14)$$

Contoh 3

Ketika sebuah balok digantung pada ujung pegas, pegas bertambah panjang sejauh 80 mm. Berapakah periode dan frekuensi pegas jika bola bergetar ke atas dan ke bawah? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

Jawab:

Perpanjangan pegas dari ujung pegas bebas ketika diberi beban, $x = 80 \text{ mm}$

Percepatan gravitasi $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Di titik kesetimbangan bekerja dua gaya seimbang yaitu F dan mg

$$F = mg$$

$$kx = mg$$

$\frac{m}{k} = \frac{x}{g}$, periode getaran T dapat dihitung dengan Persamaan 1.14

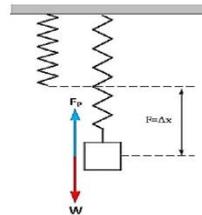
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{x}{g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{80 \times 10^{-3} \text{ m}}{9,8 \text{ m/s}^2}} = \frac{4\pi}{7} \times 10^{-2} \text{ s}$$

Frekuensi adalah kebalikan dari periode :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{7}{4\pi \times 10^{-2}} = \frac{700}{4\pi} = \frac{175}{\pi} \text{ Hz}$$



Gambar 1.14 GHS Pegas

Aktivitas 5
Kolom praktikum

Hubungan Massa dan Konstanta Pegas

Tujuan Umum : Menentukan hubungan massa dan konstanta pegas.

Karakter yang Diharapkan :



Ingin Tahu

Ingin tahu adalah suatu emosi yang berkaitan dengan perilaku ingin tahu seperti eksplorasi, investigasi, dan belajar, terbukti dengan pengamatan. Tujuan praktikum menumbuhkan rasa *ingin tahu*.

Disiplin

Disiplin merupakan perasaan taat dan patuh terhadap nilai-nilai yang dipercaya merupakan tanggung jawabnya. Sikap *disiplin* terlihat saat kamu melakukan percobaan dengan urut sesuai langkah percobaan.

Tanggung Jawab

Tanggung jawab adalah keadaan wajib menanggung segala sesuatunya. *Tanggung jawab* terlihat saat kamu mengembalikan alat praktikum yang telah selesai digunakan.

Komunikatif

Komunikatif adalah kemampuan seseorang mengutarakan pendaatnya dengan jelas dan tepat. *Komunikatif* terlihat saat kamu berani mempresentasikan hasil pekerjaan kelompokmu ke kelompok lain.

Buatlah kelompok diskusi yang terdiri atas 6-8 orang! ! Cari tahu bersama anggota kelompok tentang hubungan massa dan konstanta pegas.

Alat dan Bahan:

1. Pegas
2. Statif
3. Baban 400 g
4. *Stopwatch*



Gambar 1.15 Rangkaian pegas GHS

Hubungan Massa dengan Konstanta Pegas

Cara Kerja:

1. Susun peralatan seperti pada Gambar 1.15.
2. Gunakan beban 400 g.
3. Tarik beban ke bawah sejauh 4 cm dan ukur waktu untuk 10 kali getaran. Catat hasilnya pada tabel data. Ulangi percobaan sebanyak 3 kali!
4. Ulangi cara kerja no 4 dengan simpangan sejauh 6 cm dan 8 cm.
5. Buatlah grafik hubungan massa dengan konstanta pegas.
6. Buatlah kesimpulan dan analisis hubungan massa dengan konstanta pegas.

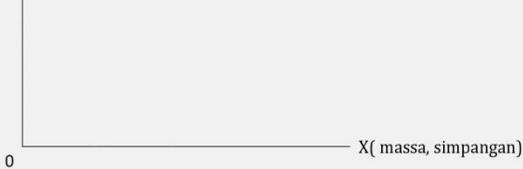
Tabel Data

massa (m) = 400 g

Simpangan	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata	Periode
4 cm					
6 cm					
8 cm					

Grafik Hubungan Massa dan Konstanta Pegas

Y (Konstanta Pegas)



D.

Gerak Harmonik Sederhana pada Bandul Sederhana

Sebuah bandul mengayun pada sebuah jam antik seperti gambar 1.16. Bandul jam tersebut bergerak bolak-balik melewati posisi setimbang. Pada umumnya, jam yang menggunakan bandul adalah jam mekanik. Jam tersebut digerakkan oleh roda-roda yang diputar oleh mekanisme ayunan bandul. Gaya pemulih F_p yang mengembalikan bandul ke posisi semula adalah $F_p = mg \sin\theta$. Anggap panjang L



Gambar 1.16
Gerak Harmonik pada Jam Kuno

membentuk sudut θ secara vertikal. Sudut simpangan sangat kecil sehingga $\sin \theta \approx 0$ simpangan beban adalah:

$$x = L \sin \theta \dots\dots\dots (1.15)$$

Ketika persamaan tersebut dimasukkan dalam persamaan gaya pemulih akan diperoleh:

$$\begin{aligned} F_p &= mg \sin \theta \\ &= mg \frac{x}{L} \dots\dots\dots (1.16) \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada benda yang bergerak harmonik sederhana dirumuskan sebagai

$$F_{GHS} = -m\omega^2 x \dots\dots\dots (1.17)$$

Tanda negatif menunjukkan gaya F_{GHS} berlawanan arah dengan simpangan x . Gaya pemulih beban bandul harus sama dengan gaya F_{GHS} .

$$\begin{aligned} F_p &= F_{GHS} \\ mg \frac{x}{L} &= m\omega^2 x \text{ atau } \omega^2 = \frac{g}{L} \dots\dots\dots (1.18) \end{aligned}$$

Dengan $\omega = \frac{2\pi}{T}$ maka diperoleh periode bandul sederhana yaitu:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \dots\dots\dots (1.19)$$

Contoh 4

Periode ayunan bandul sederhana yang panjangnya 160 cm adalah 2,55 sekon. Tentukan besar percepatan gravitasi di lokasi ayunan tersebut!

Diketahui : $L = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}$

Periode $T = 2,55 \text{ s}$

Ditanya : percepatan gravitasi (g) ?

Jawab : $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = \frac{4\pi^2 (1,6\text{m})}{(2,55 \text{ s})^2} = 9,7 \text{ m/s}$$

Aktivitas 6
Kolom praktikum

Hubungan Periode dengan Panjang dan Massa Bandul

- Tujuan umum :**
1. Menentukan hubungan periode dan panjang tali bandul.
 2. Menentukan hubungan periode dan massa bandul.

Karakter yang Diharapkan:

Ingin Tahu

Rasa ingin tahu adalah suatu emosi yang berkaitan dengan perilaku seperti eksplorasi, investigasi, dan belajar, terbukti dengan pengamatan. Tujuan praktikum menumbuhkan rasa *ingin tahu*.

Disiplin

Disiplin merupakan perasaan taat dan patuh terhadap nilai-nilai yang di percaya merupakan tanggung jawabnya. Sikap *disiplin* terlihat saat kamu melakukan percobaan dengan urut sesuai langkah percobaan.

Tanggung Jawab

Tanggung jawab adalah keadaan wajib menanggung segala sesuatunya. *Tanggung jawab* terlihat saat kamu mengembalikan alat praktikum yang telah selesai digunakan.

Komunikatif

Komunikatif adalah kemampuan seseorang mengutarakan pendapatnya dengan jelas dan tepat. *Komunikatif* terlihat saat kamu berani mempresentasikan hasil pekerjaan kelompokmu ke kelompok lain.

Buatlah kelompok diskusi yang terdiri atas 6-8 orang! Cari tahu bersama anggota kelompok tentang hubungan periode dengan panjang dan massa bandul.

Alat dan Bahan:

1. Tali
2. Statif
3. Baban 100 g, 200 g, dan 300 g.
4. *Stopwatch*



Gambar 1.17 Rangkaian Ayunan GHS

5. Pita meteran
6. Busur derajat

I. Menentukan Hubungan Panjang Bandul dan Periode Bandul

Cara Kerja:

1. Susun peralatan seperti pada gambar 1.17.
2. Gunakan panjang tali bandul 10 cm beban 20 g dan simpangan sudut $\theta = 20^\circ$.
3. Ukur waktu yang diperlukan bandul untuk 10 kali ayunan penuh menggunakan *stopwatch* dan catat hasilnya pada tabel data.
4. Ulangi cara kerja 1-3 dengan mengvariasikan panjang tali bandul (di ukur dari ujung tali di statif sampai tengah-tengah beban) 20 cm dan 30 cm.
5. Buatlah grafik hubungan panjang bandul dan periode.
6. Buatlah kesimpulan dan analisis hubungan panjang bandul dan periode.

II. Menentukan Hubungan Periode Bandul dan Massa Bandul

Cara Kerja:

1. Susun peralatan seperti pada Gambar 1.17.
2. Gunakan panjang tali bandul 30 cm beban 100 g dan simpangan sudut $\theta = 20^\circ$.
3. Ukur waktu yang diperlukan bandul untuk 10 kali ayunan penuh menggunakan *stopwatch* dan catat hasilnya pada tabel data.
4. Ulangi cara kerja 1-3 dengan mengvariasikan massa bandul (200 g dan 300 g).
5. Buatlah grafik hubungan periode bandul dan massa bandul.
6. Buatlah kesimpulan dan analisis hubungan periode bandul dan massa bandul.

Tugas

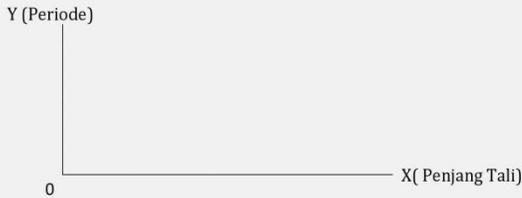
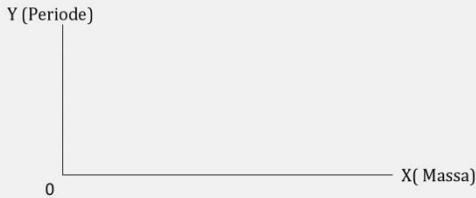
1. Dari percobaan yang telah dilakukan, buatlah grafik hubungan:
 - 1). Periode dengan panjang tali
 - 2). Periode dengan massa beban
2. Hitunglah percepatan gravitasi menggunakan persamaan $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ dari data yang telah diperoleh!

Tabel Hubungan Panjang Bandul dan Periode BandulMassa (m) = 200 gSimpangan (θ) = 20°

Panjang tali	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata	Periode
30 cm					
40 cm					
50 cm					

Tabel Hubungan Periode Bandul dan Massa BandulPanjang tali (L) = 30 cmSimpangan (θ) = 20°

Massa	Waktu (t_1)	Waktu (t_2)	Waktu (t_3)	Waktu rata-rata	Periode
100 g					
200 g					
300 g					

Grafik Hubungan Panjang Bandul dan Periode Bandul**Grafik Hubungan Periode Bandul dan Massa Bandul**

E.

Energi pada Gerak Harmonik Sederhana

Energi pada GHS terdiri atas energi kinetik dan energi potensial. Kita dapat melihat energi tersebut pada sebuah sistem pegas seperti Gambar 1.18. Pegas tidak memiliki energi eksternal, maka energi mekanik total pada sistem pegas tersebut tertutup.

Energi kinetik sistem pegas didefinisikan sebagai:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots (1.20)$$

Dengan substitusi $v = A \cos \omega t$, diperoleh:

$$E_k = \frac{1}{2}m(A \omega \cos \omega t)^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \cos^2 \omega t \dots\dots\dots (1.21)$$

Substitusi konstanta pegas k pada $k = m \omega^2$ maka diperoleh:

$$E_k = \frac{1}{2}kA^2 \cos^2 \omega t \dots\dots\dots (1.22)$$

Energi potensial GHS sistem pegas dirumuskan dengan:

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \sin^2 \omega t \dots\dots\dots (1.23)$$

Energi mekanik E_m merupakan penjumlahan energi kinetik dan energi potensial,

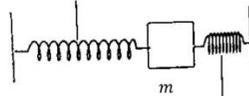
$E_m = E_k + E_p$ yang dalam hal ini bernilai:

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2 \cos^2 \omega t + \frac{1}{2}kA^2 \sin^2 \omega t \dots\dots\dots (1.24)$$

Dimana letak energi ketika bandul bergerak harmonik?

Untuk menjawab rasa *ingin tahumu* tentang energi Gerak Harmonik Sederhana pada bandul, bacalah Info Fisika!

Pegas terentang menyimpan energi



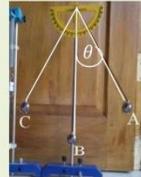
Pegas termampat menyimpan energi

Gambar 1.18 Ep Diubah Menjadi Ek Ketika Dilepaskan

Energi Pada Ayunan Bandul

Info Fisika

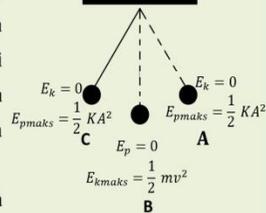
Gerak Harmonik Sederhana dari sebuah ayunan bandul diperlihatkan pada Gambar 1.19. Bandul disimpangkan dengan sudut θ di titik A. Pada posisi tersebut, energi potensial bandul maksimum, sebaliknya besar energi kinetik bandul minimum. Bandul dilepas menuju titik kesetimbangan B, besar energi potensial bandul berangsur menurun dan energi kinetik bandul berangsur naik hingga maksimum di titik B.



Gambar 1.19
GHS pada Ayunan Sederhana

Pada gerakan bandul dari titik B ke C, terjadi penurunan energi kinetik dan penambahan besar energi potensial. Di titik C, besar energi potensial bandul kembali maksimum sedangkan energi kinetiknya menjadi 0. Penjelasan secara matematis di perlihatkan pada Gambar 1.20.

Bandul dapat berayun karena terdapat gaya pemulih setelah diberi simpangan dengan sudut θ yang arahnya menuju titik kesetimbangan (titik B). Besar gaya yang menarik bandul dari titik A ke titik B, atau dari titik C ke titik B disebut gaya pemulih, yang besarnya $F = -mg\sin\theta$.



Gambar 1.20. Perubahan Energi Terjadi Saat Bandul Bergerak dari Titik A Menuju Titik B, yaitu Energi Potensial ke Energi Kinetik dan Sebaliknya dari Titik B ke Titik C.

Contoh 5

Sebuah pegas bertambah panjang 0,15 m saat ditarik dengan benda bermassa 0,3 kg yang digantung pada pegas tersebut. Pegas kemudian ditarik lagi sejauh 0,1 m dari titik kesetimbangan dan dilepaskan.

Tentukan:

- Nilai konstanta k pegas dan frekuensi sudut ω ;
- Simpangan Y sebagai fungsi dari waktu t ;
- Kecepatan setiap saat t ;

- d. Energi total;
 e. Energi potensial fungsi dari waktu t ;
 f. Energi kinetik dan energi potensial saat $y = \frac{A}{2}$;

Jawab;

- a. Nilai konstanta pegas k dan frekuensi sudut ω adalah:

$$k = \frac{F}{y} = \frac{mg}{y}$$

$$k = \frac{0,3(\text{kg})(9,8 \text{ m/s}^2)}{0,150 \text{ (m)}} = 19,6 \text{ N/m}$$

dan

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{19,6 \text{ N/m}}{0,3 \text{ kg}}} = 8,08 \text{ Hz}$$

- b. Dengan menggunakan persamaan $Y = -A \cos \omega t$ atau $Y = -A \sin \omega t$

Pemilihan persamaan tergantung pada posisi awal pegas untuk melakukan GHS.

Pada kasus ini diketahui kedudukan awal pegas saat $t = 0$ adalah $y = 0,1 \text{ m}$ sehingga persamaannya $y = -(0,1) \cos(8,08)t$. Karena fungsi kosinus berharga 1 saat $t = 0$ maka $Y = A = 0,1 \text{ m}$

- c. Kecepatan setiap saat $v = \frac{dy}{dt} = A\omega \sin \omega t$

$$A\omega = v_{\text{maks}} = (8,08 \text{ s}^{-1})(0,1 \text{ m}) = 0,808 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan setiap saat t adalah $v = (0,808 \text{ m/s}) \sin 8,08 t$

- d. $E_{\text{tot}} = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} (19,6 \text{ N/m})(0,1 \text{ m})^2 = 9,8 \times 10^{-2} \text{ J}$

- e. $y = -(0,1) \cos(8,08)t$

$$v = (0,808 \text{ m/s}) \sin 8,08 t$$

Jadi energi potensial dan energi kinetik sebagai fungsi dari waktu adalah:

$$E_p = \frac{1}{2} k y^2 = (9,8 \times 10^{-2} \text{ J}) \cos^2 8,08 t$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = (9,8 \times 10^{-2} \text{ J}) \sin^2 8,08 t$$

- f. Pada saat $y = \frac{A}{2} = 0,05 \text{ m}$, energi potensial dan kinetik total balok adalah:

$$E_p = \frac{1}{2} k y^2 = \frac{1}{2} (19,6 \text{ N/m}) (0,05)^2 = 2,45 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$E_k = E_m - E_p = (9,8 \times 10^{-2} \text{ J}) - (2,45 \times 10^{-2} \text{ J}) = 7,35 \times 10^{-2} \text{ J}$$

Aktivitas 7



Dengan kasus yang sama dengan contoh 5, hitunglah energi kinetik dan potensial pegas saat $y = \frac{\sqrt{A}}{3}$!

Rangkuman

1. Benda dikatakan bergetar jika benda bergerak bolak-balik. Getaran dibedakan menjadi getaran alami dan getaran paksaan.
2. Gerak Harmonik Sederhana adalah gerak bolak-balik benda karena gaya pemulih disekitar titik kesetimbangan.

Gaya pemulih pada pegas $F = -ky$

Gaya pemulih pada ayunan sederhana $F = -mg \sin\theta$

3. Periode getaran adalah waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik.

Frekuensi getaran adalah banyaknya gerak bolak-balik dalam selang waktu satu sekon.

$$f = \frac{1}{T}$$

Periode gerak harmonik pada pegas $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Periode gerak harmonik pada ayunan sederhana $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

4. Simpangan Gerak Harmonik Sederhana $Y = A \sin(\omega t + \omega_0) = A \sin(2\pi ft + \omega_0)$
5. Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana $v_y = \omega\sqrt{A^2 - Y^2}$
6. Percepatan Gerak Harmonik Sederhana $a_m = \omega^2 A$
7. Energi mekanik Gerak Harmonik Sederhana selalu tetap dan tidak bergantung pada simpangan gerak. $E_m = \frac{1}{2}m\omega^2 k^2 = \frac{1}{2}kA^2$

Refleksi

Apabila kamu sudah selesai membaca modul ini, kamu seharusnya sudah mengerti:

1. Karakteristik Gerak Harmonik Sederhana.
2. Memahami hubungan gaya dengan Gerak Harmonik Sederhana.
3. Menganalisis periode, frekuensi, dan simpangan Gerak Harmonik Sederhana.
4. Menentukan kecepatan dan percepatan Gerak Harmonik Sederhana.
5. Menentukan percepatan gravitasi dari praktikum Gerak Harmonik Sederhana.
6. Memahami persamaan energi total Gerak Harmonik Sederhana.

Jika kamu masih kurang memahaminya, kamu bisa mendiskusikan dengan teman atau guru fisikamu!

Glosarium

Getaran	: gerak bolak-balik melewati titik kesetimbangan.
Gaya pemulih	: gaya yang besarnya sebanding dengan simpangan dan arahnya selalu berlawanan dengan simpangan posisi.
Frekuensi	: banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam waktu satu sekon.
Periode	: waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran penuh penuh.
Kesetimbangan	: titik ketika bandul akan berhenti karena gaya pemulih = 0.

Uji Pemahaman

Berilah tanda silang (X) pada huruf A, B, C, atau D pada jawaban yang paling benar!

1. Gerak Harmonik Sederhana adalah...
 - A. gerak benda yang bergetar atau melakukan gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan.
 - B. gerak benda yang berotasi di titik kesetimbangan.
 - C. gerak benda yang bergetar atau melakukan gerak bolak-balik tanpa henti.
 - D. gerak benda berada di titik kesetimbangan
 - E. gerak benda menuju titik kesetimbangan.
2. Sebuah partikel bergetar memenuhi persamaan $y = 2 \sin 4\pi t$. Frekuensi getaran partikel tersebut adalah...
 - A. 0,5 Hz
 - B. 2 Hz.
 - C. 4 Hz.
 - D. 8 Hz.
 - E. 4π Hz.
3. Sebuah pegas dengan tetapan gaya 1500 N/m digantungkan di atas dan dibebani dengan benda bermassa 10 g. Dari titik keseimbangan pegas ditarik ke bawah sejauh 0,5 cm. Besar gaya pemulih dari pegas untuk mencapai titik keseimbangan adalah ...
 - A. 0,003 N
 - B. 7,5 N
 - C. 75 N
 - D. 750 N
 - E. 7500 N
4. Suatu ayunan sederhana memiliki periode 1 detik di suatu tempat yang gravitasinya $9,8 \text{ m/det}^2$. Panjang tali ayunan tersebut adalah
 - A. 0,125 m
 - B. 0,5 m
 - C. 0,25 m
 - D. 2 m
 - E. 4 m
5. Sebuah partikel bergerak harmonis sederhana. Persamaan simpangannya dinyatakan sebagai $y = 6 \sin 0,2 t$, dengan t dalam sekon dan y dalam m. Besar amplitudo partikel adalah...
 - A. 0,2 m
 - B. 0,03 m
 - C. 1,2 m
 - D. 6 m
 - E. 30 m

6. Sebuah partikel bergerak harmonis sederhana. Persamaan simpangannya dinyatakan sebagai $y = 3 \sin 2t$, dengan t dalam sekon dan y dalam m. Persamaan kecepatan partikel adalah....
- $v = 6 \cos 2t$
 - $v = 3 \cos 2t$
 - $v = 1,5 \cos 2t$
 - $v = 6 \cos \frac{2}{3}t$
 - $v = 3 \cos \frac{2}{3}t$
7. Sebuah partikel bergerak harmonis sederhana. Persamaan simpangannya dinyatakan sebagai $y = 6 \sin 2t$. Besar simpangan partikel pada saat $t = 45$ sekon adalah....
- 0 m
 - 0,2 m
 - 6 m
 - 1,2 m
 - 12 m
8. Benda yang bergetar dikatakan berlawanan fase ketika selisih kedua getaran tersebut bernilai....
- Bilangan cacah
 - Bilangan bulat
 - Kelipatan setengah bilangan cacah
 - Kelipatan setengah bilangan bulat
 - Kelipatan setengah bilangan ganjil
9. Getaran sebuah benda memenuhi persamaan $y = 2 \sin \frac{1}{4}\pi t$. Besar simpangan saat benda bergetar 1 sekon dan sudut fase getaran 45° adalah....
- 0 m
 - $\sqrt{2}$ m
 - 2 m
 - 4 m
 - $2\sqrt{2}$ m
10. Penyebab periode getaran bandul berbeda adalah....
- panjang tali bandul
 - gravitasi bumi
 - massa beban
 - simpangan sudut
 - kecepatan bandul
11. Energi kinetik benda yang bergerak harmonis sederhana adalah....
- terbesar pada simpangan terbesar
 - terkecil pada simpangan terkecil
 - terbesar pada simpangan terkecil
 - terbesar pada energi kinetik $\frac{1}{2}$ energi potensial
 - terbesar pada energi kinetik sama dengan energi potensial

12. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 2 Hz dan 8 Hz. Beda fase kedua getaran setelah $\frac{1}{2}$ sekon adalah....
- 2π
 - 3π
 - 4π
 - 6π
 - 8π
13. Pegas yang bergetar dengan massa 18 Kg dan konstanta pegas 2 N/m. Periode getaran pegas adalah
- 6π s
 - 9π s
 - 12π s
 - 18π s
 - 26π s
14. Getaran bandul sederhana yang bergerak harmonik dengan simpangan $\frac{1}{4}$ amplitudo. Perbandingan energi potensial dan energi kinetik bandul adalah....
- 5 : 1
 - 1 : 3
 - 3 : 1
 - 1 : 15
 - 15 : 1
15. Bandul sederhana berayun dengan amplitudo 2 cm. Simpangan getar saat energi kinetik $\frac{1}{2}$ energi potensial adalah....
- $\frac{4}{3}\sqrt{3}$ cm
 - $\sqrt{3}$ cm
 - $2\sqrt{2}$ cm
 - 8 cm
 - 0,2 cm

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan jawaban yang benar!

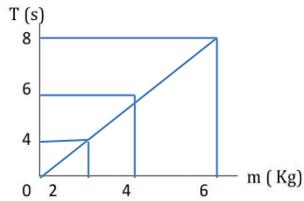
- Sebutkan macam-macam Gerak Harmonik Sederhana yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari!
- Tiga buah pegas tersusun secara seri yang tergantung beban 10 Kg memiliki konstanta pegas 50 N/m. Periode getaran pegas tersebut adalah....
- Percobaan menggunakan bandul dengan panjang tali 1,5 m yang digantung beban 1 Kg menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	l (m)	T (s)
1	1,5	5,8
2	1,5	5,5
3	1,5	6

l = panjang tali, T = periode getaran.

Berdasarkan data tersebut, besar gravitasi adalah....

4. Grafik berikut menunjukkan hubungan T (periode) terhadap m (massa) suatu pegas



Berdasarkan data tersebut, besar konstanta pegas adalah....

5. Sebuah benda bermassa 50 g bergerak harmonis sederhana dengan amplitudo 10 cm dan periode $0,2\text{ s}$. Besar gaya yang bekerja pada sistem saat simpangannya dua kali amplitudo adalah....

Keputusan

Giancoli, D. C. 2001. *Fisika*. Jakarta: Erlangga.

<https://arinipertiwi.wordpress.com/2013/06/23/artikel-ilmiah-tentang-bunyi/> diakses tanggal 3 Februari 2017 pukul 10.20 WIB

<http://specialpengetahuan.blogspot.co.id/2015/11/gerak-harmonik-sederhana-ghs.html> diakses tanggal 3 Februari 2017 pukul 10.30 WIB

Kanginan, M. 2006. *Fisika 2A Untuk SMA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.

Raharja, B. Sally, V.K. dan Gupta, R.N. 2014. *Panduan Belajar Fisika 2A SMA Kelas IX*. Jakarta: Yudhistira.

Reisnick, H. 1984. *Fisika*. Jakarta: Erlangga.

Tipler, P. *Fisika Untuk Sains dan Teknik jilid 2* (alih bahasa: Bambang Soegijo) jakarta: Erlangga.

Abduldaem Al-Kaheel n.d, diakses tanggal 3 Februari 2017 pukul 10.00 WIB
<https://kaheel7.com>

Lampiran 3

Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	Jumlah
Pembelajaran	• Kesesuaian materi dengan Kompetensi Dasar	1
	• Kesesuaian indikator dengan kompetensi dasar	1
	• Kesesuaian materi dengan indikator	1
	• Sistematika penyajian materi	1
	• Kejelasan petunjuk belajar	1
	• Ketepatan konsep	1
	Materi	• Kemudahan materi untuk dipahami
• Kejelasan informasi		1
• Kesesuaian materi dan lembar aktivitas siswa dalam modul dengan komponen experiential learning		1

(pembelajaran dari pengalaman)

- Kesesuaian dengan nilai karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif yang diintegrasikan sebagai pesan dalam modul 1
 - Kesesuaian contoh dan latihan dengan materi 1
 - Konsistensi penyajian 1
 - Ketepatan penggunaan kata 1
 - Variasi bentuk soal 1
-

Lampiran 4

Rubrik Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Penjabaran Nilai
1.	Komponen pembelajaran	1. Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar	1 Semua penjabaran pokok materi dalam modul tidak terkait dengan kompetensi dasar
			2 Penjabaran pokok materi dalam modul hanya sesuai dengan kompetensi dasar 3.11
			3 Penjabaran pokok materi dalam modul hanya sesuai dengan kompetensi dasar 4.11
			4 Penjabaran pokok materi dalam modul sesuai dengan kompetensi dasar 3.11 dan 4.11
		2. Kesesuaian indikator dengan kompetensi dasar	1 Indikator dalam modul tidak terkait dengan kurikulum berlaku
			2 Indikator dalam modul hanya

		sesuai dengan kompetensi dasar 3.11
	3	Indikator dalam modul hanya sesuai dengan kompetensi dasar 4.11
	4	Indikator dalam modul sesuai dengan kompetensi dasar 3.11 dan 4.11
3. Kesesuaian materi dengan indikator	`	Penjabaran
1) Menunjukkan karakteristik Gerak Harmonik Sederhana.	1	pokok materi dalam modul tidak terkait dengan indikator
2) Menunjukkan hubungan gaya dengan getaran Gerak Harmonik Sederhana.	2	Penjabaran pokok materi dalam modul terkait dengan 1-2 indikator
3) Menganalisis periode, frekuensi, dan simpangan Gerak Harmonik	3	Penjabaran pokok materi dalam modul terkait dengan 3-4 indikator
	4	Penjabaran pokok materi dalam modul terkait dengan 5-7 indikator

- Sederhana.
- 4) Menentukan persamaan kecepatan dan percepatan Gerak Harmonik Sederhana.
- 5) Mengimplementasikan persamaan gerak harmonik pada pegas.
- 6) Mengimplementasikan persamaan gerak harmonik untuk menentukan percepatan gravitasi.
- 7) Menentukan persamaan energi total Gerak Harmonik Sederhana (GHS).
4. Sistematika penyajian materi
- 1 Materi disajikan secara tidak sistematis
 - 2 Materi yang disajikan kurang sistematis,

- kurang sesuai
dengan syarat
untuk
mempelajari
materi
berikutnya
- 3 Materi yang
disajikan cukup
sistematis, sesuai
dengan syarat
untuk
mempelajari
materi
berikutnya
- 4 Materi yang
disajikan sangat
sistematis, sesuai
dengan syarat
untuk
mempelajari
materi
berikutnya dan
sesuai daftar isi
5. Kejelasan petunjuk belajar
- 1 Petunjuk belajar tidak jelas
- 2 Petunjuk belajar kurang jelas, penggunaan kata kurang jelas
- 3 Petunjuk belajar cukup jelas, penggunaan kata jelas, dan alur belajar benar
- 4 Petunjuk belajar sangat jelas

				penggunaan kata jelas, dan alur belajar benar
	6.	Ketepatan konsep	1	Konsep yang dijelaskan tidak tepat
		1) Getaran		
		2) Gerak Harmonik Sederhana	2	Konsep yang tepat hanya 1 konsep
		3) Gerak Harmonik Sederhana pada pegas dan bandul	3	Konsep yang tepat hanya 2 konsep
			4	Konsep dijelaskan secara tepat semua
2	Komponen materi	7.	Kemudahan materi untuk dipahami	1 Materi dalam modul tidak mudah dipahami
				2 Materi dalam modul disampaikan kurang jelas sehingga kurang mudah dipahami
				3 Materi dalam modul disampaikan cukup jelas sehingga cukup mudah dipahami
				4 Materi dalam modul disampaikan sangat jelas sehingga mudah dipahami

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 8. Kejelasan materi | 1 | Materi dalam modul tidak jelas | |
| 1) Getaran | 2 | Kejelasan materi hanya terdapat 1 materi | |
| 2) Gerak Harmonik Sederhana | 3 | Kejelasan materi terdapat pada 2 materi | |
| 3) Gerak Harmonik Sederhana pada pegas dan bandul | 4 | Kejelasan materi hanya terdapat pada 3 materi | |
| 9. Kesesuaian materi dan lembar aktivitas siswa dalam modul dengan komponen <i>experiential learning</i> (pembelajaran dari pengalaman) | 1 | Materi dan lembar aktivitas tidak sesuai komponen <i>experiential learnig</i> | |
| 1) Pengetahuan | 2 | Kesesuaian dengan komponen | 1 |
| 2) Aktivitas | 3 | Kesesuaian dengan komponen | 2 |
| 3) refleksi | 4 | Kesesuaian dengan komponen | 3 |
| 10. Kesesuaian dengan nilai karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung | 1 | Modul hanya berisi integrasi 1 karakter | |
| | 2 | Modul hanya berisi integrasi 2 karakter | |

jawab, dan komunikatif yang diintegrasikan sebagai pesan dalam modul	3	Modul hanya berisi integrasi 3 karakter
	4	Modul hanya berisi integrasi 4 karakter atau lebih
11. Kesesuaian contoh dan latihan dengan materi	1	Contoh dan latihan dengan materi di modul tidak sesuai
	2	Contoh sesuai dengan materi tapi latihan tidak sesuai dengan materi
	3	Contoh dan latihan cukup sesuai dengan materi
	4	Contoh dan latihan sesuai dengan materi
12. Konsistensi penyajian	1	Penyajian konten dalam modul tidak konsisten
	2	Penyajian konten dalam modul kurang konsisten dengan daftar isi
	3	Penyajian konten dalam modul cukup konsisten dengan daftar isi
	4	Penyajian konten dalam modul

		sangat konsisten dengan daftar isi
13. Ketepatan penggunaan kata	1	Penggunaan kata tidak tepat sekali
	2	Penggunaan kata kurang tepat
	3	Penggunaan kata cukup tepat
	4	Penggunaan kata sangat tepat
14. Variasi bentuk soal	1	Terdapat variasi soal C1
	2	Terdapat variasi soal C1 dan C2
	3	Terdapat variasi soal C1, C2, dan C3
	4	Terdapat variasi soal C1, C2, C3, dan C4

Lampiran 5

Lembar Validasi Ahli Materi

**LEMBAR VALIDASI MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK SEDERHANA
BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA
KELAS X SMA**

Judul Modul : Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis
Experiential Learning Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X
SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Faisal Hadi Kurniawan

Validator : Ahli Materi

Nama Validator : *Edi Daenuri Anwar, M.Si*

Instansi : *Pusat Fisika FST*

Tanggal : *21 April 2017*

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/Ibu diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pernyataan yang terdapat dalam instrumen ini akan digunakan sebagai validasi dan masukan bagi penyempurnaan Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
3. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda (√) pada salah satu kolom 1, 2, 3, atau 4 dengan keterangan terlampir.
4. Ketidaksiuaian isi pada modul dapat diberikan masukan dan saran pada lembar "Masukan dan Saran Modul".
5. Sebelum memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA, Bapak/Ibu diharapkan mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

No	Aspek	Indikator	Nilai			
			1	2	3	4
1	Komponen	Kesesuaian materi dengan kompetensi Dasar				✓
2	Pembelajaran	Kesesuaian indikator dengan kompetensi dasar				✓

3		Kesesuaian materi dengan indikator				✓
4		Sistematika penyajian materi				✓
5		Kejelasan petunjuk belajar				✓
6		Ketepatan konsep				✓
7		Kemudahan materi untuk dipahami				✓
8		Kejelasan materi				✓
9		Kesesuaian materi dan aktivitas siswa dalam modul dengan pembelajaran melalui pengalaman (<i>experiential learning</i>)				✓
10	Komponen Materi	Kesesuaian dengan nilai karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif yang diintegrasikan sebagai pesan dalam modul				✓ ✓
11		Kesesuaian contoh latihan dengan materi				✓
12		Konsistensi penyajian				✓
13		Ketepatan penggunaan kata				✓
14		Variasi bentuk soal				✓ ✓
Σ Nilai						
Kategori						

Kategori Kelayakan Modul:

Jumlah Nilai	Kategori	Keterangan
$46 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 56$	A	sangat valid, sangat layak, dan tidak perlu revisi.
$35 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 45$	B	valid, layak, dan perlu sedikit revisi.
$24 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 34$	C	kurang valid, kurang layak, dan dapat digunakan tetapi perlu revisi.
$14 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 23$	D	tidak valid, disarankan tidak digunakan karena banyak revisi.

LEMBAR MASUKAN DAN SARAN MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK
 SEDERHANA BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK
 SISWA KELAS X SMA

- hal. 3. Para Paragraf 1, tulis koma di pojok kanan dengan orkesi
 ya tepet sehingga pembaca memahami maksud penulis
- hal 10. Dalam pembantu tata laksana percobaan / prosedur
 percobaan. Dit Mahon & buat rinci & jelas
 no. 5 Statika defter 18cm tabe & foto
 no. 8. grafik hubungan δ x & y yang mana?
- hal 16. Penyusunan prosedur percobaan dengan orkesi ya tepet
 terperinci setiap tahap

Semarang, 21 April 2017

Ahli Materi

Echi Daenuri Anwar, M.Si.
 NIP. 19790926 200912 1002

Lampiran 6

Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	Jumlah
Kebahasaan	• Keterbacaan	1
	• Kejelasan informasi	1
	• Kesesuaian dengan kaidah penulisan bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD)	1
	• Kesesuaian bahasa dengan tahap perkembangan kognitif siswa	1
	• Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien	1
Penyajian	• Kejelasan tulisan (indikator) yang ingin dicapai	1
	• Kemudahan petunjuk penggunaan modul untuk dipahami	1
	• Keruntutan materi	1
	• Pemberian motivasi/daya tarik	1
	• Interaksi (pemberian stimulus dan respon)	1
	• Kesesuaian gambar dengan	1

	materi	
	• Kelengkapan informasi	1
Kegrafikan	• Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf	1
	• <i>Layout</i> atau tata letak	1
	• Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi	1
	• Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi	1
	• Bahan isi modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan tidak mudah lepas	1

Lampiran 7

Rubrik Validasi Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Penjabaran Nilai
1	Komponen kebahasaan	1. Keterbacaan	1 Kalimat dalam modul berbelit-belit 2 Kalimat dalam modul berbelit-belit tapi memahami 3 Kalimat dalam modul tidak berbelit-belit dan memahami 4 Kalimat dalam modul sangat jelas dan memahami
		2. Kejelasan informasi	1 Informasi pada modul tidak jelas 2 Informasi pada modul kurang jelas dan inti kalimat kurang jelas 3 Informasi pada modul cukup jelas dan inti kalimat cukup jelas 4 Informasi pada modul sangat jelas dan inti

- | | | | |
|----|--|---|--|
| | | | kalimat cukup
jelas |
| 3. | Kesesuaian
dengan
kaidah
penulisan
bahasa
indonesia
yang baik dan
benar (EYD) | 1 | Kalimat tidak
jelas, terlalu
panjang dan
tidak sesuai
dengan EYD |
| | | 2 | Kalimat kurang
jelas, panjang
dan kurang
sesuai dengan
EYD |
| | | 3 | Kalimat cukup
jelas, panjang
dan cukup
sesuai dengan
EYD |
| | | 4 | Kalimat jelas,
tidak terlalu
panjang dan
sesuai dengan
EYD |
| 4. | Kesesuaian
bahasa dengan
tahap
perkembangan
kognitif siswa | 1 | Bahasa dalam
modul tidak
sesuai
perkembangan
kognitif siswa |
| | | 2 | Bahasa dalam
modul kurang
sesuai
perkembangan
kognitif siswa |
| | | 3 | Bahasa dalam
modul cukup
sesuai
perkembangan |

			kognitif siswa
			4 Bahasa dalam modul sangat sesuai perkembangan kognitif siswa
	5. Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien		1 Penggunaan bahasa dalam modul tidak efektif dan efisien
			2 Penggunaan bahasa dalam modul cukup efektif tapi kalimat terlalu panjang
			3 Penggunaan bahasa dalam modul efektif dan kalimat pendek tapi inti kalimat tidak jelas
			4 Informasi pada modul sangat jelas dan kalimat pendek dan inti kalimat jelas
2	Komponen penyajian	6. Kejelasan tulisan (indikator) yang ingin dicapai	1 Tidak jelas, kalimat terlalu panjang dan susah dipahami
			2 Kurang jelas, kalimat panjang

- | | | |
|---|---|---|
| | | dan susah
dipahami |
| | 3 | Cukup jelas,
kalimat panjang
dan mudah
dipahami |
| | 4 | Jelas, kalimat
pendek dan
mudah
dipahami |
| 7. Kemudahan
petunjuk
penggunaan
modul untuk
dipahami | 1 | Petunjuk
penggunaan
modul sulit
dipahami |
| | 2 | Petunjuk
penggunaan
modul untuk
siswa/guru
kurang mudah
dipahami |
| | 3 | Petunjuk
penggunaan
modul untuk
siswa/guru
cukup mudah
dipahami |
| | 4 | Petunjuk
penggunaan
modul untuk
siswa/guru
sangat mudah
dipahami |
| 8. Keruntutan
materi | 1 | Materi pada
modul tidak
runtut |

- | | | |
|---|---|--|
| | 2 | Materi pada modul kurang runtut dan tidak sesuai daftar isi |
| | 3 | Materi pada modul cukup runtut dan sesuai dengan daftar isi |
| | 4 | Materi pada modul sangat runtut dan sesuai dengan daftar isi |
| 9. Pemberian motivasi/daya tarik | 1 | Modul tidak memberikan motivasi/daya tarik |
| | 2 | Modul kurang memberikan motivasi/daya tarik |
| | 3 | Modul cukup memberikan motivasi/daya tarik |
| | 4 | Modul sangat memberikan motivasi/daya tarik |
| 10. Interaksi (pemberian stimulus dan respon) | 1 | Modul tidak memberikan interaksi ke siswa |
| | 2 | Modul kurang |

- | | | |
|-------------------------------------|---|--|
| | | memberikan interaksi ke siswa |
| | 3 | Modul cukup memberikan interaksi ke siswa |
| | 4 | Modul sangat memberikan interaksi ke siswa |
| 11. Kesesuaian gambar dengan materi | 1 | Gambar dalam modul tidak ada hubungan dengan materi |
| | 2 | Gambar dalam modul sedikit sesuai dengan materi |
| | 3 | Gambar dalam modul cukup sesuai dengan materi |
| | 4 | Gambar dalam modul banyak yang ada sesuai dengan materi dan menjelaskan materi |
| 12. Kelengkapan informasi | 1 | Modul tidak memberikan informasi terkait materi |
| | 2 | Modul sedikit memberikan |

			informasi terkait materi
			3 Modul cukup memberikan informasi terkait materi
			4 Modul memberikan informasi menyeluruh terkait materi
3	Komponen kegrafikan	13. Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf	1 Penggunaan font, jenis, dan ukuran huruf tidak sesuai
			2 Penggunaan font sesuai tapi penggunaan jenis, dan ukuran huruf tidak sesuai
			3 Penggunaan font dan jenis huruf sesuai tapi penggunaan ukuran huruf tidak sesuai
			4 Penggunaan font dan jenis dan ukuran huruf sesuai
		14. <i>Layout</i> atau tata letak	1 <i>Layout</i> materi dan gambar modul tidak sesuai

- | | | |
|---|---|---|
| | 2 | <i>Layout</i> materi sesuai tapi <i>Layout</i> gambar tidak konsisten |
| | 3 | <i>Layout</i> materi dan gambar sesuai |
| | 4 | <i>Layout</i> modul keseluruhan sesuai |
| 15. Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi | 1 | Ilustrasi/gambar tidak sesuai dengan materi |
| | 2 | Ilustrasi/gambar kurang sesuai dengan materi |
| | 3 | Ilustrasi/gambar sebagian sesuai dan menjelaskan isi materi |
| | 4 | Ilustrasi/gambar keseluruhan sesuai dan menjelaskan isi materi |
| 16. Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi | 1 | Ilustrasi sampul tidak menggambarkan isi modul |
| | 2 | Ilustrasi sampul kurang menggambarkan isi modul |
| | 3 | Ilustrasi sampul cukup |

			menggambarka n isi modul
		4	Ilustrasi sampul sangat menggambarka n isi modul
17.	Bahan isi modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan tidak mudah lepas	1	Modul mudah sobek, tidak terjilid dengan kuat, dan mudah lepas
		2	Modul tidak mudah sobek, tidak terjilid dengan kuat, dan mudah lepas
		3	Modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan mudah lepas
		4	Modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan tidak mudah lepas

Lampiran 8

Lembar Validasi Ahli Media

**LEMBAR VALIDASI MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK SEDERHANA
BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA
KELAS X SMA**

Judul Modul : Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis
Experiential Learning Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X
SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Faisal Hadi Kurniawan

Validator : Ahli Media

Nama Validator : Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal : 25 - 04 - 2017

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/Ibu diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pernyataan yang terdapat dalam instrumen ini akan digunakan sebagai validasi dan masukan bagi penyempurnaan Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
3. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda (√) pada salah satu kolom 1, 2, 3, atau 4 dengan keterangan terlampir.
4. Ketidaksihinggaan isi pada modul dapat diberikan masukan dan saran pada lembar "Masukan dan Saran Modul".
5. Sebelum memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA, Bapak/Ibu diharapkan mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

No	Aspek	Indikator	Nilai			
			1	2	3	4
1	Komponen	Keterbacaan				√
2	Kebahasaan	Kejelasan Informasi				√

3		Kesesuaian dengan kaidah penulisan bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD)			✓	
4		Bahasa dalam buku sesuai dengan tahap perkembangan kognitif siswa			✓	
5		Penggunaan kata secara efektif dan efisien			✓	
6	Komponen Penyajian	Kejelasan tulisan (indikator) yang ingin dicapai				✓
7		Kemudahan petunjuk penggunaan modul untuk dipahami			✓	
8		Keruntutan materi				✓
9		Pemberian motivasi/daya tarik				✓
10		Interaksi (pemberian stimulus dan respon)				✓
11		Kesesuaian gambar dengan materi			✓	
12		Kelengkapan informasi			✓	
13	Komponen Kegrafikan	Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf			✓	
14		Layout atau tata letak				✓
15		Kesesuaian letak ilustrasi/gambar dengan materi			✓	
16		Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi				✓
17		Bahan isi modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan tidak mudah lepas				✓
		ΣNilai				
		Kategori				

Kategori Kelayakan Modul:

Jumlah Nilai	Kategori	Keterangan
$56 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 68$	A	sangat valid, sangat layak, dan tidak perlu revisi.
$43 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 55$	B	valid, layak, dan perlu sedikit revisi.
$30 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 42$	C	kurang valid, kurang layak, dan dapat digunakan tetapi perlu revisi.
$17 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 29$	D	tidak valid, disarankan tidak digunakan karena banyak revisi.

LEMBAR MASUKAN DAN SARAN MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK
SEDERHANA BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK
SISWA KELAS X SMA

Semarang, 26 April 2017

Ahli Media



Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd
NIP.

Lampiran 9

Kisi-Kisi Validasi Guru Fisika

Aspek	Indikator	Jumlah
Kelayakan Isi	•Kesesuaian KI, KD, Indikator	1
	•Kebenaran substansi materi pembelajaran	
	1) Getaran	
	2) Gerak Harmonik Sederhana	
	3) Gerak Harmonik Sederhana pada pegas	
	4) Gerak Harmonik Sederhana pada bandul	
	5) Energi Gerak Harmonik Sederhana	
	•Kesesuaian materi dan lembar aktivitas siswa dalam modul dengan komponen <i>experiential learning</i> (pembelajaran dari pengalaman)	1
	1) Pengetahuan	
	2) Aktivitas	
	3) Refleksi	
	•Kesesuaian dengan nilai karakter yang di intergrasikan	1
	•Kesesuaian contoh dan latihan dengan materi	1
	•Cakupan materi pada soal evaluasi	1

Kebahasaan	<ul style="list-style-type: none"> • Keterbacaan 1 • Kejelasan informasi 1 • Kesesuaian dengan kaidah penulisan bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD) 1 • Kesesuaian bahasa dengan tahap perkembangan kognitif siswa 1 • Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien 1
Penyajian	<ul style="list-style-type: none"> • Kejelasan tulisan (indikator) yang ingin dicapai 1 • Kemudahan petunjuk penggunaan modul untuk dipahami 1 • Keruntutan materi 1 • Pemberian motivasi/daya tarik 1 • Interaksi (pemberian stimulus dan respon) 1 • Kesesuaian gambar dengan materi 1 • Kelengkapan informasi 1
Kegrafikan	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf 1 • <i>Layout</i> atau tata letak 1 • Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi 1 • Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi 1 • Bahan isi modul tidak mudah sobek, terjilid 1

dengan kuat, dan tidak
mudah lepas

Lampiran 10

Rubrik Validasi Guru Fisika

No	Aspek	Indikator	Penjabaran Nilai
1	Komponen kelayakan isi	1. Kesesuaian KI, KD, Indikator	1 Tidak ada kesesuaian ki, kd, indikator.
			2 KI dan KD sesuai tapi semua indikator tidak sesuai
			3 KI dan KD sesuai tapi sebagian indikator sesuai
			4 KI, KD dan semua indikator sesuai
		2. Kebenaran substansi materi pembelajaran	1 Kebenaran materi hanya 2 sub bab
			2 Kebenaran materi hanya 3 sub bab
			3 Kebenaran materi hanya 4 sub bab
			4 Kebenaran materi hanya 5 sub bab
			5 Kebenaran materi hanya 5 sub bab
		3. Kesesuaian materi dan	1 Materi dan lembar aktivitas tidak
			2 Materi dan lembar aktivitas tidak
			3 Materi dan lembar aktivitas tidak
			4 Materi dan lembar aktivitas tidak

lembar aktivitas siswa dalam modul dengan komponen <i>experiential learning</i> (pembelajaran dari pengalaman)	2	sesuai komponen <i>experiential learning</i>
	3	Kesesuaian dengan 1 komponen
	4	Kesesuaian dengan 2 komponen
	4	Kesesuaian dengan 3 komponen
1) Pengetahuan		
2) Aktivitas		
3) refleksi		
4. Kesesuaian dengan nilai karakter yang di intergrasikan	1	Modul hanya berisi integrasi 1 karakter
	2	Modul hanya berisi integrasi 2 karakter
	3	Modul hanya berisi integrasi 3 karakter
	4	Modul hanya berisi integrasi 4 karakter
5. Kesesuaian contoh dan latihan dengan materi	1	Contoh dan latihan dengan materi di modul tidak sesuai
	2	Contoh sesuai dengan materi tapi latihan tidak sesuai dengan materi
	3	Contoh dan latihan cukup sesuai dengan materi
	4	Contoh dan latihan sangat sesuai dengan materi
6. Cakupan materi pada soal evaluasi	1	Materi tidak masuk dalam evaluasi
	2	Materi sedikit

			masuk dalam evaluasi
		3	Materi cukup masuk dalam evaluasi
		4	Materi seluruhnya masuk dalam evaluasi
2	Komponen pembahasan	7. Keterbacaan	1 Kalimat dalam modul berbelit-belit
			2 Kalimat dalam modul berbelit-belit tapi memahamkan
			3 Kalimat dalam modul tidak berbelit-belit dan memahamkan
			4 Kalimat dalam modul sangat jelas dan memahamkan
		7. Kejelasan informasi	1 Informasi pada modul tidak jelas
			2 Informasi pada modul kurang jelas dan inti kalimat kurang jelas
			3 Informasi pada modul cukup jelas dan inti kalimat cukup jelas
			4 Informasi pada modul sangat jelas dan inti kalimat cukup jelas
		8. Kesesuaian	1 Kalimat tidak jelas,

	dengan kaidah penulisan bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD)	2	terlalu panjang dan tidak sesuai dengan EYD Kalimat kurang jelas, panjang dan kurang sesuai dengan EYD
		3	Kalimat cukup jelas, panjang dan cukup sesuai dengan EYD
		4	Kalimat jelas, tidak terlalu panjang dan sesuai dengan EYD
9.	Kesesuaian bahasa dengan tahap perkembangan kognitif siswa	1	Bahasa dalam modul tidak sesuai perkembangan kognitif siswa
		2	Bahasa dalam modul kurang sesuai perkembangan kognitif siswa
		3	Bahasa dalam modul cukup sesuai perkembangan kognitif siswa
		4	Bahasa dalam modul sangat sesuai perkembangan kognitif siswa
10.	Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien	1	Penggunaan bahasa dalam modul tidak efektif dan efisien
		2	Penggunaan bahasa dalam modul cukup efektif tapi kalimat

				terlalu panjang
			3	Penggunaan bahasa dalam modul efektif dan kalimat pendek tapi inti kalimat tidak jelas
			4	Informasi pada modul sangat jelas, kalimat pendek dan inti kalimat jelas
3	Komponen penyajian	11. Kejelasan tulisan (indikator) yang ingin dicapai	1	Tidak jelas, kalimat terlalu panjang dan susah dipahami
			2	Kurang jelas, kalimat panjang dan susah dipahami
			3	Cukup jelas, kalimat panjang dan mudah dipahami
			4	Jelas, kalimat pendek dan mudah dipahami
		12. Kemudahan petunjuk penggunaan modul untuk dipahami	1	Petunjuk penggunaan modul sulit dipahami
			2	Petunjuk penggunaan modul untuk siswa/guru kurang mudah dipahami
			3	Petunjuk penggunaan modul untuk siswa/guru cukup mudah dipahami
			4	Petunjuk

		penggunaan modul untuk siswa/guru sangat mudah dipahami
13. Keruntutan materi	1	Materi pada modul tidak runtut
	2	Materi pada modul kurang runtut dan tidak sesuai daftar isi
	3	Materi pada modul cukup runtut dan sesuai dengan daftar isi
	4	Materi pada modul sangat runtut dan sesuai dengan daftar isi
14. Pemberian motivasi/daya tarik	1	Modul tidak memberikan motivasi/daya tarik
	2	Modul kurang memberikan motivasi/daya tarik
	3	Modul cukup memberikan motivasi/daya tarik
	4	Modul sangat memberikan motivasi/daya tarik
15. Interaksi (pemberian stimulus dan respon)	1	Modul tidak memberikan interaksi ke siswa
	2	Modul kurang memberikan

		interaksi ke siswa
	3	Modul cukup memberikan interaksi ke siswa
	4	Modul sangat memberikan interaksi ke siswa
16. Kesesuaian gambar dengan materi	1	Gambar dalam modul tidak ada hubungan dengan materi
	2	Gambar dalam modul sedikit sesuai dengan materi
	3	Gambar dalam modul cukup sesuai dengan materi
	4	Gambar dalam modul banyak yang ada sesuai dengan materi dan menjelaskan materi
17. Kelengkapan informasi	1	Modul tidak memberikan informasi terkait materi
	2	Modul sedikit memberikan informasi terkait materi
	3	Modul cukup memberikan informasi terkait materi
	4	Modul memberikan

			informasi menyeluruh terkait materi
4	Komponen kegrafikan	18. Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf	1 Penggunaan font, jenis, dan ukuran huruf tidak sesuai 2 Penggunaan font sesuai tapi penggunaan jenis, dan ukuran huruf tidak sesuai 3 Penggunaan font dan jenis huruf sesuai tapi penggunaan ukuran huruf tidak sesuai 4 Penggunaan font dan jenis dan ukuran huruf sesuai
		19. <i>Layout</i> atau tata letak	1 <i>Layout</i> materi dan gambar modul tidak sesuai 2 <i>Layout</i> materi sesuai tapi <i>Layout</i> gambar tidak konsisten 3 <i>Layout</i> materi dan gambar sesuai 4 <i>Layout</i> modul keseluruhan sesuai
		20. Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi	1 Ilustrasi/gambar tidak sesuai dengan materi 2 Ilustrasi/gambar kurang sesuai

			dengan materi
		3	Ilustrasi/gambar sebagian sesuai dan menjelaskan isi materi
		4	Ilustrasi/gambar keseluruhan sesuai dan menjelaskan isi materi
21. Kesesuaian ilustrasi sampul terhadap materi		1	Ilustrasi sampul tidak menggambarkan isi modul
		2	Ilustrasi sampul kurang menggambarkan isi modul
		3	Ilustrasi sampul cukup menggambarkan isi modul
		4	Ilustrasi sampul sangat menggambarkan isi modul
22. Bahan isi modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan tidak mudah lepas		1	Modul mudah sobek, tidak terjilid dengan kuat, dan mudah lepas
		2	Modul tidak mudah sobek, tidak terjilid dengan kuat, dan mudah lepas
		3	Modul tidak mudah sobek, terjilid dengan kuat, dan

-
- 4 mudah lepas
Modul tidak mudah
sobek, terjilid
dengan kuat, dan
tidak mudah lepas
-

Lampiran 11

Lembar Validasi Guru Fisika

**LEMBAR VALIDASI MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK SEDERHANA
BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA
KELAS X SMA**

Judul Modul : Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis
Experiential Learning Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X
SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Faisal Hadi Kurniawan

Validator : Guru Fisika

Nama Validator : SLAMET IKIYANTO

Instansi : SMA N 1 GUNTUR

Tanggal : 22 April 2017

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/Ibu diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pernyataan yang terdapat dalam instrumen ini akan digunakan sebagai validasi dan masukan bagi penyempurnaan Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
3. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda (√) pada salah satu kolom 1, 2, 3, atau 4 dengan keterangan terlampir.
4. Ketidaksesuaian isi pada modul dapat diberikan masukan dan saran pada lembar "Masukan dan Saran Modul".
5. Sebelum memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA, Bapak/Ibu diharapkan mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

No	Aspek	Indikator	Nilai			
			1	2	3	4
1	Komponen	Kesesuaian dengan KI, KD, dan Indikator				✓
2	Kelayakan Isi	Kebenaran substansi materi pembelajaran				✓

3		Kesesuaian materi dan aktivitas siswa dalam modul dengan <i>experiential learning</i> (pembelajaran dari pengalaman)				✓
4		Kesesuaian dengan nilai karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif yang diintegrasikan sebagai pesan dalam modul				✓
5		Kesesuaian contoh dan latihan soal dengan materi				✓
6		Cakupan materi pada soal evaluasi				✓
7	Komponen	Keterbacaan				✓
8	Kebahasaan	Kejelasan informasi				✓
9		Kesesuaian dengan kaidah penulisan bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD)				✓
10		Kesesuaian bahasa dengan tahap perkembangan kognitif siswa				✓
11		Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien				✓
12	Komponen	Kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai				✓
13	Penyajian	Kemudahan petunjuk modul untuk dipahami				✓
14		Keruntutan materi				✓
15		Pemberian motivasi/daya tarik				✓
16		Interaksi (pemberian stimulus dan respon)				✓
17		Kesesuaian gambar dengan materi				✓
18		Kelengkapan informasi				✓
19	Komponen	Penggunaan <i>font</i> , jenis, dan ukuran				✓
20	Kegrafikan	<i>Layout</i> atau tata letak				✓
21		Kesesuaian letak ilustrasi/gambar dengan materi				✓
22		Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi				✓
23		Bahan isi buku tidak mudah sobek, terjilid kuat dan tidak mudah lepas				✓
ΣNilai						
Kategori Modul						

**LEMBAR VALIDASI MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK SEDERHANA
BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA
KELAS X SMA**

Judul Modul : Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis
Experiential Learning Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X
SMA

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Faisal Hadi Kurniawan

Validator : Guru Fisika

Nama Validator : Lisa Fitriyah, S.Si

Instansi : SMAN 1 Guntur

Tanggal : 23 April 2017

Petunjuk Pengisian:

1. Bapak/Ibu diharapkan dapat memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pernyataan yang terdapat dalam instrumen ini akan digunakan sebagai validasi dan masukan bagi penyempurnaan Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA.
3. Bapak/Ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda (√) pada salah satu kolom 1, 2, 3, atau 4 dengan keterangan terlampir.
4. Ketidaksesuaian isi pada modul dapat diberikan masukan dan saran pada lembar "Masukan dan Saran Modul".
5. Sebelum memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA, Bapak/Ibu diharapkan mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu.

No	Aspek	Indikator	Nilai			
			1	2	3	4
1	Komponen	Kesesuaian dengan KI, KD, dan Indikator			√	
2	Kelayakan Isi	Kebenaran substansi materi pembelajaran				√

3		Kesesuaian materi dan aktivitas siswa dalam modul dengan <i>experiential learning</i> (pembelajaran dari pengalaman)				✓
4		Kesesuaian dengan nilai karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif yang diintegrasikan sebagai pesan dalam modul				✓
5		Kesesuaian contoh dan latihan soal dengan materi				✓
6		Cakupan materi pada soal evaluasi				✓
7	Komponen	Keterbacaan				✓
8	Kebahasaan	Kejelasan informasi			✓	
9		Kesesuaian dengan kaidah penulisan bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD)			✓	
10		Kesesuaian bahasa dengan tahap perkembangan kognitif siswa				✓
11		Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien				✓
12	Komponen	Kejelasan tujuan (indikator) yang ingin dicapai				✓
13	Penyajian	Kemudahan petunjuk modul untuk dipahami			✓	
14		Keruntutan materi				✓
15		Pemberian motivasi/daya tarik			✓	
16		Interaksi (pemberian stimulus dan respon)			✓	
17		Kesesuaian gambar dengan materi			✓	
18		Kelengkapan informasi				✓
19	Komponen	Penggunaan <i>font</i> , jenis, dan ukuran			✓	
20	Kegrafikan	<i>Layout</i> atau tata letak			✓	
21		Kesesuaian letak ilustrasi/gambar dengan materi			✓	
22		Kesesuaian ilustrasi sampul dengan materi			✓	
23		Bahan isi buku tidak mudah sobek, terjilid kuat dan tidak mudah lepas			✓	
ΣNilai						
Kategori Modul						

Kategori Kelayakan Modul:

Jumlah Nilai	Kategori	Keterangan
$76 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 92$	A	sangat valid, sangat layak, dan tidak perlu revisi.
$58 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 75$	B	valid, layak, dan perlu sedikit revisi.
$40 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 57$	C	kurang valid, kurang layak, dan dapat digunakan tetapi perlu revisi.
$23 \leq \Sigma \text{Nilai} \leq 39$	D	tidak valid, disarankan tidak digunakan karena banyak revisi.

LEMBAR MASUKAN DAN SARAN MODUL FISIKA MATERI GERAK HARMONIK
 SEDERHANA BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK
 SISWA KELAS X SMA

1. Indikator pencapaian kompetensi perlu disesuaikan dengan kompetensi dasar, kata kerja operasional yang digunakan untuk ranah kognitif yang mengacu pada taksonomi Bloom.
2. Indikator pencapaian kompetensi ranah psikomotori kurang jelas.
3. Halaman 11. Tujuan
 Sesuai dengan ~~tujuan~~ umum praktikum, maka perlu ditambahkan analisis hasil praktikum untuk mengetahui hubungan antara θ dan T .

Semarang, 28 April 2017

Guru Fisika

Lisa Fikayah, S.S.
 NIP. 19800411 200901 2 007

Lampiran 12

Kisi-Kisi Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA

Kompetensi Dasar	Kelas/ Semester	Materi Pokok	Indikator Soal	No. Soal
Menganalisis hubungan antara gaya dan gerak getaran	X/2	Getaran	Nama lain dari getaran	1
			Syarat ayunan dikatakan bergetar	2
			Besaran Fisika yang menyebabkan ayunan kembali ke keadaan semula	3
		Gerak Harmonik Sederhana	Macam getaran	4
			Besaran Fisika penyebab ayunan terus bergetar	5
			Besaran Fisika penyebab ayunan terus bergetar	6
			Besaran Fisika besarnya sama dengan gaya yang	7

	bekerja pada pegas	
	Arah simpangan	8
	Besaran Fisika	9
	penyebab benda bergetar	
Periode, Frekuensi, dan Frekuensi Sudut	Pengertian frekuensi Fase getaran Pengertian frekuensi sudut	10 11 12
Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Fase dua getaran	13 14
Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana	Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana	15 16
Percepatan Gerak Harmonik Sederhana	Kecepatan maksimal Gerak Harmonik Sederhana Asal mula persamaan percepatan Gerak Harmonik Sederhana Persamaan percepatan	17 18

	Gerak Harmonik Sederhana	
Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas	Gerak Harmonik Sederhana pada Pegas	19
	Hukum Fisika yang mendasari persamaan konstanta pegas	20
	Persamaan matematis periode pegas	21
Gerak Harmonik Sederhana pada Bandul	Gaya pemulih pada bandul	22
		23
Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Macam-macam energi yang terdapat pada Gerak Harmonik Sederhana	24
	Pengertian energi mekanik	25
		26
Energi pada Ayunan Bandul	Energi potensial bandul	27
	Energi	28

kinetik	
bandul	
Analisis	29
energi pada	30
bandul	

Lampiran 13

Rubrik Penilaian Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis Experiential Learning Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA

Soal	Kunci Jawaban	Skor
Ayunan yang di dorong hingga berayun dinamakan getaran atau (1) ...	Osilasi	1
jika ayunan tersebut bergerak bolak-balik terhadap titik (2)	Keseimbangan	1
Ayunan yang bergetar kembali ke keadaan semula dalam selang (3) ... tertentu karena gaya pemulih yang bekerja pada benda tersebut.	Waktu	1
Berdasarkan cara terjadinya getaran dibedakan menjadi getaran (4) ... dan (5)	Alami	1
Gerak bolak-balik sebuah ayunan terus menerus berayun apabila	Paksaan	1
	Gaya	1

diberi **(6)**... dorong secara

bekelanjutan untuk melawan

gaya gesek.

Gaya pegas sebanding dengan Simpangan 1

(7)... x ,

ketika simpangan x ke arah **(8)**... Bawah 1

dari titik kesetimbangan maka

gaya pegas $F = -kx$ berarah ke

atas

Gaya **(9)**... selalu menyebabkan Pemulih 1

benda bergerak bolak-balik di

sekitar titik kesetimbangan.

Frekuensi adalah banyaknya Bolak-balik 1

gerak **(10)**... yang dilakukan

benda dalam selang waktu satu

sekon.

Satu getaran penuh **(11)**... Sama 1

dengan benda bergetar

melingkar sebanyak 2π radian.

Fase getaran berubah 2π setiap

satu getaran.

Besaran itu dinamakan (12) ... dilambangkan omega (ω).	Frekuensi sudut	1
Dua getaran dikatakan (13) ... jika beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai bilangan cacah.	Se fase	1
Dua getaran dikatakan (14) ... berlawanan fase jika beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai (14) ...	Setengah	1
Kecepatan (15) ... merupakan turunan pertama dari persamaan posisi terhadap waktu.	Gerak Harmonik Sederhana	1
Nilai (16) ... akan mencapai maksimum jika nilai $\cos\omega t = 1$.	Kecepatan	1
Percepatan pada gerak lurus menjelaskan percepatan sesaat Gerak Harmonik Sederhana satu getaran yang juga merupakan turunan pertama dari persamaan (17) ...	Kecepatan	1

getaran $a_y = \frac{dv}{dt} (\omega A \cos \omega t)$.

Persamaan **(18)**... maksimum Percepatan 1
 gerak harmonik adalah
 $a_m = \omega^2 A$.

Ketika pegas ditarik sampai Gerak 1
 simpangan $x = A$ ke kanan. Harmonik
 Pegas kemudian dilepas akan Sederhana
 bergerak ke kiri sejauh, $x = -A$.
 Gerak bolak-balik pegas
 melewati titik kesetimbangannya
 disebut**(19)**....

Hukum **(20)**... diterapkan dalam II Newton 1
 pembahasan gerak getaran
 $F = ma_y$ dengan nilai
 percepatan gerak $a_y = -\omega^2 y$,
 terdapat gaya pemulih yang
 menjadikan pegas kembali
 menuju titik kesetimbangan.

Berdasarkan hubungan frekuensi 1
 $f = \frac{\omega}{2\pi}$ diperoleh periode getaran
 $T = \frac{2\pi}{\omega}$

pegas **(21)**....

Gerak Harmonik Sederhana pada Berlawanan 1
bandul sederhana, tanda negatif arah
menunjukkan gaya F_{GHS} **(22)**...
dengan simpangan x .

Gaya pemulih beban bandul Sama 1
harus **(23)**... dengan gaya F_{GHS} .

Energi pada GHS terdiri atas Kinatik 1
energi **(24)**...

dan **(25)**... Energi 1
potensial

Energi **(26)**... adalah Mekanik 1
penjumlahan energi kinetik dan
energi potensial. Bandul yang
disimpangkan dengan sudut θ
dititik A.

Posisi tersebut memiliki energi Maksimal 1
potensial bandul **(27)**...

sebaliknya energi kinetik bandul (28) Bandul kemudian dilepas menuju titik kesetimbangan B,	Minimum	1
besar energi (29) ... berangsur menurun	Potensial	1
dan (30) ... berangsur naik hingga maksimum dititik B.	Kinetik	1

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{maksimal skor}} \times 100\%$$

Lampiran 14

Soal Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Experiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA

Ayunan yang di dorong hinggakan berayun dinamakan getaran atau **(1)**... jika ayunan tersebut bergerak bolak-balik terhadap titik **(2)**.... Ayunan yang bergetar kembali ke keadaan semula dalam selang **(3)**... tertentu karena ada gaya pemulih yang bekerja pada benda tersebut. Berdasarkan cara terjadinya getaran dibedakan menjadi getaran **(4)**... dan **(5)**.... Gerak bolak-balik sebuah ayunan terus menerus berayun apabila diberi **(6)**... dorong secara berkelanjutan untuk melawan gaya gesek. Gaya pegas sebanding dengan **(7)**... x , ketika simpangan x ke arah **(8)**... dari titik kesetimbangan maka gaya pegas $F = -kx$ berarah ke kiri. Gaya **(9)**... selalu menyebabkan benda bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Frekuensi adalah banyaknya gerak **(10)**... yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon. Satu getaran penuh **(11)**... dengan benda bergetar melingkar sebanyak 2π radian. Fase getaran berubah 2π setiap satu getaran. Besaran itu dinamakan **(12)**... dilambangkan omega (ω). Dua getaran dikatakan **(13)**... jika beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai bilangan cacah. Dua getaran dikatakan berlawanan fase jika beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai **(14)**....

Kecepatan **(15)**... merupakan turunan pertama dari persamaan posisi terhadap waktu. Nilai **(16)**... akan mencapai maksimum jika nilai $\cos\omega t = 1$. Percepatan pada gerak lurus menjelaskan percepatan sesaat Gerak Harmonik Sederhana satu getaran yang juga merupakan turunan pertama dari persamaan **(17)**... getaran $a_y = \frac{dv}{dt} (\omega A \cos\omega t)$. Persamaan **(18)**... maksimum gerak harmonik adalah $a_m = \omega^2 A$. Ketika pegas ditarik sampai simpangan $x = A$ ke kanan. Pegas

kemudian dilepas akan bergerak ke kiri sejauh, $x = -A$. Gerak bolak-balik pegas melewati titik kesetimbangannya disebut **(19)**.... Hukum **(20)**.... diterapkan dalam pembahasan gerak getaran $F = ma_y$ dengan nilai percepatan gerak $a_y = -\omega^2 y$, terdapat gaya pemulih yang menjadikan pegas kembali menuju titik kesetimbangan. Berdasarkan hubungan frekuensi $f = \frac{\omega}{2\pi}$ diperoleh periode getaran pegas **(21)**....

Gerak Harmonik Sederhana pada bandul sederhana, tanda negatif menunjukkan gaya F_{GHS} **(22)**... dengan simpangan x . Gaya pemulih beban bandul harus **(23)**... dengan gaya F_{GHS} .. Energi pada GHS terdiri atas energi **(24)**... dan **(25)**... Energi **(26)**... adalah penjumlahan energi kinetik dan energi potensial. Bandul yang disimpangkan dengan sudut θ dititik A. Posisi tersebut memiliki energi potensial bandul **(27)**... sebaliknya energi kinetik bandul **(28)**.... Bandul kemudian dilepas menuju titik kesetimbangan B, besar energi **(29)**... berangsur menurun dan **(30)**... berangsur naik hingga maksimum dititik B.

Lampiran 15

Lembar Jawaban Siswa

INSTRUMEN KETERBACAAN MODUL FISIKA PADA MATERI GERAK HARMONIK
 SEDERHANA BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING ERINTEGRASI KARAKTER UNTUK
 SISWA KELAS X SMA

Nama : Novi Fatmasari
 Kelas : X IPA 1
 Sekolah : SMAN 1 GUNTUR

Isilah kata pada nomor soal yang tertera dengan jawaban yang benar!

Ayunan yang di dorong hingga berayun dinamakan getaran atau (1) ^{posisi} jika ayunan tersebut bergerak bolak-balik terhadap titik (2) ^{kesetimbangan}. Ayunan yang bergetar kembali ke keadaan semula dalam selang (3) ^{waktu} tertentu karena ada gaya pemulih yang bekerja pada benda tersebut. Berdasarkan cara terjadinya getaran dibedakan menjadi getaran (4) ^{alami} dan (5) ^{akibat paksaan}. Gerak bolak-balik sebuah ayunan terus menerus berayun apabila diberi (6) ^{gaya} dorong secara berkelanjutan untuk melawan gaya gesek. Gaya pegas sebanding dengan (7) ^{amplitudo} x , ketika simpangan x ke arah (8) ^{di} titik kesetimbangan maka gaya pegas $F = -kx$ berarah ke kiri. Gaya (9) ^{selalu} menyebabkan benda bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Frekuensi adalah banyaknya gerak (10) ^{yang} dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon. Satu getaran penuh (11) ^{adalah} dengan benda bergetar melingkar sebanyak 2π radian. Fase getaran berubah 2π setiap satu getaran. Besaran itu dinamakan (12) ^{adalah} dilambangkan omega (ω). Dua getaran dikatakan (13) ^{beda} jika beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai bilangan cacah. Dua getaran dikatakan berlawanan fase jika beda fase atau selisih fase kedua getaran bernilai (14) ^{adalah} setengah dari bilangan ganjil.

Kecepatan (15) ^{adalah} merupakan turunan pertama dari persamaan posisi terhadap waktu. Nilai (16) ^{maksimum} akan mencapai maksimum jika nilai $\cos \omega t = 1$. Percepatan pada gerak lurus menjelaskan percepatan sesaat Gerak Harmonik Sederhana satu getaran yang juga merupakan turunan pertama dari persamaan (17) ^{adalah} getaran $a_y = \frac{dv}{dt} (\omega A \cos \omega t)$. Persamaan (18) ^{adalah} maksimum gerak harmonik adalah $a_m = \omega^2 A$. Ketika pegas ditarik sampai simpangan $x = A$ ke kanan. Pegas kemudian dilepas akan bergerak ke kiri sejauh, $x = -A$. Gerak bolak-balik pegas melewati titik kesetimbangannya disebut (19) ^{adalah} Hukum (20) ^{adalah} diterapkan dalam pembahasan gerak getaran $F = ma_y$ dengan nilai percepatan gerak $a_y = -\omega^2 y$, terdapat gaya pemulih yang menjadikan pegas kembali menuju titik kesetimbangan. Berdasarkan hubungan frekuensi $f = \frac{\omega}{2\pi}$ diperoleh periode getaran pegas (21) ^{adalah} $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Gerak Harmonik Sederhana pada bandul sederhana, tanda negatif menunjukkan gaya F_{GHS} (22)... dengan simpangan x . Gaya pemulih beban bandul harus (23)... dengan gaya F_{GHS} . Energi pada GHS terdiri atas energi (24)... dan (25)... Energi (26)... adalah penjumlahan energi kinetik dan energi potensial. Bandul yang disimpangkan dengan sudut θ dititik A. Posisi tersebut memiliki energi potensial bandul (27)... sebaliknya energi kinetik bandul (28)... Bandul kemudian dilepas menuju titik kesetimbangan B, besar energi (29)... berangsur menurun dan (30)... berangsur naik hingga maksimum dititik B.

Lampiran 16

Analisis Hasil Uji Keterbacaan Modul Fisika Pada Materi Gerak
Harmonik Sederhana Berbasis Experiential Learning
Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA

a. Hasil Uji Secara Keseluruhan

Responden	Skor
Siti Muajilah	20
Yakub Artin Yaka Basa	25
Nadya Rahayu Lestari	28
Ahmad Ali Mas'ud	27
Prasetyo Utomo	27
Sri Sumiati	29
Ely Wahyu Febriana	22
Novi Fatmasari	27
Evi madrejatun	26 23
Jumlah	254

$$\text{Nilai} = \frac{254}{300} \times 100\%$$

$$= 84,8\%$$

b. Hasil Uji Keterbacaan Tiap Kata

No Soal	Jumlah Jawaban Benar	Persentase
1	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
2	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
3	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
4	8	$\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$
5	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
6	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
7	7	$\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$
8	5	$\frac{5}{10} \times 100\% = 50\%$
9	7	$\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$
10	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
11	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
12	8	$\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$
13	8	$\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$
14	6	$\frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$
15	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
16	7	$\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$
17	8	$\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$

18	6	$\frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$
19	6	$\frac{6}{10} \times 100\% = 60\%$
20	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
21	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
22	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
23	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
24	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
25	8	$\frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$
26	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
27	9	$\frac{9}{10} \times 100\% = 90\%$
28	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$
29	7	$\frac{7}{10} \times 100\% = 70\%$
30	10	$\frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$

Lampiran 17

Daftar Siswa Kelas Eksperimen

No	Nama	Keterangan	Kode
1	Abdul Latif	L	E1
2	Agung Herry Kuncoro	L	E2
3	Ahmad Ali Masud	L	E3
4	Aim Matul Ulya	P	E4
5	Amelia Dwi Annisa	P	E5
6	Anik Setyaningsih	P	E6
7	Annisa Adelia Putri	P	E7
8	Assa Kamalia	P	E8
9	Bayu Sulistyowati	P	E9
10	Dani Bayu Anggi Saputro	L	E10
11	Denny Alisando	L	E11
12	Dewi Rosita Sari	P	E12
13	Diah Yuliananik Ratnasari	P	E13
14	Diyan Handayani	P	E14
15	Ely Wahyu Febriana	P	E15
16	Evi Kurniati	P	E16
17	Faradisa Agustin Mahmudi	P	E17
18	Fatkur Rohman	L	E18
19	Febri Kurniawan	P	E19
20	Fitri Setyoningsih	P	E20
21	Hesti Ratnasari	P	E21
22	Irfan Maulana	L	E22
23	Laila Krisdamar Febrianti	P	E23
24	Layaliya Atika Nafi	P	E24
25	Lisna Wahyuni	P	E25
26	Madjeroatun	P	E26
27	Meigi Satria Frengki Adi	P	E27
28	Muhamad Aliman Nafian	L	E28
29	Muhammad Ridwan	L	E39
30	Nadya Rahayu Lestari	P	E30
31	Novi Fatma Sari	P	E31
32	Nur Aini	P	E32

33	Nur Kusuma Wardani	P	E33
34	Prasetyo Utomo	L	E34
35	Putri Nurul Awaliyah	P	E35
36	Renilda Vili Andini	P	E36
37	Rizqi Kurnia Dewi	P	E37
38	Santi Mawarni	P	E38
39	Siti Muajilah	P	E39
40	Sri Sumiati	P	E40
41	Vika Amalia	P	E41
42	Yakub Artin Yaka Basa	L	E42

Lampiran 18

Daftar Siswa Kelas Kontrol

No	Nama	Keterangan	Kode
1	Adnan Irmaya Singgih	L	K1
2	Ahmad Nafis Hunaifi	L	K2
3	Aliffatul Rahmayanti	P	K3
4	Ani Nuriyah	P	K4
5	Anita Isnaini	P	K5
6	Aris Susanto	L	K6
7	Bagas Adi Setiawan	L	K7
8	Brian Ardianto	L	K8
9	David Candra Bayu	L	K9
10	Devi Ulfatul Laekah	P	K10
11	Dina Arumiati	P	K11
12	Endang Safitri	P	K12
13	Ening Diyah Nur Arifah	P	K13
14	Evvana Tri Ananingtyas	P	K14
15	Fita Kurniawati	P	K15
16	Haryanti	P	K16
17	Ichda Hayu W	P	K17
18	Joko Pamungkas	L	K18
19	Komsatun Khasanah	P	K19
20	Laili Handayani	P	K20
21	Linda Fitrianingrum	P	K21
22	Lutfi Hidayatul Hasanah	L	K22
23	Maruto Giri Pranowo	L	K23
24	Meida Taurizki Eka Sylviani	P	K24
25	Miffakul Janah	P	K25
26	Muhammad Iqbal	L	K26
27	Mukhammad Feri Septiyawan	L	K27

28	Munjarofah	P	K28
29	Nihay Ridani	P	K39
30	Novianti Koiriyah	P	K30
31	Nur Azizah	P	K31
32	Nur Syafa'ah	P	K32
33	Putri Diyan Nur Aini	P	K33
34	Regita Cahyani Pramudita	P	K34
35	Rifki Bisri Mustofa	L	K35
36	Safitri Rahmawati	P	K36
37	Sholikatul Fitriyah	P	K37
38	Siti Rahayu	P	K38
39	Tri Nur Hidayati Sholicah	P	K39
40	Wahyu Setyoningsih	P	K40
41	Zeti Emi Irawati	P	K41

Lampiran 19

Nilai Raport Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

a. Nilai Raport Siswa X MIA 1 (Kelas Eksperimen)

No	Nama	Nilai
1	Abdul Latif	70,88
2	Agung Herry Kuncoro	71,08
3	Ahmad Ali Mas'ud	71,38
4	Aim Matul Ulya	72,38
5	Amelia Dwi Annisa	74,63
6	Anik Setyaningsih	73,96
7	Annisa Adelia Putri	75,88
8	Assa Kamalia	72,00
9	Bayu Sulistyowati	71,67
10	Dani Bayu Anggi Saputro	72,71
11	Denny Alisando	71,38
12	Dewi Rosita Sari	73,08
13	Diah Yuliananik Ratnasari	69,29
14	Diyan Handayani	81,25
15	Ely Wahyu Febriana	70,96
16	Evi Kurniati	71,54
17	Faradisa Agustin Mahmudi	70,71
18	Fatkur Rohman	69,88
19	Febri Kurniawan	72,00
20	Fitri Setyoningsih	75,04
21	Hesti Ratnasari	79,67
22	Irfan Maulana	70,17
23	Laila Krisdamar Febrianti	73,83
24	Layaliya Atika Nafi	74,58

25	Lisna Wahyuni	73,08
26	Madjeroatun	71,96
27	Meigi Satria Frengki Adi	69,96
28	Muhamad Aliman Nafian	73,79
29	Muhammad Ridwan	70,83
30	Nadya Rahayu Lestari	75,63
31	Novi Fatma Sari	70,88
32	Nur Aini	74,13
33	Nur Kusuma Wardani	70,96
34	Prasetyo Utomo	70,04
35	Putri Nurul Awaliyah	70,96
36	Renilda Vili Andini	70,54
37	Rizqi Kurnia Dewi	74,88
38	Santi Mawarni	71,50
39	Siti Muajilah	71,88
40	Sri Sumiati	73,17
41	Vika Amalia	74,21
42	Yakub Artin Yaka Basa	69,75

b. Nilai Raport Siswa Kelas X MIA 3 (Kelas Kontrol)

No	Nama	Nilai
1	Adnan Irmaya Singgih	71,5
2	Ahmad Nafis Hunaifi	70,9
3	Aliffatul Rahmayanti	75,8
4	Ani Nuriyah	70,9
5	Anita Isnaini	75,3
6	Aris Susanto	72,3
7	Bagas Adi Setiawan	69,2
8	Brian Ardianto	74,5
9	David Candra Bayu	69,5
10	Devi Ulfatul Laekah	72,5
11	Dina Arumiati	74,6
12	Endang Safitri	71,0
13	Ening Diyah Nur Arifah	73,8
14	Evvana Tri Ananingtyas	71,8
15	Fita Kurniawati	73,2
16	Haryanti	77,6
17	Ichda Hayu W	70,1
18	Joko Pamungkas	70,2
19	Komsatun Khasanah	75,0
20	Laili Handayani	77,7
21	Linda Fitrianingrum	70,1
22	Lutfi Hidayatul Hasanah	74,6
23	Maruto Giri Pranowo	75,5
24	Meida Taurizki Eka Sylviani	72,8
25	Miffakul Janah	73,7
26	Muhammad Iqbal	72,8
27	Mukhammad Feri Septiyawan	73,6
28	Munjarofah	71,0

29	Nihay Ridani	79,8
30	Novianti Koiriyah	72,7
31	Nur Azizah	73,3
32	Nur Syafa'ah	74,2
33	Putri Diyan Nur Aini	73,3
34	Regita Cahyani Pramudita	75,5
35	Rifki Bisri Mustofa	69,3
36	Safitri Rahmawati	69,8
37	Sholikatul Fitriyah	72,6
38	Siti Rahayu	69,8
39	Tri Nur Hidayati Sholicah	74,3
40	Wahyu Setyoningsih	77,6
41	Zeti Emi Irawati	70,3

Lampiran 20

Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	X MIA 1	X MIA 3
Rata-Rata	72,6	73,0
S ₁ ²	6,2	6,7
F Tabel	1,678	
F Hitung	1,069	
Keterangan	Homogen	

$$s^2 \text{ MIA 1} = \frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}$$

$$s^2 = \frac{\{(70,88-72,6)+(71,08-72,6)+(71,38-72,6)+(72,38-72,6)+(74,63-72,6)+(73,96-72,6)+(75,88-72,6)+(72,00-72,6) (71,67-72,6)+(72,71-72,6)+(71,38-72,6)+(73,08-72,6)+(69,29-72,6)+(81,25-72,6)+(70,96-72,6)+(71,54-72,6)+(70,71-72,6)+(69,88-72,6)+(72,00-72,6)+(75,04-72,6)+(79,67-72,6)+(70,17-72,6)+(73,83-72,6)+(74,58-72,6)+(73,08-72,6)+(71,96-72,6)+(69,96-72,6)+(73,79-72,6)+(70,83-72,6)+(75,63-72,6)+(70,88-72,6)+(74,13-72,6)+(70,96-72,6)+(70,04-72,6)+(70,96-72,6)+(70,54-72,6)+(74,88-72,6)+(71,50-72,6)+(71,88-72,6)+(73,17-72,6)+(74,21-72,6)+(69,75-72,6)\}^2}{42-1}$$

$$= 6,2$$

$$s^2 \text{ MIA3} = \frac{\sum(X_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}$$

$$\begin{aligned} & \{(71,50-73,0)+(70,94-73,0)+(75,81-73,0)+(70,92-73,0)+(75,33- \\ & 73,0)+(72,33-73,0)+(69,22-73,0)+(74,53-73,0)+(69,47- \\ & 73,0)+(72,50-73,0)+(74,64-73,0)+(71,00-73,0)+(73,75- \\ & 73,0)+(71,81-73,0)+(73,19-73,0)+(77,64-73,0)+(70,14- \\ & 73,0)+(70,17-73,0)+(75,03-73,0)+(77,67-73,0)+(70,08- \\ & 73,0)+(74,25-73,0)+(75,50-73,0)+(72,75-73,0)+(73,69- \\ & 73,0)+(72,78-73,0)+(73,58-73,0)+(71,03-73,0)+(79,78- \\ & 73,0)+(72,69-73,0)+(73,31-73,0)+(74,22-73,0)+(73,31- \\ & 73,0)+(75,47-73,0)+(69,31-73,0)+(69,75-73,0)+(72,56- \\ & 73,0)+(69,75-73,0)+(74,33-73,0)+(77,58-73,0)+(70,28-73,0)\}^2 \\ s^2 = & \frac{\hspace{15em}}{41-1} \\ = & 6,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{s^2 \text{ terbesar}}{s^2 \text{ terkecil}} \\ &= \frac{6,7}{6,2} \\ &= 1,069 \end{aligned}$$

Lampiran 21

Daftar Nama Siswa Kelas Uji Coba

No	Nama	Kode
1	Aenur Rofiah	A1
2	Alfianti Nur Baity	A2
3	Anifatun Nuruyati	A3
4	Anis Nur Hidayati	A4
5	Catur Yuli Ari	A5
6	Deni Buana Putra	A6
7	Diah Ayu Safitri	A7
8	Dila Anjawati	A8
9	Ferry Handoko	A9
10	Hidayati M	A10
11	Iis Setyowati	A11
12	Junaidi	A12
13	Luluk Nabila Diannur	A13
14	Maria Ulfah	A14
15	Muhammad Anggi Riski	A15
16	Mukhammad Aji S	A16
17	Mulyo Andri P	A17
18	Mustajibul Ulum	A18
19	Nabila Nur Khasanah	A19
20	Ni'ma Mahmudah	A20
21	Nurul Fajria	A21
22	Nurul Khasanah	A22
23	Nurul Khusna	A23
24	Pramusinta D A	A24
25	Puji Lestari	A25
26	Ratna Sulistyowati	A26

27	Shellafia Nur Halisa	A27
28	Siti Komariah	A28
29	Supriyadi	A29
30	Totok Prastyo	A30
31	Vika Wahyu Sri	A31
32	Yuni Siti Rokhayatun	A32
33	Yulia ambarwati	A33

Lampiran 22

Kisi-Kisi Soal Uji Coba

No	Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Indikator Soal
1		Gerak Harmonik Sederhana	Pengertian Gerak Harmonik Sederhana
2		Hubungan gaya dengan detaran	Gaya yang menyebabkan badul kembali ke titik kesetimbangan
3		Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Pengertian periode
4	Menganalisis hubungan antara gaya dan gerak getaran	Energi Gerak Harmonik Sederhana	Posisi bandul ketika energi mekanik terbesar
5		Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Menentukan periode dari persamaan simpangan bandul
6		Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana	Memahami kecepatan Gerak Harmonik Sederhana
7		Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Faktor yang mempengaruhi periode bandul
8		Gerak Harmonik Sederhana	
9		Simpangan Gerak	Meghitung simpangan bandul

10	Harmonik Sederhana Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana	dengan sudut fase 90^0 Menghitung kecepatan maksimal Gerak Harmonik Sederhana pegas
11	Hubungan gaya dengan getaran Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung periode getaran
12	bandul	Menghitung percepatan gravitasi dari percobaan bandul
13	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana”	Fase getaran
14	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung energi potensial ayunan
15	Gerak Harmonik Sederhana bandul	Menghitung percepatan gravitasi dari percobaan Gerak Harmonik Sederhana pada bandul
16	Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Menganalisis periode getaran sebuah permainan
17	Sudut fase dan beda fase	Menghitung selisih sudut fase dari dua osilator

18	Hubungan gaya dengan getaran	Menghitung periode getaran
19	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung simpangan ketika energi potensial maksimal
20	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung kelajuan maksimal
21	Gerak Harmonik Sederhana bandul	Menghitung massa yang digunakan ketika percobaan Gerak Harmonik Sederhana pada pegas
22	Gerak Harmonik Sederhana	Karakteristik Gerak Harmonik Sederhana
23		Pengertian frekuensi
24		Memahami getaran
25	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung amplitudo dari persamaan simpangan
26	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Pengertian energi mekanik
27	Gaya pemulih	Gaya yang menyebabkan bandul berhenti bergetar
28	Percepatan Gerak	Persamaan percepatan

	Harmonik Sederhana	maksimum
29		Memahami percepatan maksimum
30	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung selisih fase
31	Periode, frekuensi, dan frekuensi sudut	Menghitung frekuensi dari persamaan simpangan
32	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Memahami energi pada Gerak Harmonik Sederhana
33		Periode bandul
34	Periode, frekuensi, dan frekuensi sudut	Frekuensi getaran pegas
35		periode getaran pegas
36	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Simpangan getar saat terjadi Gerak Harmonik Sederhana
37	Gerak Harmonik Sederhana	Menganalisis grafik gaya terhadap panjang pegas
38	pegas	Menghitung gaya pada getaran pegas
39		Menganalisis data percobaan getaran pegas

Lampiran 23

Soal Uji Coba

Mata Pelajaran : FISIKA

Materi Pokok : Gerak Harmonik
Sederhana

Kelas : X (Sepuluh)

Jumlah Soal : 30 Butir

Waktu : 90 menit

1. Gerak Harmonik Sederhana adalah....
 - a. gerak bolak-balik benda atau bergetar atau melakukan gerak di sekitar titik kesetimbangan.
 - b. gerak benda yang berotasi di titik kesetimbangan.
 - c. gerak benda atau geratan benda yang melakukan gerak bolak-balik tanpa henti.
 - d. gerak benda berada di titik kesetimbangan
 - e. gerak benda menuju titik kesetimbangan.
2. Gaya yang menyebabkan bandul yang bergetar akhirnya berhenti adalah....
 - a. gaya berat
 - b. gaya gravitasi
 - c. gaya pemulih
 - d. gaya sentripetal
 - e. gaya dorong
3. Periode getaran adalah....
 - a. waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 - b. banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon
 - c. kecepatan yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 - d. gerak dilakukan benda dalam selang waktu tertentu
 - e. kecepatan benda dalam selang waktu tertentu
4. Bandul sederhana yang sedang bergetar memiliki energi mekanik maksimal ketika bandul berada pada posisi....
 - a. simpangan 95^0
 - b. periode 0 s
 - c. titik kesetimbangan
 - d. disimpangkan tetapi belum bergetar
 - e. bandul melakukan 1 getaran penuh
5. Diketahui sebuah bandul bergetar harmonik dengan persamaan $y = 0,04 \sin 20\pi t$ berapakah periode bandul tersebut....
 - a. 0,1 s
 - b. 0,002 s
 - c. $0,8\pi$ s
 - d. 10 s
 - e. 500 s
6. Kecepatan benda yang bergerak harmonik sederhana adalah....
 - a. terbesar pada simpangan terbesar
 - b. tetap besarnya
 - c. terbesar pada simpangan terkecil
 - d. tidak tergantung pada frekuensi getaran
 - e. tidak tergantung pada simpangannya
7. Besaran fisika yang mempengaruhi besarnya periode suatu ayunan (bandul) sederhana adalah....
 - a. panjang bandul, massa beban, dan percepatan gravitasi
 - b. panjang tali dan percepatan grafitasi
 - c. massa beban dan amplitudo getaran

- d. amplitudo getaran
e. panjang tali
8. Sebuah benda yang di ikat dengan seutas benang hanya dapat berayun dengan simpangan kecil. Penyebab periode ayunannya bertambah besar, adalah....
1. Ayunannya diberi simpangan awal yang besar
 2. Massa benda ditambah
 3. Ayunan diberi kecepatan awal
 4. Benang penggantungnya ditambah
- Pernyataan di atas yang benar adalah....
- a. ayunannya diberi simpangan awal yang besar, massa benda ditambah, dan diberi kecepatan awal.
 - b. ayunannya diberi simpangan awal yang besar dan diberi kecepatan awal.
 - c. ayunan diberi kecepatan awal dan panjang benang penggantungnya ditambah
 - d. panjang benang penggantung ditambah
 - e. mssa benda ditambah dan panjang benang penggantungnya ditambah
9. Simpangan bandul saat sudut fase bandul 90^0 dengan persamaan simpangan $y = 0,04 \sin \pi t$ adalah....
- a. 0,04 m
 - b. 0,02 m
 - c. 0,08 m
 - d. 1,2 m
 - e. 750 m
10. Kecepatan pegas yang sedang bergerak harmonik adalah $v = 5 \sin 3t$. Kecepatan maksimal pegas tersebut adalah....
- a. 5 m/s
 - b. 2 m/s
 - c. 4 m/s
 - d. 40 m/s
 - e. 55 m/s
11. Sebuah beban bermassa 250 gram digantung pada sebuah pegas yang memiliki konstanta 100 N/m kemudian disimpangkan hingga terjadi getaran. Berapakah periode getaran adalah....
- a. 40π s
 - b. 5π s
 - c. $3,5 \pi$ s
 - d. $0,4 \pi$ s
 - e. $0,1 \pi$ s
12. Sebuah bandul matematis memiliki pajang tali 160 cm, beban massa 200 gram dan periode 2,55 s. Gravitasi di tempat bandul tersebut adalah....
- a. 9 m/s^2
 - b. $8,9 \text{ m/s}^2$
 - c. $9,7 \text{ m/s}^2$
 - d. $9,4 \text{ m/s}^2$
 - e. 10 m/s^2
13. Syarat getaran benda dikatakan sefase adalah....
- a. Selisih kedua getaran bernilai bilangan cacah
 - b. Selisih kedua getaran bernilai bilangan bulat
 - c. Selisih kedua getaran bernilai bilangan ganjil
 - d. Selisih kedua getaran bernilai bilangan genap
 - e. Selisih kedua getaran bernilai setengah bilangan cacah
14. Sebuah benda bermassa 200 gram tergantung di ujung tali bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon. Energi potensial ayunan saat simpangannya 1 cm adalah....
- a. $\pi^2 \times 10^3 \text{ J}$
 - b. $20\pi^2 \text{ J}$
 - c. $10\pi^2 \text{ J}$
 - d. $5\pi^2 \text{ J}$

e. $\pi^2 \times 10^{-3} \text{J}$

15. Percobaan menggunakan bandul sederhana yang diayunkan menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	Panjang tali	Periode
1	1,6	2,5
2	1,6	2,6
3	1,6	2,55

Gravitasi di tempat pengambilan data tersebut adalah....

- a. $8,0 \text{ m/s}^2$
 b. $7,3 \text{ m/s}^2$
 c. $9,5 \text{ m/s}^2$
 d. $9,7 \text{ m/s}^2$
 e. $10,3 \text{ m/s}^2$
16. Permainan *budgi jumping* sedang dinaiki bagas yang bergetar dengan periode 2 sekon. Dodi ikut menaiki permainan tersebut sehingga periode getarannya berubah. Periode getaran setelah dodi ikut bermain apabila berat bintang 40 kg dan berat dodi 50 kg adalah....
- a. 3 s
 b. $\sqrt{5}$ s
 c. $\sqrt{8}$ s
 d. 10 s
 e. 12 s
17. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 10 Hz dan 40 Hz. Setelah 5/4 sekon, selisih sudut fase kedua getaran itu adalah....
- a. 0°
 b. 30°
 c. 45°
 d. 90°
 e. 180°
18. Tiga buah pegas dengan konstanta $k_1 = k_2$ sebesar 100 N/m dan $k_3 = 150$ N/m disusun secara paralel. Periode pegas tersebut jika massa beban $m = 3,5$ kilogram adalah....

- a. $0,2 \pi$ sekon
 b. 1π sekon
 c. 3π sekon
 d. 6π sekon
 e. π sekon

19. Sebuah pegas bergetar harmonis dengan amplitudo 4 cm. Simpangan getar saat energi kinetik dua kali energi potensial adalah....

- a. $\frac{4}{3} \sqrt{3}$ cm
 b. $\sqrt{3}$ cm
 c. 2 cm
 d. 8 cm
 e. 0,2 cm

20. Persamaan perpindahan sebuah benda yang melakukan gerak harmonik adalah $Y = 5 \sin 10t$ meter. Kelajuan maksimum benda tersebut adalah....

- a. 0,5 m/s
 b. 2 m/s
 c. 5 m/s
 d. 10 m/s
 e. 50 m/s

21. Percobaan menggunakan pegas yang digetarkan menghasilkan data sebagai berikut.

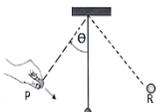
Percobaan	Periode
1	4
2	3,8
3	4

Massa yang digunakan untuk melakukan percobaan tersebut jika konstanta pegas 1 N/m adalah....

- a. 391 gram
 b. 300 gram
 c. 250 gram
 d. 230 gram
 e. 100 gram

22. Karakteristik gerak harmonik sederhana adalah....

- a. benda bergetar atau melakukan gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan.

- b. benda berotasi di titik kesetimbangan.
 c. benda bergetar atau melakukan gerak bolak-balik tanpa henti.
 d. benda berada di titik kesetimbangan
 e. benda bergerak menuju titik kesetimbangan.
23. Frekuensi getaran adalah....
 a. waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 b. banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon
 c. kecepatan yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 d. gerak dilakukan benda dalam selang waktu tertentu
 e. kecepatan benda dalam selang waktu tertentu
24. Dari gambar disamping diketahui sebuah bandul gerak harmonik sederhana, yang dimaksud dengan getaran adalah gerak titik....

 a. P-Q
 b. P-Q-P
 c. P-Q-R
 d. P-Q-R-Q
 e. P-Q-R-Q-P
25. Sebuah partikel bergetar memenuhi persamaan $y = 4 \sin 24\pi t$, berapa amplitudo getaran partikel tersebut?
 a. 4 m.
 b. $\sin 24$ m.
 c. $\sin 24 \pi$ m.
 d. $\sin 24 \pi t$ m.
 e. $4 \sin 24 \pi t$ m.
26. Energi mekanik merupakan....
 a. sekumpulan energi yang terdapat pada sistem mekanis terdiri atas energi kinetik dan potensial
 b. energi yang menyebabkan benda selalu bergetar
 c. energi benda karena kedudukannya
 d. energi karena kecepatan gerak benda
 e. energi ketika benda berada pada posisi kesetimbangan
27. Benda melakukan gerak harmonik sederhana nantinya akan berhenti dikarenakan...
 a. gaya sentripetal
 b. gaya gesek dan gaya gravitasi
 c. massa benda terlalu berat
 d. gaya pemulih
 e. benda kehilangan kecepatan untuk bergerak
28. Persamaan percepatan maksimum dibawah ini yang benar adalah....
 a. $a_m = fA$
 b. $a_m = \omega^2 A$
 c. $a_m = \omega A \cos \omega t$
 d. $a_m = f A \cos \omega t$
 e. $a_m = A \sin^2 \omega t$
29. Di antara pernyataan tentang percepatan gerak harmonik ini, yang benar adalah....
 a. mengalami nilai maksimum pada saat lajunya maksimum
 b. sebanding dengan pangkat dua periode getaran
 c. berbanding terbalik dengan frekuensi
 d. sebanding dengan simpangannya
 e. sebanding dengan kuadrat amplitudo
30. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 10 Hz dan 40 Hz. Setelah 2

sekon, kedua getaran itu berselisih sudut fase....

- 0^0
- 95^0
- 140^0
- 180^0
- $565,2^0$

31. Persamaan gerak harmonik sebuah bandul yang bergerak bolak-balik dinyatakan:

$$y = 0,10 \sin 20\pi t$$

Besarnya frekuensi yang dimiliki bandul tersebut adalah....

- 0,1 Hz
- 1,0 Hz
- 10 Hz
- 20 Hz
- 30 Hz

32. Bandul melakukan GHS dengan amplitudo A. Simpangan saat energi potensial sistem akan sama dengan energi kinetiknya adalah....

- 0
- $\frac{1}{2} \sqrt{A}$
- $\frac{\sqrt{2}}{2} A$
- $\frac{1}{4} A$
- $\frac{1}{2} A$

33. Sebuah pendulum berayun dengan periode 1 sekon di suatu tempat dengan percepatan jatuh bebas adalah g. Jika berayun di tempat lain yang percepatan jatuh bebasnya g' , maka periodenya menjadi....

- $\frac{g'}{g}$ s
- $\frac{g}{g'}$ s
- $\sqrt{\frac{g'}{g}}$ s
- $\sqrt{\frac{g}{g'}}$ s
- 1 s

34. Sebuah pegas digantungi beban bermassa 300 g, kemudian ditarik sehingga memiliki frekuensi gerak

harmonis pegas sebesar 2 Hz. Massa benda yang harus ditambahkan agar frekuensi gerak harmonis pegas menjadi 1,5 Hz adalah....

- 150 g
- 233 g
- 348 g
- 418 g
- 533 g

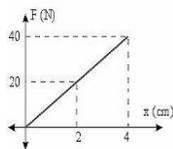
35. Dua buah pegas dengan konstanta sama besar masing-masing sebesar 150 N/m disusun secara paralel. Berapa besar periode pegas tersebut jika massa beban $m = 3$ kg

- $\frac{1}{4} \pi$ sekon
- $\frac{1}{2} \pi$ sekon
- $0,2 \pi$ sekon
- $0,4 \pi$ sekon
- π sekon

36. Sebuah pegas bergetar harmonis dengan amplitudo 4 cm. Bandul akan memiliki energi potensial maksimal ketika bandul berada pada posisi....

- 4 cm
- 2 cm
- $\frac{1}{4}$ cm
- $\frac{1}{2}$ cm
- 0 cm

37. Grafik berikut menunjukkan hubungan F (gaya) terhadap x (perpindahan) suatu pegas.



Jika pegas disimpangkan 8 cm, energi potensial pegas tersebut adalah....

- $1,6 \times 10^{-5}$ joule
- 3,2 joule

- c. 8 joule
 d. 16 joule
 e. $3,2 \times 10^{-2}$ joule
38. Sebuah benda bermassa 50 g bergerak harmonis sederhana dengan amplitudo 10 cm dan periode 0,2 s. Besar gaya yang bekerja pada sistem saat simpangannya setengah amplitudo adalah....
- a. 1,0 N
 b. 2,5 N
 c. 3,5 N
 d. 4 N
 e. 5 N
39. Percobaan menggunakan pegas yang digantung menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	F (N)	Δx (cm)
1	88	11
2	64	8
3	40	5

F = gaya beban pegas, Δx = pertambahan panjang pegas.

Berdasarkan data tersebut, besar tetapan (konstanta pegas) yang dimiliki pegas adalah....

- a. 800 Nm^{-1}
 b. 80 Nm^{-1}
 c. 8 Nm^{-1}
 d. $0,8 \text{ Nm}^{-1}$
 e. $0,08 \text{ Nm}^{-1}$

Lampiran 24

Lembar Jawaban Soal Uji Coba

ULANGAN BAB GERAK HARMONIK SEDERHANA

XI

Nama : Puji Lestari Tanggal : 3-05-2017
 Kelas : XI MIPA 3 Tanda tangan : [Signature]
 Nomor Absen : 26

Petunjuk Pengisian:

1. Tes berupa soal pilihan ganda.
2. Siswa diminta menjawab soal dengan teliti dan sungguh-sungguh.
3. Berilah tanda X pada jawaban yang anda anggap benar.

Soal:

1. Gerak Harmonik Sederhana adalah....
 - a. gerak bolak-balik benda atau bergetar atau melakukan gerak di sekitar titik kesetimbangan.
 - b. gerak benda yang berotasi di titik kesetimbangan.
 - c. gerak benda atau geratan benda yang melakukan gerak bolak-balik tanpa henti.
 - d. gerak benda berada di titik kesetimbangan
 - e. gerak benda menuju titik kesetimbangan.
2. Gaya yang menyebabkan bandul yang bergetar akhirnya berhenti adalah....
 - a. gaya berat
 - b. gaya gravitasi
 - c. gaya pemulih *• gaya yg dilupakan pegas*
 - d. gaya sentripetal *• Mengem ballikan benda pd posisi kesetimbangan*
 - e. gaya dorong
3. Periode getaran adalah....
 - a. waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 - b. banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon
 - c. kecepatan yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 - d. gerak dilakukan benda dalam selang waktu tertentu
 - e. kecepatan benda dalam selang waktu tertentu
4. Bandul sederhana yang sedang bergetar memiliki energi mekanik maksimal ketika bandul berada pada posisi....
 - a. simpangan 95°
 - b. periode 0 s
 - c. titik kesetimbangan
 - d. disimpangkan tetapi belum bergetar
 - e. bandul melakukan 1 getaran penuh
5. Diketahui sebuah bandul bergetar harmonik dengan persamaan $y = 0,04 \sin 20\pi t$ berapakah periode bandul tersebut....
 - a. 0,1 s
 - b. 0,02 s
 - c. $0,8\pi$ s
 - d. 10 s
 - e. 500 s
6. Kecepatan benda yang bergerak harmonik sederhana adalah....
 - a. terbesar pada simpangan terbesar
 - b. tetap besarnya
 - c. terbesar pada simpangan terkecil
 - d. tidak tergantung pada frekuensi getaran
 - e. tidak tergantung pada simpangannya
7. Besaran fisika yang mempengaruhi besarnya periode suatu ayunan (bandul) sederhana adalah....
 - a. panjang bandul, massa beban, dan percepatan gravitasi
 - b. panjang tali dan percepatan gravitasi
 - c. massa beban dan amplitudo getaran
 - d. amplitudo getaran
 - e. panjang tali
8. Sebuah benda yang di ikat dengan seutas benang hanya dapat berayun dengan simpangan kecil. Penyebab periode ayunannya bertambah besar, adalah....
 1. Ayunannya diberi simpangan awal yang besar
 2. Massa benda ditambah
 3. Ayunan diberi kecepatan awal
 4. Benang penggantungnya ditambah

Pernyataan di atas yang benar adalah....

 - a. ayunannya diberi simpangan awal yang besar, massa benda ditambah, dan diberi kecepatan awal.
 - b. ayunannya diberi simpangan awal yang besar dan diberi kecepatan awal.
 - c. ayunan diberi kecepatan awal dan panjang benang penggantungnya ditambah
 - d. panjang benang penggantung ditambah
 - e. mssa benda ditambah dan panjang benang penggantungnya ditambah

gerak harmonis = gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan

* $y = 0,04 \sin 20\pi t$

\downarrow
 $A = 0,04 \text{ M (Amplitudo)}$

* frekuensi $\dots \sin 20\pi t$ * periode $T = \frac{1}{f}$

9. Simpangan bandul saat sudut fase bandul 90° dengan persamaan simpangan $y = 0,04 \sin \pi t$ adalah....
- 0,04 m
 - 0,02 m
 - 0,08 m
 - 1,2 m
 - 750 m

10. Kecepatan pegas yang sedang bergerak harmonik adalah $v = 5 \sin 3t$. Kecepatan maksimal pegas tersebut adalah....
- 5 m/s
 - 2 m/s
 - 4 m/s
 - 40 m/s
 - 55 m/s

11. Sebuah beban bermassa 250 gram digantung pada sebuah pegas yang memiliki konstanta 100 N/m kemudian disimpangkan hingga terjadi getaran. Berapakah periode getaran adalah....

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{0,25}{100}} = 2\pi \sqrt{\frac{25}{10000}} = 2\pi \cdot \frac{5}{100} = 0,1\pi$$

12. Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 160 cm, beban massa 200 gram dan periode 2,55 s. Gravitasi di tempat bandul tersebut adalah....
- 9 m/s^2
 - $8,9 \text{ m/s}^2$
 - $9,7 \text{ m/s}^2$
 - $9,4 \text{ m/s}^2$
 - 10 m/s^2

13. Syarat getaran benda dikatakan sefase adalah....
- Selisih kedua getaran bernilai bilangan cacah
 - Selisih kedua getaran bernilai bilangan bulat
 - Selisih kedua getaran bernilai bilangan ganjil
 - Selisih kedua getaran bernilai bilangan genap
 - Selisih kedua getaran bernilai setengah bilangan cacah

14. Sebuah benda bermassa 200 gram tergantung di ujung tali bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon. Energi potensial ayunan saat simpangannya 1 cm adalah....
- $$E_p = \frac{1}{2} M \omega^2 y^2$$

$$= \frac{1}{2} (2 \cdot 10^{-1}) (10\pi)^2 (10^{-2})^2$$

$$= 10^{-1} \cdot 10^2 \pi^2 \cdot 10^{-4}$$

$$= \pi^2 \cdot 10^{-3}$$
- $\pi^2 \times 10^3 \text{ J}$
 - $20\pi^2 \text{ J}$
 - $10\pi^2 \text{ J}$
 - $5\pi^2 \text{ J}$
 - $\pi^2 \times 10^{-3} \text{ J}$

15. Percobaan menggunakan bandul sederhana yang diayunkan menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	Panjang tali	Periode
1	1,6	2,5
2	1,6	2,6
3	1,6	2,55

Gravitasi di tempat pengambilan data tersebut adalah....

- $8,0 \text{ m/s}^2$
 - $7,3 \text{ m/s}^2$
 - $9,5 \text{ m/s}^2$
 - $9,7 \text{ m/s}^2$
 - $10,3 \text{ m/s}^2$
16. Permainan *budji jumping* sedang dinaiki bagas yang bergetar dengan periode 2 sekon. Dodi ikut menaiki permainan tersebut sehingga periode getarannya berubah. Periode getaran setelah dodi ikut bermain apabila berat bintang 40 kg dan berat dodi 50 kg adalah....

- 3 s
- $\sqrt{5}$ s
- $\sqrt{8}$ s
- 10 s
- 12 s

17. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 10 Hz dan 40 Hz. Setelah $5/4$ sekon, selisih sudut fase kedua getaran itu adalah....

$$A\theta = \theta_2 - \theta_1 = 75^\circ = 180^\circ$$

$$= 2\pi (2t - f_1 \cdot t)$$

$$= 2\pi (40 \cdot (\frac{5}{4}) - 10 (\frac{5}{4}))$$

$$= 2\pi (50 - 12,5)$$

$$= 2\pi (37,5)$$

18. Tiga buah pegas dengan konstanta $k_1 = k_2$ sebesar 100 N/m dan $k_3 = 150$ N/m disusun secara paralel. Periode pegas tersebut jika massa beban $m = 3,5$ kilogram adalah....

- $0,2\pi$ sekon
- 1 π sekon
- 3 π sekon
- 6 π sekon
- π sekon

19. Sebuah pegas bergetar harmonis dengan amplitudo 4 cm. Simpangan getar saat energi kinetik dua kali energi potensial adalah....

- $\frac{4}{3}\sqrt{3}$ cm
- $\sqrt{3}$ cm
- 2 cm
- 8 cm
- 0,2 cm

20. Persamaan perpindahan sebuah benda yang melakukan gerak harmonik adalah $Y = 5 \sin 10t$ meter. Kelajuan maksimum benda tersebut adalah....

- a. 0,5 m/s
 b. 2 m/s
 c. 5 m/s
 d. 10 m/s
 e. 50 m/s
21. Percobaan menggunakan pegas yang digetarkan menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	Periode
1	4
2	3,8
3	4

- Massa yang digunakan untuk melakukan percobaan tersebut jika konstanta pegas 1 N/m adalah....
- a. 391 gram
 b. 300 gram
 c. 250 gram
 d. 230 gram
 e. 100 gram
22. Karakteristik gerak harmonik sederhana adalah....
- a. benda bergetar atau melakukan gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan.
 b. benda berotasi di titik kesetimbangan.
 c. benda bergetar atau melakukan gerak bolak-balik tanpa henti.
 d. benda berada di titik kesetimbangan
 e. benda bergerak menuju titik kesetimbangan.

23. Frekuensi getaran adalah....
- a. waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 b. banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon
 c. kecepatan yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 d. gerak dilakukan benda dalam selang waktu tertentu
 e. kecepatan benda dalam selang waktu tertentu
24. Dari gambar disamping diketahui sebuah bandul gerak harmonik sederhana, yang dimaksud dengan getaran adalah gerak titik....



- a. P-Q
 b. P-Q-P
 c. P-Q-R
 d. P-Q-R-Q
 e. P-Q-R-Q-P
25. Sebuah partikel bergetar memenuhi persamaan $y = 4 \sin 24\pi t$, berapa amplitudo getaran partikel tersebut?
 a. 4 m.

- b. $\sin 24 \pi$.
 c. $\sin 24 \pi \text{ m}$.
 d. $\sin 24 \pi t \text{ m}$.
 e. $4 \sin 24 \pi t \text{ m}$.
26. Energi mekanik merupakan....
- a. sekumpulan energi yang terdapat pada sistem mekanis terdiri atas energi kinetik dan potensial
 b. energi yang menyebabkan benda selalu bergetar
 c. energi benda karena kedudukannya
 d. energi karena kecepatan gerak benda
 e. energi ketika benda berada pada posisi kesetimbangan
27. Benda melakukan gerak harmonik sederhana nantinya akan berhenti dikarenakan....
- a. gaya sentripetal
 b. gaya gesek dan gaya gravitasi
 c. massa benda terlalu berat
 d. gaya pemulih
 e. benda kehilangan kecepatan untuk bergerak
28. Persamaan percepatan maksimum dibawah ini yang benar adalah....
- a. $a_m = fA$
 b. $a_m = \omega^2 A$
 c. $a_m = \omega \text{Acos}\omega t$
 d. $a_m = f \text{Acos}\omega t$
 e. $a_m = A \sin^2 \omega t$
29. Di antara pernyataan tentang percepatan gerak harmonik ini, yang benar adalah....
- a. mengalami nilai maksimum pada saat lajunya maksimum
 b. sebanding dengan pangkat dua periode getaran
 c. berbanding terbalik dengan frekuensi
 d. sebanding dengan simpangannya
 e. sebanding dengan kuadrat amplitudo
30. Kecepatan benda yang bergerak harmonis sederhana adalah....
- a. terbesar pada simpangan terbesar
 b. terkecil pada simpangan terkecil
 c. terbesar pada simpangan terkecil
 d. terbesar pada frekuensi getaran besar
 e. besarnya tetap tidak tergantung simpangan

31. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 10 Hz dan 40 Hz. Setelah 2 sekon, kedua getaran itu berselisih sudut fase....

$$\begin{aligned} \Delta \theta &= \theta_2 - \theta_1 \\ &= 2\pi f_2 t - 2\pi f_1 t \\ &= 2\pi (f_2 - f_1) t \\ &= 2\pi (40 - 10) \left(\frac{2}{1}\right) \\ &= 2\pi (50 - 12,5) \\ &= 2\pi (37,5) \end{aligned}$$

- c. $565,2^0$
32. Persamaan gerak harmonik sebuah bandul yang bergerak bolak-balik dinyatakan:
 $y = 0,10 \sin 20\pi t$
 Besarnya frekuensi yang dimiliki bandul tersebut adalah....
- a. 0,1 Hz $\omega = 20\pi$
 b. 1,0 Hz $2\pi f = 20\pi$
 c. 10 Hz $f = 10 \text{ Hz}$
 d. 20 Hz
 e. 30 Hz

33. Bandul melakukan GHS dengan amplitudo A. Simpangan saat energi potensial sistem akan sama dengan energi kinetiknya adalah....
- a. 0
 b. $\frac{1}{2} \sqrt{A}$
 c. $\frac{\sqrt{2}}{2} A$
 d. $\frac{1}{4} A$
 e. $\frac{1}{2} A$

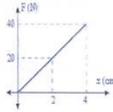
33. Sebuah pendulum berayun dengan periode 1 sekon di suatu tempat dengan percepatan jatuh bebas adalah g. Jika berayun di tempat lain yang percepatan jatuh bebannya g', maka periodenya menjadi....
- a. $\frac{g'}{g} s$
 b. $\frac{g}{g'} s$
 c. $\sqrt{\frac{g'}{g}} s$
 d. $\sqrt{\frac{g}{g'}} s$
 e. 1 s

34. Sebuah pegas digantungi beban bermassa 300 g, kemudian ditarik sehingga memiliki frekuensi gerak harmonis sebesar 2 Hz. Massa benda yang harus ditambahkan agar frekuensi gerak harmonis pegas menjadi 1,5 Hz adalah....
- a. 150 g
 b. 233 g
 c. 348 g
 d. 418 g
 e. 533 g

35. Dua buah pegas dengan konstanta sama besar masing-masing sebesar 150 N/m disusun secara paralel. Berapa besar periode pegas tersebut jika massa beban $m = 3 \text{ kg}$
- a. $\frac{1}{4} \pi$ sekon
 b. $\frac{1}{2} \pi$ sekon
 c. $0,2 \pi$ sekon
 d. $0,4 \pi$ sekon
 e. π sekon

37. Sebuah pegas bergetar harmonis dengan amplitudo 4 cm. Badul akan memiliki energi potensial maksimal ketika berapa pada posisi....
- a. 4 cm
 b. 2 cm
 c. $\frac{1}{4}$ cm
 d. $\frac{1}{2}$ cm
 e. 0 cm

38. Grafik berikut menunjukkan hubungan F (gaya) terhadap x (perpindahan) suatu pegas.



- Jika pegas disimpangkan 8 cm, energi potensial pegas tersebut adalah....
- a. $1,6 \times 10^{-5}$ joule
 b. 3,2 joule
 c. 8 joule
 d. 16 joule
 e. $3,2 \times 10^{-2}$ joule

39. Sebuah benda bermassa 50 g bergerak harmonis sederhana dengan amplitudo 10 cm dan periode 0,2 s. Besar gaya yang bekerja pada sistem saat simpangannya setengah amplitudo adalah....
- a. 1,0 N
 b. 2,5 N
 c. 3,5 N
 d. 4 N
 e. 5 N

40. Percobaan menggunakan pegas yang digantungi menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	F (N)	Δx (cm)
1	88	11
2	64	8
3	40	5

- F = gaya beban pegas, Δx = pertambahan panjang pegas.
 Berdasarkan data tersebut, besar tetapan (konstanta pegas) yang dimiliki pegas adalah....
- a. 800 Nm^{-1}
 b. 80 Nm^{-1}
 c. 8 Nm^{-1}
 d. $0,8 \text{ Nm}^{-1}$
 e. $0,08 \text{ Nm}^{-1}$

Lampiran 25

Analisis Soal Uji Coba

No	Kode	No Soal												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	A1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
2	A2	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
3	A3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
4	A4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
5	A5	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
6	A6	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
7	A7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
8	A8	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
9	A9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
10	A10	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0
11	A11	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0
12	A12	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
13	A13	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
14	A14	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
15	A15	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
16	A16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
17	A17	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
18	A18	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
19	A19	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
20	A20	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
21	A21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
22	A22	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
23	A23	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
24	A24	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
25	A25	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
26	A26	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
27	A27	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
28	A28	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
29	A29	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
30	A30	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
31	A31	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
32	A32	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
33	A33	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Jumlah		29	32	29	18	29	23	2	25	20	12	32	9	10

Validitas

p	0,879	0,9697	0,8788	0,54545	0,87879	0,697	0,0606	0,7576	0,60606	0,3636	0,9697	0,2727	0,303
q	0,121	0,0303	0,1212	0,45455	0,12121	0,303	0,9394	0,2424	0,39394	0,6364	0,0303	0,7273	0,697
Mp	26,34	25,406	26,448	28,0556	26,4483	26,913		26,92	27,2	29	25,406	29,778	29,7
Mt	25,48												
Mp-Mt	0,86	-0,0786	0,9634	2,57071	0,96343	1,4282	5,5152	1,4352	1,71515	3,5152	-0,079	4,2929	4,2152
SDt	5,816												
akar (p/q)	2,693	5,6569	2,6926	1,09545	2,69258	1,5166	0,254	1,7678	1,24035	0,7559	5,6569	0,6124	0,6594
rpb	0,398	-0,0764	0,446	0,4842	0,44603	0,3724	0,2409	0,4362	0,36578	0,4569	-0,076	0,452	0,4779
Kriteria	valid	Tidak	valid	valid	valid	valid	Tidak	valid	valid	valid	Tidak	valid	valid

r-table Dengan taraf signifikan 5% dan N=33 di peroleh r-table=0,344

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1
22	11	16	20	18	23	14	24	29	29	29	18	29

0,6667	0,3333	0,4848	0,60606	0,54545	0,697	0,4242	0,7273	0,8788	0,8788	0,8788	0,5455	0,8788
0,3333	0,6667	0,5152	0,39394	0,45455	0,303	0,5758	0,2727	0,1212	0,1212	0,1212	0,4545	0,1212
27,045	28,818	28,063	27,4	28,0556	26,957	28,286	26,917	26,034	26,483	26,621	28	26,655
1,5606	3,3333	2,5777	1,91515	2,57071	1,4717	2,8009	1,4318	0,5496	0,9979	1,1358	2,5152	1,1703
1,4142	0,7071	0,9701	1,24035	1,09545	1,5166	0,8584	1,633	2,6926	2,6926	2,6926	1,0954	2,6926
0,3795	0,4053	0,43	0,40844	0,4842	0,3838	0,4134	0,402	0,2545	0,462	0,5259	0,4737	0,5418
valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	Tidak	valid	valid	valid	valid

27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	xt	xt ²
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35	1225
1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	28	784
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	31	961
1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	30	900
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	31	961
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	26	676
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	32	1024
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	23	529
1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	28	784
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	28	784
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	28	784
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	28	784
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	23	529
1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	16	256
0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	18	324
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	31	961
1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	22	484
1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	17	289
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	21	441
1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	30	900
1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	29	841
1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	26	676
1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	19	361
1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	31	961
1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	23	529
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	23	529
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	841
1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	15	225
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	34	1156
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	18	324
1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	14	196
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	33	1089
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	21	441
31	20	9	22	20	25	26	19	14	23	27	26	27	841	22549

0,9394	0,60606	0,27273	0,6667	0,6061	0,7576	0,7879	0,5758	0,4242	0,697	0,8182	0,7879	0,8182
0,0606	0,39394	0,72727	0,3333	0,3939	0,2424	0,2121	0,4242	0,5758	0,303	0,1818	0,2121	0,1818
25,645	27,8	23,7778	27	27,75	26,84	25,654	27,474	27,857	25,043	26,556	26,346	26,63
0,1603	2,31515	-1,7071	1,5152	2,2652	1,3552	0,169	1,9888	2,3723	-0,441	1,0707	0,8613	1,1448
3,937	1,24035	0,61237	1,4142	1,2403	1,7678	1,9272	1,165	0,8584	1,5166	2,1213	1,9272	2,1213
0,1085	0,49374	-0,1797	0,3684	0,4831	0,4119	0,056	0,3984	0,3501	-0,115	0,3905	0,2854	0,4175
Tidak	valid	Tidak	valid	valid	valid	Tidak	valid	valid	Tidak	valid	Tidak	valid

Reliabilitas

pg	0,107	0,0294	0,1065	0,24793	0,10652	0,2112	0,0569	0,1837	0,23875	0,2314	0,0294	0,1983	0,2112
n-1	38												
S_c^2	33,83												
r_{11}	0,876												
Kriteria	Reliabel												

Tingkat Kesukaran

B	29	32	29	18	29	23	2	25	20	12	32	9	10
JS	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
P	0,879	0,9697	0,8788	0,54545	0,87879	0,697	0,0606	0,7576	0,60606	0,3636	0,9697	0,2727	0,303
Kriteria	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Mudah	Sedang	Sukar	Mudah	Sedang	Sedang	Mudah	Sukar	Sedang
Kriteria Soal	Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dipakai

Daya Pembeda

No	Kode													No Soal	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	A31	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
2	A14	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	
3	A28	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	
4	A15	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
6	A18	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
5	A30	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
7	A23	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
8	A26	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	
10	A33	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	
11	A19	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
12	A17	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	
13	A13	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	
14	A8	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	
15	A25	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
9	A6	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	
16	A22	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
	Jumlah	12	16	12	6	12	9	0	10	7	4	16	1	2	
2	A11	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	
3	A21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
4	A27	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	
5	A2	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
6	A9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	
7	A10	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	
10	A12	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
1	A4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	
8	A20	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	
11	A5	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
12	A16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	
13	A24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	
15	A3	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	
9	A7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	
14	A32	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	
17	A29	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	
16	A1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
	Jumlah	17	16	17	12	17	14	2	15	13	8	16	8	8	
Pa		1	0,94118	1	0,705882	1	0,8235	0,1176	0,8824	0,76471	0,4706	0,9412	0,4706	0,47059	
Pb		0,75	1	0,75	0,375	0,75	0,5625	0	0,625	0,4375	0,25	1	0,625	0,125	
D		0,25	-0,0588	0,25	0,330882	0,25	0,261	0,1176	0,2574	0,32721	0,2206	-0,0588	0,4081	0,34559	
Kriteria	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Jelek	Baik	Cukup		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

0,2222	0,2222	0,2498	0,23875	0,24793	0,2112	0,2443	0,1983	0,1065	0,1065	0,1065	0,2479	0,1065

22	11	16	20	18	23	14	24	29	29	29	18	29
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
0,6667	0,3333	0,4848	0,60606	0,54545	0,697	0,4242	0,7273	0,8788	0,8788	0,8788	0,5455	0,8788
Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Mudah						
Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dipakai							

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0	0	0	0		1			1	1			1
0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
1	0	0	0					1	0	1		0
1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	1	0			0
1	0	0	0	0	1			1	1	1		0
1	0	0	0					1	1	1		1
1	0	0	1		1		0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1			1	1	1	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	0	1	1	1		1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1		1	1	1	1	1	1
8	2	4	6	5	9	3	9	13	12	11	6	12
0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1		1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	9	12	14	13	14	11	15	16	17	17	12	17
0,8235	0,52941	0,7059	0,823529	0,76471	0,8235	0,6471	0,8824	0,9412	1	1	0,70588	1
0,5	0,125	0,25	0,375	0,3125	0,5625	0,1875	0,5625	0,8125	0,75	0,6875	0,375	0,75
0,3235	0,40441	0,4559	0,448529	0,45221	0,261	0,4596	0,3199	0,1287	0,25	0,3125	0,33088	0,25
Cukup	Baik	Baik	Baik	Baik	Cukup	Baik	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Cukup
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

0,0569	0,23875	0,19835	0,2222	0,2388	0,1837	0,1671	0,2443	0,2443	0,2112	0,1488	0,1671	0,1488	Σ _{Daq}	4,96051

31	20	9	22	20	25	26	19	14	23	27	26	27		
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33		
0,9394	0,60606	0,27273	0,6667	0,6061	0,7576	0,7879	0,5758	0,4242	0,697	0,8182	0,7879	0,8182		
Mudah	Sedang	Sukar	Sedang	Sedang	Mudah	Mudah	Sedang	Sedang	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah		
Dibuang	Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dipakai	Dibuang	Dipakai	Dibuang	Dipakai		

27	28	29	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	xt	Kelempok
1	0	1	1		0	1	0	0	1	1	0	0	14	Bawah
1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	16	Bawah
1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	15	Bawah
0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	18	Bawah
1	1	0	0		1	1	0	0	0	1	0	1	17	Bawah
1	1		1		1	0	1	0	1	0	1	0	18	Bawah
1	0	1	0		0	1	0	1	1	1	1	1	19	Bawah
1	1		1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	22	Bawah
1	1	1	1	1						1	1	1	21	Bawah
1		1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	21	Bawah
1		0	0		1	1	1	0	1	1	1	0	22	Bawah
1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	23	Bawah
1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	23	Bawah
1	0		0		1	1	0	0	1	1	1	1	23	Bawah
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	26	Bawah
1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	26	Bawah
15	6	5	8	7	9	13	6	4	12	11	10	11	324	
1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	28	Atas
1	1	1	0		1	1	1	1	0	1	1	1	29	Atas
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29	Atas
1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	28	Atas
1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	28	Atas
0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	28	Atas
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	28	Atas
1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	30	Atas
1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	30	Atas
1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	31	Atas
1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	31	Atas
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	31	Atas
1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	31	Atas
1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	32	Atas
1	1		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	33	Atas
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	34	Atas
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35	Atas
16	14	4	14	13	16	13	13	10	11	16	16	16	516	
0,94118	0,82353	0,23529	0,8235	0,7647	0,9412	0,7647	0,7647	0,5882	0,6471	0,9412	0,9412	0,9412		
0,9375	0,375	0,3125	0,5	0,4375	0,5625	0,8125	0,375	0,25	0,75	0,6875	0,625	0,6875		
0,00368	0,44853	-0,07721	0,3235	0,3272	0,3787	-0,0478	0,3897	0,3382	-0,1029	0,2537	0,3162	0,2537		
Jelek	Baik	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup		
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		

Perhitungan

Validitas Soal no 1

$$M_p = \frac{\sum \text{Skor total benar}}{\sum \text{Skor salah}}$$

$$= \frac{764}{29}$$

$$= 26,345$$

$$M_t = \frac{\sum \text{Jumlah Skor total}}{\text{Banyak siswa}}$$

$$= \frac{841}{33}$$

$$= 25,485$$

$$P = \frac{\sum \text{Jumlah Skor benar}}{\text{Banyak siswa}}$$

$$= \frac{29}{33}$$

$$= 0,879$$

$$q = 1 - p$$

$$= 1 - 0,879$$

$$= 0,121$$

$$S_t = \sqrt{\frac{22549 - \frac{841^2}{33}}{33}}$$

$$= 5,816$$

$$r_{pbi} = \frac{26,345 - 25,485}{5,816} \sqrt{\frac{0,897}{0,121}}$$

$$= 0,398$$

Dengan taraf signifikan 5% dan N=30 di peroleh $r_{\text{table}} = 0,344$ Karena $r_{\text{hitung}} > r_{\text{tabel}}$, maka dapat disimpulkan bahwa butir item tersebut valid.

Reliabilitas Soal

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(\frac{S_t^2 - \sum p_i p_q}{S_t^2} \right)$$

$$s_1^2 = (s_1)^2$$

$$= 5,816^2$$

$$= 33,826$$

$$\sum P q = 4,961$$

$$r_{11} = \left(\frac{40}{40 - 1} \right) \left(\frac{33,826 - 4,961}{33,826} \right)$$

$$= 1,026 \times 0,853$$

$$= 0,875$$

Dengan taraf signifikan 5% dan N=40 di peroleh $r_{table} = 0,875$ Karena $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka dapat disimpulkan bahwa soal tersebut reliabel.

Tingkat Kesukaran Soal

$$P = \frac{B}{JS}$$

$$= \frac{29}{33}$$

$$= 0,879$$

Daya Pembeda Soal

$$D = \frac{B_A}{J_A} - \frac{B_B}{J_B}$$

$$= \frac{17}{17} - \frac{12}{16}$$

$$= 0,25$$

Lampiran 26

Silabus



SILABUS MATA PELAJARAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS/ MADRASAH ALIYAH
(SMA/MA)

MATA PELAJARAN
FISIKA

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JAKARTA, 2016

A. Kerangka Pengembangan Kurikulum Fisika Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah

Pengembangan Kurikulum Fisika SMA/MA dilakukan dalam rangka mencapai dimensi kompetensi pengetahuan, kerja ilmiah, serta sikap ilmiah sebagai perilaku sehari-hari dalam berinteraksi dengan masyarakat, lingkungan dan pemanfaatan teknologi, seperti yang tergambar pada Gambar 3. berikut.



Gambar 2. Kerangka Pengembangan Ilmu Pengetahuan Alam

Gambar 3. di atas menunjukkan bahwa peserta didik mampu menerapkan kompetensi Ilmu Pengetahuan Alam yang dipelajari di sekolah menjadi perilaku dalam kehidupan masyarakat dan memanfaatkan masyarakat dan lingkungan sebagai sumber belajar.

Kerangka pengembangan Kompetensi Dasar (KD) Ilmu Pengetahuan Alam mengacu pada Kompetensi Inti (KI) sebagai unsur pengorganisasi KD secara vertikal dan horizontal. Organisasi vertikal KD berupa keterkaitan KD antar kelas harus memenuhi prinsip belajar, yaitu terjadi suatu akumulasi yang berkesinambungan antar kompetensi yang dipelajari peserta didik. Organisasi horizontal berupa keterkaitan antara KD suatu mata pelajaran dengan KD mata pelajaran lain dalam satu kelas yang sama sehingga terjadi proses saling memperkuat. Pengembangan kompetensi dasar berdasarkan pada prinsip akumulatif, saling memperkuat (*reinforced*) dan memperkaya (*enriched*) antar-mata pelajaran dan jenjang pendidikan (organisasi horizontal dan vertikal). Semua kompetensi dasar dan proses pembelajaran dikembangkan untuk mencapai KI.

Kompetensi Inti terdiri dari 4 (empat) aspek, yaitu: KI-1 (sikap spiritual), KI-2 (sikap sosial), KI-3 pengetahuan, dan KI-4 (keterampilan). KD Sikap Spiritual dan KD Sikap Sosial pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam tidak dirumuskan, tetapi hasil pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) dari pengetahuan dan keterampilan, sehingga perlu direncanakan pengembangannya. KI-3 pengetahuan dan KI-4 keterampilan dirinci lebih lanjut dalam KD mata pelajaran. Pengembangan KD tidak dibatasi oleh rumusan Kompetensi Inti (KI), tetapi disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran, kompetensi, lingkup materi, psikopedagogi. Namun demikian, perumusan KD harus mengacu ke Kompetensi Inti. Kompetensi Inti di SMA/MA Kelas X, XI, dan XII disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Peta Kompetensi Inti SMA/MA

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

Kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) yaitu keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah, dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

Penumbuhan dan pengembangan kompetensi sikap dilakukan sepanjang proses pembelajaran berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan guru dalam mengembangkan karakter peserta didik lebih lanjut.

KOMPETENSI DASAR, MATERI PEMBELAJARAN, DAN KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kelas X

Alokasi waktu: 3 jam pelajaran/minggu

Kompetensi Sikap Spiritual dan Kompetensi Sikap Sosial, dicapai melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect teaching*) pada pembelajaran Kompetensi Pengetahuan dan Kompetensi Keterampilan melalui keteladanan, pembiasaan, dan budaya sekolah dengan memperhatikan karakteristik mata pelajaran, serta kebutuhan dan kondisi peserta didik.

Penumbuhan dan pengembangan kompetensi sikap dilakukan sepanjang proses pembelajaran berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan guru dalam mengembangkan karakter peserta didik lebih lanjut.

Pembelajaran untuk Kompetensi Pengetahuan dan Kompetensi Keterampilan sebagai berikut ini.

<p>3.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>4.11 Melakukan percobaan getaran harmonis pada ayunan sederhana dan/atau getaran pegas berikut presentasi serta makna fisisnya</p>	<p>Getaran Harmonis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karakteristik getaran harmonis (simpangan, kecepatan, percepatan, dan gaya pemulih, hukum kekekalan energi mekanik) pada ayunan bandul dan getaran pegas • Persamaan simpangan, kecepatan, dan percepatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati peragaan atau simulasi getaran harmonik sederhana pada ayunan bandul atau getaran pegas • Melakukan percobaan getaran harmonis pada ayunan bandul sederhana dan getaran pegas • Mengolah data dan menganalisis hasil percobaan ke dalam grafik, menentukan persamaan grafik, dan menginterpretasi data dan grafik untuk menentukan karakteristik getaran harmonik pada ayunan bandul dan getaran pegas • Mempresentasikan hasil percobaan tentang getaran harmonis pada ayunan bandul sederhana dan getaran pegas
---	---	--

*Lampiran 27***RPP Kelas Eksperimen**

Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas/Semester	: X / 2 (Dua)
Mata pelajaran	: Fisika
Materi Pokok	: Gerak Harmonik Sederhana
Alokasi Waktu	: 9 JP (3 x pertemuan @ 135 menit)

A. Kompetensi Dasar

- 3.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan gerak getaran
- 4.11 Merencanakan dan melaksanakan percobaan getaran harmonik pada ayunan bandul dan getaran pegas

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 3.11.1. Menunjukkan karakteristik getaran harmonik
- 3.11.2. Menentukan persamaan frekuensi, dan periode, dan simpangan getaran
- 3.11.3. Menganalisis hubungan gaya dan getaran pada ayunan sederhana dan pegas
- 3.11.4. Mengimplementasikan persamaan gerak harmonik untuk menentukan percepatan gravitasi
- 3.11.5. Menentukan persamaan simpangan, kecepatan, percepatan dan energi getaran harmonik
- 4.11.1. Menentukan periode (T), dan menganalisis pengaruh massa dan konstanta pegas (k) terhadap T dan f
- 4.11.2. Menentukan percepatan gravitasi bumi (g) pada ayunan sederhana

C. Tujuan Pembelajaran

1. **Pertemuan pertama**
 - a) Melalui demonstrasi dan penugasan, siswa mampu menganalisis getaran, menjelaskan gaya pemulih, periode, frekuensi, dan menentukan persamaan simpangan gerak harmonik
 - b) Melalui diskusi, penugasan, dan praktikum siswa mampu menghitung periode dan mengetahui hubungan periode dengan frekuensi sudut

- c) Melalui praktikum, presentasi, dan diskusi kelompok, siswa terampil menyajikan hasil analisis data hubungan simpangan sudut dengan periode
 - d) Melalui praktikum, presentasi, dan diskusi kelompok, siswa terampil menyajikan hasil analisis data hubungan simpangan sudut dengan periode dalam bentuk tabel dan grafik
 - e) Melalui praktikum diskusi kelompok, siswa terampil mempresentasikan hasil analisis data di depan kelas
2. **Pertemuan ke dua**
- a) Melalui demonstrasi dan diskusi siswa mampu menentukan persamaan kecepatan dan percepatan gerak harmonik
 - b) Melalui diskusi, penugasan, dan praktikum gerak harmonik pegas dan bandul, siswa mampu menghitung periode, frekuensi, dan percepatan gravitasi
 - c) Melalui praktikum, presentasi, dan diskusi kelompok, siswa terampil menyajikan hasil analisis data gerak harmonik pegas dan bandul
 - d) Melalui praktikum, presentasi, dan diskusi kelompok, siswa terampil menyajikan hasil analisis data gerak harmonik pegas dan bandul
 - e) Melalui praktikum diskusi kelompok, siswa terampil mempresentasikan hasil analisis data di depan kelas
3. **Pertemuan ke tiga**
- a) Melalui diskusi siswa mampu menentukan persamaan energi mekanik gerak harmonik
 - b) Ulangan

D. Materi

1. Pengertian Getaran

Pengertian getaran atau osilasi mencakup pengertian gerak bolak-balik suatu benda di sekitar titik keseimbangan.

2. Gerak Harmonik Sederhana

Gerakan periodik ini disebut *gerak osilasi*. Gerak osilasi yang paling sederhana disebut gerak harmonik sederhana.

3. Amplitudo, Periode dan Frekuensi

Simpangan terbesar dari sistem tersebut disebut *amplitudo*. Jika simpangan diberi notasi x dan amplitudo diberi notasi A , maka persamaan simpangan sebagai fungsi waktu adalah:

$$x = A \sin \omega t \dots\dots\dots(1)$$

Selang waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran dinamakan periode (T), dan banyaknya getaran setiap detik disebut frekuensi (f). Hubungan antara periode dan frekuensi oleh persamaan

$$T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots(2)$$

Kecepatan sudut atau frekuensi sudut ω menyatakan besar sudut yang ditempuh persatuan wakrt yang dinyatakan oleh persamaan

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \dots\dots\dots(3)$$

4. Persamaan Simpangan pada Gerak Harmonik Sederhana

Simpangan dari pegas dan bandul dapat digambarkan dalam suatu fungsi sinusoidal. Persamaan simpangan dari gerak harmonik sederhana adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} y &= A \sin \theta \\ y &= A \sin \omega t \\ y &= A \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ atau } y = \\ &A \sin 2\pi ft \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

Dengan: y = simpangan

θ = sudut fase(rad atau derajat)

T = waktu benda tersebut telah bergetara(sekon)

T = periode

f = frekuensi (HZ)

Jika benda melakukan Gerak Harmonik Sederhana dengan sudut awal maka persamaan simpangannya menjadi:

Simpangan $y = A \sin (\theta + \theta_0)$

$$y = A \sin (\omega t + \theta_0)$$

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + \theta_0 \right) \text{ atau}$$

$$y = A \sin (2\pi f t + \theta_0) \dots\dots\dots(5)$$

Sudut Fase, Fase, dan Beda Fase GHS

Besaran φ disebut fase getaran. Fase getaran selalu berubah. Jika suatu getaran pada saat t_1 memiliki fase $\varphi_1 = \frac{t_1}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi}$ dan pada saat t_2 memiliki fase $\varphi_2 = \frac{t_2}{T} + \frac{\theta_0}{2\pi}$, dengan $t_2 > t_1$ maka beda fasenya adalah:

$$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{t_2 - t_1}{T} \dots\dots\dots(6)$$

Kecepatan Gerak Harmonik

Kecepatan gerak harmonik sederhana ditentukan dengan menurunkan persamaan simpangan gerak harmonik sederhana dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Kecepatan } (v) = \frac{dy}{dt} = \frac{d(A \sin \omega t)}{dt} = \omega A \cos \omega t \dots\dots\dots(7)$$

Percepatan Gerak Harmonik

Percepatan gerak harmonik sederhana ditentukan dengan menurunkan persamaan kecepatan gerak harmonik sederhana dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Percepatan } (a) = \frac{dv}{dt} = \frac{d(\omega A \cos \omega t)}{dt} = -\omega^2 A \sin \omega t \dots\dots(8)$$

5. Hubungan Gaya dan Getaran

a. Pegas

Percepatan getaran yang selalu berlawanan dengan simpangan disebabkan oleh gaya pemulih pada pegas. Besar gaya pemulih pegas dinyatakan dengan persamaan:

$$F_p = kx \dots\dots\dots(9)$$

Gaya pemulih dapat juga dicari menggunakan hukum II Newton:

$$F = m a \longrightarrow a = \omega^2 x$$

$$F_p = m \omega^2 x$$

$$F_p = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 x$$

Dari dua persamaan F_p tersebut, kita dapat mencari T

$$k x = m \frac{4\pi^2}{T^2} x$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 \frac{m}{k}}$$

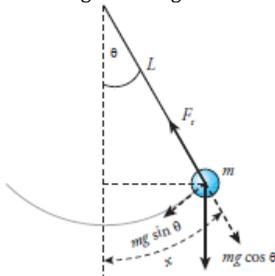
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

- T = Periode (s)
- m = massa beban (kg)
- k = konstanta pegas (N/m)

b. Bandul Sederhana

Titik kesetimbangan bola pendulum didapatkan ketika pendulum diam dan bola tergantung vertikal. Ketika gaya diberikan, bola pendulum akan bergerak dengan lintasan berupa busur lingkaran.



Gaya yang menyebabkan bola bergerak ke titik seimbang adalah $mg \sin\theta$ yang merupakan gaya pemulih (F_p). Arah gaya pemulih ini berlawanan dengan arah penyimpangan, sehingga mendapatkan persamaan:

$$\vec{F}_p = -mg \sin \theta$$

Keterangan:

- \vec{F}_p = gaya pemulih (N)
- m = massa bola pendulum (kg)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- θ = sudut yang dibentuk tali dan garis vertikal

Jika θ kecil ($\theta \leq 5^\circ$), maka nilai $\sin \theta$ sebanding dengan θ ($\sin \theta \approx \theta$)

Jadi akan mendapatkan persamaan:

$$F_p = -mg\theta$$

$$F_p = -\frac{mg}{l}x$$

Persamaan ini identik dengan bentuk persamaan gaya pulih pada pegas ($F_p = -kx$). Jadi, gerak pendulum juga merupakan gerak harmonis sederhana. Dari kedua persamaan ini, akan mendapatkan:

$$k = \frac{mg}{l}$$

Dengan memasukkan harga k ini ke persamaan periode pegas $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ di depan, kita mendapatkan persamaan periode ayunan pendulum:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{l}}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \dots\dots\dots(11)$$

6. Energi pada Getaran Harmonik

Energi yang dimiliki oleh benda yang bergetar harmonik terdiri dari energi kinetik, energi potensial dan energi mekanik.

a. Energi Kinetik (E_k)

Energi yang dimiliki oleh benda yang bergerak, bila massa benda m dan kecepatan benda v maka energi kinetik benda tersebut adalah:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Kecepatan yang dimiliki oleh getaran harmonik adalah $v = A \omega \cos(\omega t)$. Sehingga energi getaran harmonik adalah sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2}m(A \omega \cos(\omega t))^2 \text{ atau}$$

$$E_k = \frac{1}{2}k A^2 \cos^2(\omega t)$$

Keterangan :

- | | |
|--|------------------------------------|
| E_k : energi potensial | m : massa benda (kg) |
| ω : $\frac{2\pi}{T}$ atau ω : $2\pi f$ | t : waktu (s) |
| A : amplitudo (m) | θ : sudut awal ($^\circ$) |

Apabila getaran harmonis terjadi pada pegas maka $k = m\omega^2$ sehingga energi kinetiknya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2}m \omega^2 A^2 \cos^2 \theta \dots\dots\dots(12)$$

b. Energi Potensial (E_p)

Pada saat pegas disimpangkan sejauh x, maka pegas mempunyai energi potensial: $E_k = \frac{1}{2}k x^2$

Simpangan yang dimiliki oleh getaran harmonik adalah $x = A \sin(\omega t)$.

Sehingga energi potensial getaran harmonik dapat dinyatakan sebagai berikut: $E_p = \frac{1}{2}k(A \sin(\omega t))^2$ atau

$$E_p = \frac{1}{2}k A^2 \sin^2(\omega t)$$

Kita ketahui $k = m\omega^2$, maka energi potensial getaran harmonik menjadi seperti berikut:

$$E_p = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2 \theta \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

E_p : energi potensial getaran harmonik (Joule)

K : konstanta getaran (N/m)

c. Energi Mekanik (E_m)

Energi mekanik adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial:

$$E_m = E_k + E_p$$

$$E_m = \frac{1}{2}k A^2 \cos^2(\omega t) + \frac{1}{2}k A^2 \sin^2(\omega t)$$

$$E_m = \frac{1}{2}k A^2 [\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t)]$$

Karena $\cos^2(\omega t) + \sin^2(\omega t) = 1$, maka energi mekanik getaran harmonik dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E_m = \frac{1}{2}k A^2 \dots\dots\dots(14)$$

E. Pendekatan/ Model/ Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran	Pendekatan	Metode Pembelajaran	Keterangan
<i>Experiential learning</i>	<i>Scientific Approach</i>	Diskusi, demonstrasi, eksperimen/ praktikum	Pertemuan 1
			Pertemuan 2
			Pertemuan 3

F. Media Pembelajaran

1. Media : power point, papan tulis , modul.
2. Alat/Bahan : Lembar Diskusi Siswa, pegas, tali, statif, beban, mistar dan *stopwatch*

G. Sumber Pembelajaran

Modul Fisika Materi Gerak Harmonik Sederhana berbasis *experiential learning* terintegrasi karakter untuk siswa kelas X SMA

H. Kegiatan Pembelajaran**Pertemuan pertama**

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan doa 2. Guru memeriksa kehadiran dan kesiapan siswa dalam mengikuti pelajaran 3. Guru memberi apersepsi kepada siswa: <ol style="list-style-type: none"> a. Mengingatkan siswa pada materi getaran pada pelajaran SMP yang telah dilakukan 4. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran 	15 menit
Inti	<p><u>Mengamati</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru menampilkan fenomena tentang sebuah pegas yang diberi sebuah beban serta pendulum yang disimpangkan 6. Guru membuat siswa ingin tahu dengan pertanyaan “adakah fenomena GHS yang dilakukan makhluk hidup (hewan)?” 7. Siswa mengamati fenomena tentang gerakan bolak balik pada pegas yang diberi beban dan disimpangkan serta pendulum yang disimpangkan 8. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk membaca buku referensi tentang 	100 menit

	<p>hubungan antara Gaya dan getaran Gerak Harmonik Sederhana</p> <p>9. Guru menjelaskan Periode, Frekuensi, dan Simpangan pada bandul dan pegas yang bergetar.</p> <p>10. Guru membagi siswa menjadi 4 kelompok, masing-masing kelompok terdiri atas 6-8 orang.</p> <p>11. Siswa secara berkelompok menyelidiki hubungan periode dan simpangan sudut melalui praktikum aktivitas 4. Kegiatan ini juga bertujuan melatih karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif .</p> <p><u>Menanya</u></p> <p>12. Guru memberi kesempatan pada siswa untuk menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan pemecahan masalah dan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran</p> <p>13. Siswa bertanya hal-hal yang berkaitan dengan pemecahan masalah dan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran</p> <p><u>Mengeksplorasi</u></p> <p>14. Setiap siswa mengidentifikasi masalah dan informasi apa yang dibutuhkan informasi melalui buku, internet dan referensi lain untuk menyelesaikan masalah.</p> <p>15. Siswa diminta untuk mengidentifikasi tentang getaran pada aktivitas 1.</p> <p>16. Siswa mendiskusikan aktivitas 2 untuk menyelidiki gaya pemulih. Kegiatan ini melatih karakter komunikatif dengan meminta siswa menjelaskan hasil diskusi ke kelompok lain.</p> <p>17. Setiap kelompok melakukan diskusi dan</p>	
--	--	--

	<p>eksperimen sesuai dengan aktivitas 2 dan 4 pada modul.</p> <p>18. Siswa melakukan praktikum secara berkelompok sesuai dengan petunjuk praktikum yang telah diberikan.</p> <p>19. Setiap kelompok melakukan diskusi untuk mengisi data dan menjawab permasalahan praktikum.</p> <p><u>Mengasosiasi</u></p> <p>20. Siswa dalam kelompok mengolah informasi/data yang telah diperoleh untuk memecahkan masalah</p> <p><u>Mengkomunikasikan</u></p> <p>21. Perwakilan siswa menyajikan hasil pemecahan masalah di depan kelas.</p> <p>22. Siswa dari kelompok lain menanggapi hasil dari pemecahan masalah yang telah dipresentasikan</p> <p>23. Guru mengklarifikasi jika ada miskonsepsi dan memberikan penguatan pada konsep yang benar</p>	
Penut	<p>24. Guru menjelaskan apa itu rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif.</p> <p>25. Guru memberi penghargaan pada siswa yang berprestasi/ aktif dalam pembelajaran</p> <p>26. Guru memberikan motivasi pada siswa yang belum aktif dalam pembelajaran</p> <p>27. Guru mengingatkan siswa untuk mempersiapkan pertemuan selanjutnya tentang</p> <p>a) kecepatan dan percepatan Gerak Harmonik Sederhana</p> <p>b) Gerak Harmonik Sederhana pada pegas</p>	20 menit

	dan bandul	
--	------------	--

Pertemuan ke dua

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pelajaran dengan memberi salam, berdoa dan mengecek kehadiran siswa. 2. Guru memberi apersepsi: <ol style="list-style-type: none"> a. Bagaimana cara menentukan frekuensi dan periode pada Gerak Harmonik Sederhana pada pertemuan sebelumnya? b. Apakah terdapat faktor yang dapat mempengaruhi Frekuensi dan periode pada getaran pegas dan ayunan bandul sederhana? 3. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. 	15 menit
Inti	<p>Mengamati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Siswa mengamati peragaan gerak harmonik pegas dan bandul 5. Guru membagi siswa menjadi 4 kelompok. 6. Setiap siswa membaca modul yang berisi petunjuk praktikum. <p>Menanya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Siswa menanyakan kepada guru mengenai hal-hal yang ingin diketahui berkaitan dengan materi. <p>Mengeksplorasi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. Siswa melakukan praktikum dengan masing-masing-masing kelompoknya sesuai dengan petunjuk praktikum. 9. Setiap kelompok melakukan diskusi untuk mengisi data praktikum dan menjawab permasalahan praktikum. 	100 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	<p>Mengasosiasi :</p> <p>10. Melalui praktikum, siswa mengumpulkan dan memasukan data tentang massa, dan periode pada Gerak Harmonik Sederhana pegas ke dalam modul praktikum.</p> <p>11. Melalui praktikum, siswa mengumpulkan dan memasukan data praktikum ke dalam lembar praktikum (Aktivitas 5). Kegiatan ini juga bertujuan melatih karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif</p> <p>12. Melalui praktikum, siswa mengumpulkan dan memasukan data praktikum ke dalam lembar praktikum (Aktivitas 6). Kegiatan ini juga bertujuan melatih karakter rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif</p> <p>Mengkomunikasikan:</p> <p>13. Guru meminta salah satu siswa perwakilan masing-masing kelompok maju ke depan kelas untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok.</p> <p>14. Kelompok lain diminta untuk menanggapi hasil presentasi yang disampaikan perwakilan tiap-tiap kelompok.</p> <p>15. Guru menanggapi hasil diskusi siswa dan memberi jawaban atau informasi yang tepat.</p> <p>16. Guru memberikan kesempatan siswa untuk bertanya materi yang belum dipahami.</p>	
Penutup	<p>17. Guru menjelaskan apa itu rasa ingin tahu, disiplin, tanggung jawab, dan komunikatif yang terdapat pada kegiatan praktikum.</p> <p>18. Guru mengumpulkan lembar kerja siswa</p>	20 menit

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
	19. Guru memberikan penghargaan pada kelompok terbaik dalam kegiatan pembelajaran. 20. Guru bersama siswa menyimpulkan materi yang sudah dibahas pada pertemuan saat itu. 21. Siswa diberi tugas rumah membaca dan merangkum materi selanjutnya. 22. Guru mengakhiri pembelajaran dan mengucapkan salam.	

Pertemuan ke tiga

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Pendahuluan	1. Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan doa 2. Guru memeriksa kehadiran siswa 3. Guru memberikan apersepsi pada siswa: <ol style="list-style-type: none"> a. Mengingat kembali materi yang telah diberikan tentang Gerak Harmonik Sederhana 4. Guru menyampaikan Tujuan Pembelajaran	15 menit
Inti	Mengamati 5. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk membaca buku referensi tentang persamaan energi mekanik Gerak Harmonik Sederhana 6. Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya tentang energi mekanik Gerak Harmonik Sederhana. Menanya 7. Siswa mengajukan pertanyaan tentang fenomena gerakan bolak-balik pada ayunan bandul matematis yang diberi beban dan	45 menit

	<p>disimpangkan.</p> <p>8. Dari pertanyaan yang telah diajukan siswa, guru membimbing siswa untuk menyusun hipotesis.</p> <p>Mengeksplorasi</p> <p>9. Guru membimbing siswa memahami Info Fisika pada halaman Mengasosiasi</p> <p>10. Guru menjadi fasilitator dalam kegiatan mengasosiasi</p> <p>Mengkomunikasikan</p> <p>11. Guru menjadi fasilitator dalam kegiatan mengkomunikasikan</p>	
Penutup	12. Guru memberikan penghargaan pada siswa yang aktif dalam percobaan	15 menit

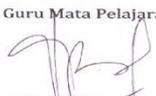
Pertemuan ke tiga

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan	Waktu
Ulangan Harian	Ulangan Harian Gerak Harmonik Sederhana	60 menit

I. Penilaian

Penilaian	Bentuk Instrumen	Keterangan
Tes Tertulis	Tes Pilihan Ganda	Terlampir


 Kepala SMA N 1 Guntur
 Drs. Susilo
 NIP.19600604 198903 1 008

Demak, 1 Mei 2017
 Mengetahui,
 Guru Mata Pelajaran Fisika

 Lisa Fitriyah, S.Si
 NIP. 19800411 200903 2 007

*Lampiran 28***RPP Kelas Kontrol**

Kelas/Semester	: X/2
Materi Pembelajaran	: Gerak Harmonik Sederhana
Alokasi Waktu	: 9 × 45 menit
Jumlah Pertemuan	: 3 kali

A. Kompetensi Dasar

- 3.11. Menganalisis hubungan antara gaya dan gerak getaran
- 4.11. Merencanakan dan melaksanakan percobaan getaran harmonis pada ayunan bandul dan getaran pegas

B. Indikator

- 3.11.1 Menentukan gaya pemulih sebagai penyebab benda melakukan gerak harmonik sederhana
- 3.11.2 Menentukan persamaan posisi, kecepatan, dan percepatan dari gerak harmonik sederhana
- 3.11.3 Menurunkan rumus periode gerak harmonik untuk getaran pegas, getaran bandul, dan gerak harmonik lainnya
- 4.11.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan getaran harmonik pada pegas
- 4.11.2 Merencanakan dan melaksanakan percobaan getaran harmonik pada ayunan bandul

C. Tujuan Pembelajaran**1. Pertemuan pertama**

- a) Melalui demonstrasi, diskusi, peserta didik diharapkan dapat: Menentukan gaya pemulih sebagai penyebab benda melakukan gerak harmonik sederhana

2. Pertemuan ke dua

- a) Melalui demonstrasi, diskusi dan praktikum, peserta didik diharapkan dapat: Menentukan persamaan posisi, kecepatan, dan percepatan dari gerak harmonik sederhana

- b) Melalui kegiatan praktikum, peserta didik diharapkan dapat: Merencanakan dan melaksanakan percobaan getaran harmonik pada ayunan dan pegas

3. Pertemuan ke tiga

Melalui diskusi peserta didik diharapkan dapat: Menurunkan rumus periode gerak harmonik untuk getaran pegas, getaran bandul, dan gerak harmonik lainnya

D. Materi Pembelajaran

- Gerak Harmonik Sederhana
- Gaya pemulih
- Persamaan gerak
- Periode gerak harmonik sederhana

E. Metode Pembelajaran

Demonstrasi

Diskusi

F. Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan ke-1

a. Pendahuluan (15 menit)

- Guru memberikan salam dan berdoa bersama (sebagai implementasi nilai religius).
- Guru mengabsen, mengondisikan kelas dan pembiasaan (sebagai implementasi nilai disiplin).
- Prasyarat kemampuan sebelum mempelajari subbab (paket halaman 170):
 - Empat gaya umum yang bekerja pada benda
 - Definisi periode dan frekuensi
 - Hubungan periode, frekuensi, dan frekuensi sudut
 - Hubungan posisi sudut, kecepatan sudut, dan waktu untuk gerak melingkar beraturan
 - Integral dan diferensial dari persamaan

- Motivasi: Guru menggoyangkan bandul dan menanyakan: gaya pemulih, simpangan, dan titik keseimbangan bandul.
- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.

b. Kegiatan Inti (100 menit)

Mengamati

- Peragaan atau simulasi getaran harmonik sederhana pada ayunan bandul

Mempertanyakan

- Mempertanyakan getaran harmonis pada ayunan bandul

Eksperimen/eksplorasi

- Mendiskusikan tentang gaya pemulih pada ayunan bandul

Mengasosiasi

- Mengolah data diskusi ke dalam grafik, menentukan persamaan grafik, dan menginterpretasi data dan grafik untuk menemukan karakteristik getaran harmonik pada ayunan bandul

Mengomunikasikan

- Membuat laporan hasil diskusi

c. Penutup (20 menit)

- Guru bersama dengan peserta didik membuat simpulan kegiatan pembelajaran.
- Guru memberikan umpan balik proses dan hasil pembelajaran untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran.
- Guru meminta peserta didik untuk mempelajari konsep persamaan gerak untuk pertemuan berikutnya
- Tindak lanjut: Penugasan menjawab pertanyaan uji kompetensi bab 4 esai nomor 2,4.

2. Pertemuan ke-2

a. Pendahuluan (15 menit)

- Memberikan salam dan berdoa (sebagai implementasi nilai religius).
- Mengabsen, mengondisikan kelas dan pembiasaan (sebagai implementasi nilai disiplin).

- Motivasi: Guru menarik pegas dan menanyakan: gaya pemulih, simpangan, dan titik keseimbangan pegas.
 - Penyampaian tujuan pembelajaran.
- b. Kegiatan Inti (100 menit)**
- Mengamati**
- Peragaan atau simulasi getaran harmonik sederhana pada getaran pegas
- Mempertanyakan**
- Mempertanyakan getaran harmonis pada getaran pegas
- Eksperimen/eksplorasi**
- Eksplorasi tentang karakteristik gejala getaran (kecepatan, simpangan, dan frekuensi)
 - Eksplorasi tentang persamaan simpangan, kecepatan, dan percepatan getaran
 - Mendiskusikan tentang gaya pemulih pada getaran pegas
 - Melakukan percobaan getaran harmonis pada getaran pegas (kegiatan 4.3)
- Mengasosiasi**
- Mengolah data percobaan ke dalam grafik, menentukan persamaan grafik, dan menginterpretasi data dan grafik untuk menemukan karakteristik getaran harmonik pada getaran pegas
- Mengomunikasikan**
- Membuat laporan hasil eksperimen dan diskusi
- c. Penutup (20 menit)**
- Guru bersama dengan peserta didik membuat simpulan kegiatan pembelajaran.
 - Guru memberikan umpan balik proses dan hasil pembelajaran untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran.
 - Guru meminta peserta didik untuk mempelajari penurunan rumus periode gerak harmonik untuk pertemuan berikutnya
 - Tindak lanjut: Penugasan menjawab uji kompetensi bab IV esai nomor 12, esai nomor 10,15.

3. Pertemuan ke-3

a. Pendahuluan (15 menit)

- Siswa berkumpul dan duduk sesuai dengan kelompoknya masing-masing.
- Guru memberikan salam dan berdoa bersama (sebagai implementasi nilai religius).
- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran.

b. Kegiatan Inti (45 menit)

Eksplorasi

- Eksplorasi persamaan periode pada beberapa masalah gerak harmonik

Mengomunikasikan

- Membuat laporan hasil diskusi

c. Penutup (15 menit)

- Guru bersama dengan peserta didik membuat simpulan kegiatan pembelajaran.
- Guru memberikan umpan balik proses dan hasil pembelajaran untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran.
- Guru memberikan penghargaan kepada kelompok terbaik dalam pembelajaran.

4. Pertemuan ke-3

Ulangan harian IV (60menit)

G. Sumber Belajar/ Bahan Ajar/Alat

Sumber:

Buku Siswa Kajian Konsep Fisika Untuk Siswa Kelas X SMA dan MA

Alat:

- statif
- *stopwatch*
- beban gantung
- pegas atau karet
- mistar

H. Penilaian

1. Teknik Penilaian dan bentuk instrumen

Teknik	Bentuk Instrumen
Pengamatan Sikap	Lembar Pengamatan Sikap dan Rubrik
Tes Tertulis	Pilihan Ganda dan Uraian
Portofolio (laporan percobaan)	Panduan Penyusunan Portofolio

2. Instrumen penilaian pengamatan sikap

No	Aspek yang dinilai	5	4	3	2	1	Keterangan
1	Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya						
2	menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif						

Rubrik pengamatan sikap

- 1 = jika peserta didik sangat kurang konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 2 = jika peserta didik kurang konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator, tetapi belum konsisten
- 3 = jika peserta didik mulai konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 4 = jika peserta didik konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator
- 5 = jika peserta didik selalu konsisten memperlihatkan perilaku yang tertera dalam indikator

a. Penilaian pemahaman konsep

- 1) Uraian (Uji Kompetensi Bab 4 nomor 8,22,18)

Rubrik Penilaian Tes Uraian

I. Penilaian Pemahaman Konsep

A. Bentuk Soal Uraian

1. Jumlah soal = 3 butir soal
2. Bobot soal = lihat tabel
3. Skor Ideal = 100

No	Hasil Pengerjaan soal	Skor	Skor Maksimal
1	a. Jika mengerjakan 2 soal partikel yang bergerak harmonik sederhana dengan benar	30	30
	b. Jika mengerjakan 1 partikel yang bergerak harmonik sederhana dengan benar	15	
	c. Jika mengerjakan 2 soal partikel yang bergerak harmonik sederhana tetapi salah	2	
	d. Jika tidak menjawab	0	
2	a. Jika mengerjakan 2 soal periode bandul sederhana dengan benar	30	30
	b. Jika mengerjakan 1 soal periode bandul sederhana dengan benar	15	
	c. Jika mengerjakan 2 soal periode bandul sederhana tetapi salah	2	
	d. Jika tidak menjawab	0	
3	a. Jika mengerjakan 2 soal periode pegas dengan benar	40	40
	b. Jika mengerjakan 1 soal periode pegas dengan benar	20	
	c. Jika mengerjakan 2 soal periode pegas tetapi salah	2	
	d. Jika tidak menjawab	0	
JUMLAH SKOR TOTAL URAIAN			100

Nilai Akhir = Skor Total

d. Penilaian portofolio

No	KI / KD / PI	Waktu	MACAM PORTOFOLIO			Jumlah Skor	Nilai
			Kualitas Rangkumn	Makalah	Laporan Kelompok		
1							
2							
3							

Catatan:

- PI = Pencapaian Indikator
- Untuk setiap karya peserta didik dikumpulkan dalam satu file sebagai bukti pekerjaan yang masuk dalam portofolio.
- Skor menggunakan rentang antara 0 -10 atau 10 – 100.
- Penilaian Portofolio dilakukan dengan sistem pembobotan sesuai tingkat kesulitan dalam pembuatannya.

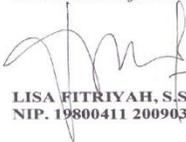
Demak, Januari 2017

Mengetahui,
Kepala SMAN 1 Guntur



Desi Kuslilo
NIP. 19600604 198903 1 008

Guru Mata Pelajaran Fisika,



LISA FITRIYAH, S.Si
NIP. 19800411 200903 2 007

Lampiran 29

Kisi-Kisi Soal Tes

No	Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Indikator Soal
1		Gerak Harmonik Sederhana	Pengertian Gerak Harmonik Sederhana
2		Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Pengertian periode
3		Energi Gerak Harmonik Sederhana	Posisi bandul ketika energi mekanik terbesar
4	Menganalisis hubungan antara gaya dan gerak getaran	Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Menentukan periode dari persamaan simpangan bandul
5		Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana	Memahami kecepatan Gerak Harmonik Sederhana
6		Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Faktor yang mempengaruhi periode bandul
7		Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Meghitung simpangan bandul dengan

8	Kecepatan Gerak Harmonik Sederhana	sudut fase 90^0 Menghitung kecepatan maksimal Gerak Harmonik Sederhana pegas Menghitung
9	Gerak Harmonik Sederhana bandul	percepatan gravitasi dari percobaan bandul
10	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana”	Fase getaran
11	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung energi potensial ayunan Menghitung
12	Gerak Harmonik Sederhana bandul	percepatan gravitasi dari percobaan Gerak Harmonik Sederhana pada bandul
13	Periode dan frekuensi Garak Harmonik Sederhana	Menganalisis periode getaran sebuah permainan
14	Sudut fase dan beda fase	Menghitung selisih sudut

		fase dari dua osilator
15	Hubungan gaya dengan getaran	Menghitung periode getaran
16	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung simpangan ketika energi potensial maksimal
17	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung kelajuan maksimal Menghitung massa yang digunakan
18	Gerak Harmonik Sederhana bandul	ketika percobaan Gerak Harmonik Sederhana pada pegas
19		Pengertian frekuensi
20		Memahami getaran
21	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung amplitudo dari persamaan simpangan
22	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Pengertian energi mekanik

23	Percepatan Gerak Harmonik Sederhana	Persamaan percepatan maksimum
24	Simpangan Gerak Harmonik Sederhana	Menghitung selisih fase
25	Periode, frekuensi, dan frekuensi sudut	Menghitung frekuensi dari persamaan simpangan
26	Energi pada Gerak Harmonik Sederhana	Memahami energi pada Gerak Harmonik Sederhana
27		Frekuensi getaran pegas
28		periode getaran pegas
29	Gerak Harmonik Sederhana pegas	Menganalisis grafik gaya terhadap panjang pegas
30		Menganalisis data percobaan getaran pegas

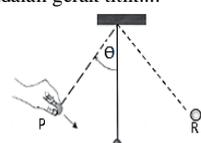
Lampiran 30

Soal Tes

Mata Pelajaran	: FISIKA	Kelas	: X (Sepuluh)
Materi Pokok	: Gerak Harmonik Sederhana	Jumlah Soal	: 30 Butir
		Waktu	: 60 menit

- Gerak Harmonik Sederhana adalah...
 - gerak bolak-balik benda atau bergetar di sekitar titik kesetimbangan.
 - gerak benda yang berotasi di titik kesetimbangan.
 - gerak benda atau geratan benda yang melakukan gerak bolak-balik tanpa henti.
 - gerak benda berada di titik kesetimbangan
 - gerak benda menuju titik kesetimbangan.
 - Periode getaran adalah...
 - waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 - banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon
 - kecepatan yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 - gerak dilakukan benda dalam selang waktu tertentu
 - kecepatan benda dalam selang waktu tertentu
 - Bandul sederhana yang sedang bergetar memiliki energi mekanik maksimal ketika bandul berada pada posisi....
 - simpangan 950
 - periode 0 s
 - titik kesetimbangan
 - disimpangkan tetapi belum bergetar
 - bandul melakukan 1 getaran penuh
 - Diketahui sebuah bandul bergetar harmonik dengan persamaan $y = 0,04 \sin 20\pi t$ berapakah periode bandul tersebut...
 - 0,1 s
 - 0,002 s
 - $0,8\pi$ s
 - 10 s
 - 500 s
 - Kecepatan benda yang bergerak harmonik sederhana adalah...
 - terbesar pada simpangan terbesar
 - tetap besarnya
 - terbesar pada simpangan terkecil
 - tidak tergantung pada frekuensi getaran
 - tidak tergantung pada simpangannya
 - Sebuah benda yang di ikat dengan seutas benang hanya dapat berayun dengan simpangan kecil. Penyebab periode ayunannya bertambah besar, adalah....
 - Ayunannya diberi simpangan awal yang besar
 - Massa benda ditambah
 - Ayunan diberi kecepatan awal
 - Benang penggantungannya ditambah
- Pernyataan di atas yang benar adalah....
- ayunannya diberi simpangan awal yang besar, massa benda ditambah, dan diberi kecepatan awal.
 - ayunannya diberi simpangan awal yang besar dan diberi kecepatan awal.
 - ayunan diberi kecepatan awal dan panjang benang penggantungannya ditambah

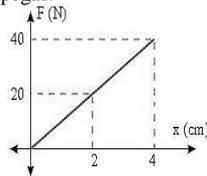
- d. panjang benang penggantung ditambah
- e. mssa benda ditambah dan panjang benang penggantungnya ditambah
7. Simpangan bandul saat sudut fase bandul 90° dengan persamaan simpanga $y = 0,04 \sin \pi t$ adalah....
- 0,04 m
 - 0,02 m
 - 0,08 m
 - 1,2 m
 - 750 m
8. Kecepatan pegas yang sedang bergerak harmonik adalah $v = 5 \cos 3t$. Kecepatan maksimal pegas tersebut adalah....
- 5 m/s
 - 2 m/s
 - 4 m/s
 - 40 m/s
 - 55 m/s
9. Sebuah bandul matematis memiliki pajang tali 160 cm, beban massa 200 gram dan periode 2,55 s. Gravitasi di tempat bandul tersebut adalah....
- 9 m/s^2
 - $8,9 \text{ m/s}^2$
 - $9,7 \text{ m/s}^2$
 - $9,4 \text{ m/s}^2$
 - 10 m/s^2
10. Syarat getaran benda dikatakan sefase adalah....
- Selisih kedua getaran bernilai bilangan cacah
 - Selisih kedua getaran bernilai bilangan bulat
 - Selisih kedua getaran bernilai bilangan ganjil
 - Selisih kedua getaran bernilai bilangan genap
 - Selisih kedua getaran bernilai setengah bilangan cacah
11. Sebuah benda bermassa 200 gram tergantung di ujung tali bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon. Energi potensial ayunan saat simpangannya 1 cm adalah....
- $\pi^2 \times 10^3 \text{ J}$
 - $20\pi^2 \text{ J}$
 - $10\pi^2 \text{ J}$
 - $5\pi^2 \text{ J}$
 - $\pi^2 \times 10^{-3} \text{ J}$
12. Percobaan menggunakan bandul sederhana yang diayunkan menghasilkan data sebagai berikut.
- | Percobaan | Panjang tali (m) | Periode (s) |
|-----------|------------------|-------------|
| 1 | 1,6 | 2,5 |
| 2 | 1,6 | 2,6 |
| 3 | 1,6 | 2,55 |
- Gravitasi di tempat pengambilan data tersebut adalah....
- $8,0 \text{ m/s}^2$
 - $7,3 \text{ m/s}^2$
 - $9,5 \text{ m/s}^2$
 - $9,7 \text{ m/s}^2$
 - $10,3 \text{ m/s}^2$
13. Permainan *budgi jumping* sedang dinaiki bagas yang bergetar dengan periode 2 sekon. Dodi ikut menaiki permainan tersebut sehingga periode getarannya berubah. Periode getaran setelah dodi ikut bermain apabila berat bagas 40 kg dan berat dodi 50 kg adalah....
- 3 s
 - $\sqrt{5}$ s
 - $\sqrt{8}$ s
 - 10 s
 - 12 s
14. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 10 Hz dan 40 Hz. Setelah $5/4$ sekon, selisih sudut fase kedua getaran itu adalah....
- 0°
 - 300

- c. 450
 d. 900
 e. 180^0
15. Tiga buah pegas dengan konstanta $k_1 = 100$ N/m dan $k_2 = 150$ N/m dan $k_3 = 150$ N/m disusun secara paralel. Periode pegas tersebut jika massa beban $m = 3,5$ kilogram adalah....
 a. $0,2 \pi$ sekon
 b. 1π sekon
 c. 3π sekon
 d. 6π sekon
 e. π sekon
16. Sebuah pegas bergetar harmonis dengan amplitudo 4 cm. Simpangan getar saat energi kinetik dua kali energi potensial adalah....
 a. $4 \sqrt{\frac{2}{3}}$ cm
 b. $\sqrt{3}$ cm
 c. 2 cm
 d. 8 cm
 e. 0,2 cm
17. Persamaan perpindahan sebuah benda yang melakukan gerak harmonik adalah $Y = 5 \sin 10t$ meter. Kelajuan maksimum benda tersebut adalah....
 a. 0,5 m/s
 b. 2 m/s
 c. 5 m/s
 d. 10 m/s
 e. 50 m/s
18. Percobaan menggunakan pegas yang digetarkan menghasilkan data sebagai berikut.
- | Percobaan | Periode (s) |
|-----------|-------------|
| 1 | 4 |
| 2 | 3,8 |
| 3 | 4 |
- Massa yang digunakan untuk melakukan percobaan tersebut jika konstanta pegas 1 N/m adalah....
 a. 391 gram
 b. 300 gram
- c. 250 gram
 d. 230 gram
 e. 100 gram
19. Frekuensi getaran adalah....
 a. waktu yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 b. banyaknya gerak bolak-balik yang dilakukan benda dalam selang waktu satu sekon
 c. kecepatan yang dibutuhkan benda untuk melakukan satu gerak bolak-balik
 d. gerak dilakukan benda dalam selang waktu tertentu
 e. kecepatan benda dalam selang waktu tertentu
20. Dari gambar disamping diketahui sebuah bandul melakukan Gerak Harmonik Sederhana, yang dimaksud dengan getaran adalah gerak titik....
 a. P-Q
 b. P-Q-P
 c. P-Q-R
 d. P-Q-R-Q
 e. P-Q-R-Q-P
- 
21. Sebuah partikel bergetar memenuhi persamaan $y = 4 \sin 24\pi t$, berapa amplitudo getaran partikel tersebut?
 a. 4 m.
 b. $\sin 24$ m.
 c. $\sin 24 \pi$ m.
 d. $\sin 24 \pi t$ m.
 e. $4 \sin 24 \pi t$ m.
22. Jika hukum kekekalan energi mekanik berlaku pada suatu sistem, maka pernyataan yang benar adalah....
 a. jumlah energi kinetik dan energi potensial tetap
 b. jumlah energi kinetik dan energi potensial bertambah besar
 c. energi kinetik bertambah besar dan energi potensial sistem berkurang

- d. energi kinetik sistem berkurang dan energi potensial bertambah besar
 e. energi kinetik sistem bertambah besar dan energi potensial berkurang
23. Persamaan percepatan maksimum dibawah ini yang benar adalah....
 a. $a_m = fA$
 b. $a_m = \omega^2 A$
 c. $a_m = \omega A \cos \omega t$
 d. $a_m = f A \cos \omega t$
 e. $a_m = A \sin^2 \omega t$
24. Dua osilator bergetar dengan fase sama pada saat $t = 0$. Frekuensi getaran 10 Hz dan 40 Hz. Setelah 2 sekon, kedua getaran itu berselisih sudut fase....
 a. 0^0
 b. 500
 c. 1400
 d. 1800
 e. $565,2^0$
25. Persamaan gerak harmonik sebuah bandul yang bergerak bolak-balik dinyatakan:
 $y = 0,10 \sin 20\pi t$
 Besarnya frekuensi yang dimiliki bandul tersebut adalah....
 a. 0,1 Hz
 b. 1,0 Hz
 c. 10 Hz
 d. 20 Hz
 e. 30 Hz
26. Bandul melakukan GHS dengan amplitudo A. Simpangan saat energi potensial sistem akan sama dengan energi kinetiknya adalah....
 a. 0
 b. $\frac{1}{2} \sqrt{A}$
 c. $\frac{\sqrt{2}}{2} A$
 d. $\frac{1}{4} A$
 e. $\frac{1}{2} A$
27. Sebuah pegas digantungi beban bermassa 300 g, kemudian ditarik

sehingga memiliki frekuensi gerak harmonis pegas sebesar 2 Hz. Massa benda yang harus ditambahkan agar frekuensi gerak harmonis pegas menjadi 1,5 Hz adalah....

- a. 150 g
 b. 233 g
 c. 348 g
 d. 418 g
 e. 533 g
28. Dua buah pegas dengan konstanta sama besar masing-masing sebesar 150 N/m disusun secara seri. Berapa besar periode pegas tersebut jika massa beban $m = 3 \text{ kg}$
 a. $\frac{1}{4} \pi$ sekon
 b. $\frac{1}{2} \pi$ sekon
 c. $0,2 \pi$ sekon
 d. $0,4 \pi$ sekon
 e. π sekon
29. Grafik berikut menunjukkan hubungan F (gaya) terhadap x (perpindahan) suatu pegas.



Jika pegas disimpangkan sejauh 8 cm, energi potensial pegas tersebut adalah....

- a. $1,6 \times 10^{-5}$ joule
 b. 3,2 joule
 c. 8 joule
 d. 16 joule
 e. $3,2 \times 10^{-2}$ joule
30. Percobaan menggunakan pegas yang digantungi menghasilkan data sebagai berikut.

Percobaan	F (N)	x (cm)
1	88	11
2	64	8

3	40	5
---	----	---

F = gaya beban pegas, Δx =
pertambahan panjang pegas.

Berdasarkan data tersebut, besar tetapan
(konstanta pegas) yang dimiliki pegas
adalah....

- a. 800 Nm^{-1}
- b. 80 Nm^{-1}
- c. 8 Nm^{-1}
- d. $0,8 \text{ Nm}^{-1}$
- e. $0,08 \text{ Nm}^{-1}$

Lampiran 31

Lembar Jawaban Soal Tes

Jawaban Soal Tes Siswa X MIA 1 (Kelas Eksperimen)

18

LEMBAR JAWAB ULANGAN BAB GERAK HARMONIK SEDERHANA

Nama : Hesti Ratnasari Tanggal : Kamis, 18 Mei 2017
 Kelas : X IPA 1 Tanda Tangan : 

Petunjuk Pengisian:

1. Tes berupa soal pilihan ganda.
2. Siswa diminta menjawab soal dengan teliti dan sungguh-sungguh.
3. Berilah tanda X pada jawaban A, B, C, atau D pada jawaban yang benar!

No	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E
21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E

LEMBAR JAWAB ULANGAN BAB GERAK HARMONIK SEDERHANA

Nama : Putri Nurul A. Tanggal : Kamis, 18-5-2017

Kelas : X IPA 1 Tanda Tangan : 

Petunjuk Pengisian:

1. Tes berupa soal pilhan ganda.
2. Siswa diminta menjawab soal dengan teliti dan sungguh-sungguh.
3. Berilah tanda X pada jawaban A, B, C, atau D pada jawaban yang benar!

No	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E
21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E

Jawaban Soal Tes Siswa X MIA 3 (Kelas Kontrol)

LEMBAR JAWAB ULANGAN BAB GERAK HARMONIK SEDERHANA

Nama : Bayu adri s

Tanggal : 2-05-2017

Kelas : X IR

Tanda Tangan : JM

Petunjuk Pengisian:

1. Tes berupa soal pilhan ganda.
2. Siswa diminta menjawab soal dengan teliti dan sungguh-sungguh.
3. Berilah tanda X pada jawaban A, B, C, atau D pada jawaban yang benar!

No	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E
21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E

LEMBAR JAWAB ULANGAN BAB GERAK HARMONIK SEDERHANA

Nama : *Safitri R.*

Tanggal :

Kelas :

Tanda Tangan :



Petunjuk Pengisian:

1. Tes berupa soal pilhan ganda.
2. Siswa diminta menjawab soal dengan teliti dan sungguh-sungguh.
3. Berilah tanda X pada jawaban A, B, C, atau D pada jawaban yang benar!

No	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E
21	A	B	C	D	E
22	A	B	C	D	E
23	A	B	C	D	E
24	A	B	C	D	E
25	A	B	C	D	E
26	A	B	C	D	E
27	A	B	C	D	E
28	A	B	C	D	E
29	A	B	C	D	E
30	A	B	C	D	E

Lampiran 32

Rekapitulasi Hasil Tes Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

No	ipa 1 Kode E	ipa 3 Kode K
1	80	70,0
2	66,7	50,0
3	73,3	70,0
4	66,7	73,3
5	63,3	70,0
6	70	63,3
7	73,3	66,7
8	80	70,0
9	73,3	76,7
10	66,7	53,3
11	70	53,3
12	76,7	70,0
13	66,7	63,3
14	83,3	63,3
15	73,3	86,7
16	73,3	70,0
17	70	76,7
18	63,3	70,0
19	60	63,3
20	76,7	73,3
21	93,3	76,7
22	76,7	70,0
23	93,3	76,7
24	76,7	70,0
25	56,7	76,7
26	70	70,0

27	60	60,0
28	83,3	70,0
29	76,7	70,0
30	86,7	76,7
31	73,3	70,0
32	83,3	70,0
33	73,3	70,0
34	73,3	76,7
35	73,3	76,7
36	86,7	46,7
37	80	53,3
38	70	66,7
39	83,3	76,7
40	80	63,3
41	83,3	70,0
42	70	
rata-rata	74,5	68,5

Lampiran 33

Normalitas Hasil Tes Kelas X MIA 1 (Kelas Eksperimen)

Intertval	f_o	f_h	(f_o-f_h)	$(f_o-f_h)^2$	$(f_o-f_h)^2/f_h$
56,7-62,8	3	0,958	2,0424	4,171398	4,3560962
62,9-69	6	5,708	0,2922	0,085381	0,0149586
69,1-75,2	15	14,335	0,6654	0,442757	0,0308873
75,3-81,4	9	14,335	-5,3346	28,45796	1,9852634
81,5-87,6	7	5,708	1,2922	1,669781	0,2925437
87,7-93,8	2	0,958	1,0424	1,086598	1,1347094
Jumlah	42	42,000	0	35,91387	7,8144587
Keterangan dengan $dk=41$ dan harga x^2 tabel=11,07				Normal	

Normalitas Hasil Tes Kelas X MIA 3 (Kelas Kontrol)

Intertval	f_o	f_h	(f_o-f_h)	$(f_o-f_h)^2$	$(f_o-f_h)^2/f_h$
40-47,8	1	0,9	0,1	0,004251	0,004548
47,9-55,7	4	5,6	-1,6	2,470870	0,443452
55,8-63,6	6	14,0	-8,0	63,892845	4,565960
63,7-71,5	18	14,0	4,0	16,053645	1,147238
71,6-79,4	10	5,6	4,4	19,608070	3,519099
79,5-87,3	2	0,9	1,1	1,134651	1,213790
Jumlah	41	41,0	0,0	103,164331	10,894087
Keterangan dengan $dk=40$ dan harga x^2 tabel 11,07				Normal	

Lampiran 34

Uji Signifikansi

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

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = 74,5 - 68,5 = 6$$

$$s_1^2 = 70,8$$

$$s_2^2 = 68,9$$

	lpa 1 (x)	lpa 3 (y)	x	y	x^2	y^2	xy
1	80,0	70,0	5,5	1,5	30,0	2,1	8,0
2	66,7	50,0	-7,9	-18,5	61,7	343,7	145,6
3	73,3	70,0	-1,2	1,5	1,4	2,1	-1,7
4	66,7	73,3	-7,9	4,8	61,7	22,7	-37,4
5	63,3	70,0	-11,2	1,5	125,2	2,1	-16,3
6	70,0	63,3	-4,5	-5,2	20,5	27,4	23,7
7	73,3	66,7	-1,2	-1,8	1,4	3,4	2,2
8	80,0	70,0	5,5	1,5	30,0	2,1	8,0
9	73,3	76,7	-1,2	8,2	1,4	66,6	-9,7
10	66,7	53,3	-7,9	-15,2	61,7	232,2	119,7
11	70,0	53,3	-4,5	-15,2	20,5	232,2	68,9
12	76,7	70,0	2,1	1,5	4,6	2,1	3,1
13	66,7	63,3	-7,9	-5,2	61,7	27,4	41,2
14	83,3	63,3	8,8	-5,2	77,6	27,4	-46,2
15	73,3	86,7	-1,2	18,2	1,4	329,8	-21,6
16	73,3	70,0	-1,2	1,5	1,4	2,1	-1,7
17	70,0	76,7	-4,5	8,2	20,5	66,6	-36,9
18	63,3	70,0	-11,2	1,5	125,2	2,1	-16,3

19	60,0	63,3	-14,5	-5,2	210,9	27,4	76,1
20	76,7	73,3	2,1	4,8	4,6	22,7	10,2
21	93,3	76,7	18,8	8,2	353,8	66,6	153,5
22	76,7	70,0	2,1	1,5	4,6	2,1	3,1
23	93,3	76,7	18,8	8,2	353,8	66,6	153,5
24	76,7	70,0	2,1	1,5	4,6	2,1	3,1
25	56,7	76,7	-17,9	8,2	318,8	66,6	-145,7
26	70,0	70,0	-4,5	1,5	20,5	2,1	-6,6
27	60,0	60,0	-14,5	-8,5	210,9	72,9	124,0
28	83,3	70,0	8,8	1,5	77,6	2,1	12,9
29	76,7	70,0	2,1	1,5	4,6	2,1	3,1
30	86,7	76,7	12,1	8,2	147,5	66,6	99,1
31	73,3	70,0	-1,2	1,5	1,4	2,1	-1,7
32	83,3	70,0	8,8	1,5	77,6	2,1	12,9
33	73,3	70,0	-1,2	1,5	1,4	2,1	-1,7
34	73,3	76,7	-1,2	8,2	1,4	66,6	-9,7
35	73,3	76,7	-1,2	8,2	1,4	66,6	-9,7
36	86,7	46,7	12,1	-21,8	147,5	476,9	-265,2
37	80,0	53,3	5,5	-15,2	30,0	232,2	-83,5
38	70,0	66,7	-4,5	-1,8	20,5	3,4	8,3
39	83,3	76,7	8,8	8,2	77,6	66,6	71,9
40	80,0	63,3	5,5	-5,2	30,0	27,4	-28,7
41	83,3	70,0	8,8	1,5	77,6	2,1	12,9
42	70		-4,5		20,5		0
Σ	3130,0	2810,1	0,0	0,0	2907,1	2743,0	424,6

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 y^2}}$$

$$r = \frac{424,6}{\sqrt{2907,1 \times 2743}} = 0,15035$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} - 2r\left(\frac{s_1}{\sqrt{n_1}} + \frac{s_2}{\sqrt{n_2}}\right)}} \\
 &= \frac{6}{\sqrt{\frac{70,8}{42} + \frac{68,9}{41} - 2 \times 0,15035 \left(\frac{\sqrt{70,8}}{\sqrt{42}} + \frac{\sqrt{68,9}}{\sqrt{41}}\right)}} \\
 &= \frac{6}{\sqrt{2,85}} \\
 &= 3,54
 \end{aligned}$$

Dengan taraf signifikan $t_{\text{sampel1}5\%}=2,019$ dan $t_{\text{sampel2}5\%}=2,018$ diketahui signifikan $t_{\text{tabel}5\%}=2,019$ diketahui $t_{\text{hitung}}=3,54$. Diketahui $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara siswa yang menggunakan modul dengan siswa yang menggunakan buku paket sekolah.

Lampiran 35

Surat Izin Pra Riset



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

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

Nomor : B.796/Un.10.8/D1/TL.00/04/2017 25 April 2017
Lamp : -
Hal : Permohonan Izin Pra Riset.

Kepada Yth.

Kepala Sekolah SMA N 1 Guntur Kabupaten Demak
di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Faisal Hadi Kurniawan
NIM : 133611031
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN MODUL FISIKA PADA MATERI GERAK HARMONIK SEDERHANA BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA KELAS X SMA.

Pembimbing : I. Arsini, M.Sc.
: II.Qisthi Fariyani, M.Pd.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan pra riset selama 2 hari, mulai tanggal 27 - 28 April 2017.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik
dan Kelembagaan



Dr. Liahah, M.Pd.
NIP. 19590313 198103 2 007

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

Lampiran 36

Surat Izin Riset



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

Jl. Prof. Dr. Hamka KM. 1 Semarang Telp. (024) 76433366 Semarang 50185

No. : B.798/Un.10.8/D.1/PP.009/04/2017

Semarang, 26 April 2017

Lamp. : -

Hal : Mohon Izin Riset

a.n. : Faisal Hadi Kurniawan

NIM : 133611031

Kepada Yth.

Kepala Sekolah SMA N 1 Guntur Kabupaten Demak
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penelitian skripsi, bersama ini kami
sapaikan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Faisal Hadi Kurniawan

NIM : 133611031

Judul : **PENGEMBANGAN MODUL FISIKA PADA MATERI GERAK
HARMONIK SEDERHANA BERBASIS EXPERIENTIAL LEARNING
TERINTEGRASI KARAKTER UNTUK SISWA KELAS X SMA**

Pembimbing : I. Arsini, M.Sc., Sebagai pembimbing I

II. Qisthi Fariyani, M.Pd., Sebagai pembimbing II

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul yang sedang
disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan
Riset selama 28 hari, mulai tanggal 1 Mei 2017 sampai dengan tanggal 27 Mei 2017.
Demikian atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu disampaikan terimakasih.
Wassalamualaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik

dan Kelembagaan



Dr. Lianah, M.Pd.

NIP.19590313 198103 2 007 X

Tembusan:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)

Lampiran 37

Surat Telah Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMA NEGERI 1 GUNTUR
Alamat: Jalan Raya Guntur Kecamatan Guntur Demak

SURAT KETERANGAN
Nomor: 421.3/352/2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Drs. Susilo
NIP : 19600604 198903 1 008
Jabatan : Kepala Sekolah

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Faisal Hadi Kurniawan
NIM : 133611031
Fakultas/Universitas : Fakultas Sanis dan Teknologi/UIN Walisongo Semarang

Yang bersangkutan benar-benar telah melaksanakan penelitian di SMA N 1 Guntur dengan judul "**Pengembangan Modul Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbasis *Eksperiential Learning* Terintegrasi Karakter Untuk Siswa Kelas X SMA**"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Demak, 22 Mei 2017
Kepala Sekolah
Drs. Susilo
NIP.19600604 198903 1 008



Lampiran 38

Dokumentasi Uji Keterbacaan



Pembelajaran Kelas X Mipa 1 (Kelas Eksperimen)



Kelas X Mipa 1 (Kelas Eksperimen) Mengerjakan Soal Ulangan



Pembelajaran Kelas X Mipa 3 (Kelas Kontrol)



Kelas X Mipa 3 (Kelas Kontrol) Mengerjakan Soal Ulangan



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama lengkap : FAISAL HADI KURNIAWAN
2. Tempat & tgl. Lahir : Demak ,24 Januari 1995
3. Alamat rumah : Ds Lerep Rt 07 Rw 07
Hp : 085641100951
Email : faisalhadi13@yahoo.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. SD N 02 Bumirejo
 - b. SMP N 1 Karangawen
 - c. SMA N 2 Mranggen
2. Pendidikan Non-Formal:
-

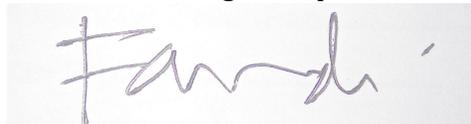
C. Prestasi Akademik

-

D. Karya Ilmiah

-

Semarang, 29 September 2017



Faisal Hadi Kurniawan

NIM : 133611031