



MODEL PEMBELAJARAN POE (*PREDICTION, OBSERVATION, EXPLANATION*) DISERTAI LKS BERBASIS REPRESENTASI MATEMATIK DAN GRAFIK PADA PEMBELAJARAN MATERI GETARAN HARMONIS DI SMAN JEMBER

SKRIPSI

Oleh :
Siti Khusnul Khowatim
NIM 130210102016

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



MODEL PEMBELAJARAN POE (*PREDICTION, OBSERVATION, EXPLANATION*) DISERTAI LKS BERBASIS REPRESENTASI MATEMATIK DAN GRAFIK PADA PEMBELAJARAN MATERI GETARAN HARMONIS DI SMAN JEMBER

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Fisika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh :
Siti Khusnul Khowatim
NIM 130210102016

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha pengasih dan Maha penyayang, serta sholawat dan salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW. Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Hj. Siti Zaenab tercinta dan Ayahanda Almarhum H. Syarif Hidayatullah, terimakasih atas do'a yang selalu tercurahkan dalam mengiringi setiap langkah kehidupanku, kasih sayang, kesabaran dalam mendidikku, serta nasehat dan motivasinya dalam perjuanganku.
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak sampai dengan Perguruan Tinggi.
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

MOTTO

“Apabila telah datang pertolongan Allah dan kemenangan”

(terjemahan QS. An-Nasr : 1)^{*)}



^{*)}Departemen Agama Republik Indonesia. 2007. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Fajar Mulia

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Siti Khusnul Khowatim

NIM : 1302101012016

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik Dan Grafik Pada Pembelajaran Materi Getaran Harmonis Di SMAN Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Juni 2017

Yang Menyatakan,

Siti Khusnul Khowatim

NIM. 130210102016

SKRIPSI

MODEL PEMBELAJARAN POE (*PREDICTION, OBSERVATION, EXPLANATION*) DISERTAI LKS BERBASIS REPRESENTASI MATEMATIK DAN GRAFIK PADA PEMBELAJARAN MATERI GETARAN HARMONIS DI SMAN JEMBER

Oleh

Siti Khusnul Khowatim

NIM 130210102016

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Alex Harijanto, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik Dan Grafik Pada Pembelajaran Materi Getaran Harmonis Di SMAN Jember” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Sekretaris,

Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si.

Drs. Alex Harijanto, M.Si.

NIP. 19650713 199003 1 002

NIP. 19641117 199103 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd.

Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si.

NIP. 19610824 198601 1 001

NIP. 19570801 198403 1 004

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.

NIP.19680802 199303 1 004

RINGKASAN

“Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik Pada Pembelajaran Materi Getaran Harmonis di SMAN Jember”; Siti Khusnul Khowatim; 1302010102016; 2017; 64 halaman; Program Studi Pendidikan Fisika; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pembelajaran fisika dalam pembelajaran saintifik harus merefleksikan kompetensi sikap ilmiah, berfikir ilmiah, dan keterampilan kerja ilmiah. Sehingga pembelajaran fisika tidak hanya terbatas pada tindakan yang dilakukan guru saja, melainkan mencakup semua kegiatan dan tindakan yang mempunyai pengaruh langsung pada proses belajar peserta didik. Pembelajaran fisika memerlukan pengertian dan pemahaman konsep yang dititik beratkan pada proses terbentuknya pengetahuan melalui suatu penemuan, penyajian data secara matematis dan berdasarkan aturan-aturan tertentu. Dengan demikian, peserta didik dituntut untuk dapat membangun pengetahuan mereka sendiri dengan cara berperan aktif dalam proses belajar mengajar. Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan kriteria diatas khususnya pada pembelajaran materi getaran harmonis adalah model POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

Tujuan pada penelitian ini adalah : 1) untuk mendeskripsikan aktivitas belajar siswa menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik, 2) Untuk mendeskripsikan perbedaan hasil belajar fisika siswa menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan tidak menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan desain penelitian *Post-test Only Control Design*. Tempat penelitian ditentukan dengan menggunakan

cara *purposive sampling area*. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kencong. Teknik dan instrumen pengumpulan data penelitian ini adalah tes, observasi, dokumentasi, wawancara, dan portofolio. Adapun teknik data menggunakan teknik deskriptif dan uji-t dengan bantuan SPSS versi 23. Berdasarkan hasil analisis data penelitian, rata-rata skor aktivitas belajar siswa pada setiap pertemuan dari hasil observasi secara keseluruhan didapatkan presentase skor sebesar 90% yang menyesuaikan dengan kriteria aktivitas belajar siswa, maka aktivitas belajar siswa termasuk dalam kategori aktif karena berada diantara rentang 71% - 90%. Sedangkan untuk hasil belajar, siswa kelas eksperimen memiliki rata-rata yang lebih baik daripada kelas kontrol, pada kelas eksperimen memiliki rata-rata sebesar 76,44 dan kelas kontrol memiliki rata-rata sebesar 56,44. Sedangkan hasil analisis uji *Independent Sample T-Test* atau uji-t menunjukkan bahwa pada kolom *Levene's Test for Equality of Variances* memiliki nilai F sebesar 1,791 dengan signifikansi $0,185 > 0,05$ maka analisis *Independent Sample T-test* menggunakan asumsi *Equal Variance Assumed*. Nilai *sig.(2-tailed)* lebih kecil dari α 5% (0,05) yaitu sebesar 0,000 maka pengujian hipotesis yang digunakan adalah pengujian hipotesis pihak kanan (*1-tailed*), nilai *sig.(2-tailed)* dibagi 2 yaitu sebesar 0,000 atau $< 0,005$ sehingga H_a diterima. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen terhadap hasil belajar kelas kontrol dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana.

Maka kesimpulan dari penelitian ini adalah : (1) Aktivitas belajar siswa kelas eksperimen (X-MIA 5) di SMA Negeri 1 Kencong selama proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik termasuk dalam kriteria aktif baik pada ranah afektif maupun pada ranah psikomotorik. (2) Ada perbedaan antara hasil belajar siswa antara yang menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan yang menggunakan model kooperatif dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana di SMA Negeri 1 Kencong

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik Dan Grafik Pada Pembelajaran Materi Getaran Harmonis Di SMAN Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menerbitkan surat permohonan melakukan observasi dan penelitian ke sekolah;
2. Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes. selaku ketua Jurusan Pendidikan MIPA yang telah memberikan izin untuk melakukan sidang skripsi;
3. Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memfasilitasi proses pengajuan skripsi;
4. Dosen Pembimbing Utama, Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si., dan dosen Pembimbing Anggota Drs. Alex Harijanto, M.Si., dosen Penguji Utama Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd., dan Dosen Penguji Anggota Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si. yang telah meluangkan waktu, pemikiran, serta bimbingannya dalam penulisan skripsi ini;
5. Validator instrumen penelitian, Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si. yang telah membantu memvalidasi instrumen penelitian;
6. Kepala sekolah SMA Negeri 1 Kencong, Drs. Aunur Rofiq, M.Pd. yang telah memberikan izin penelitian;
7. Guru mata pelajaran fisika, Fitri Hariyati, S.Pd., M.Pd. yang telah bersedia memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian;
8. Observer penelitian yang telah meluangkan waktunya dalam pelaksanaan penelitian ini;

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan suatu manfaat dalam bidang pendidikan.

Jember, 19 Juni 2017

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Hakikat Pembelajaran Fisika.....	7
2.2 Materi Getaran Harmonis	8
2.3 Model Pembelajaran	20
2.4 Model Pembelajaran POE (<i>Prediction, Observation, Explanation</i>).....	22
2.5 Model Pembelajaran Kooperatif.....	25
2.6 Multirepresentasi.....	28
2.7 Penerapan Model Pembelajaran POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik Pada Pembelajaran Fisika di-SMA	30
2.8 Hasil Belajar	32
2.9 Aktivitas Belajar Siswa.....	34
2.10 Perbedaan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik dengan Model Pembelajaran Kooperatif	36
2.11 Kerangka Konseptual.....	39
2.12 Hipotesis Penelitian.....	40
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	41
3.2 Penentuan Populasi dan Sampel Penelitian	41
3.3 Jenis dan Desain Penelitian	42
3.4 Variabel Penelitian	43
3.5 Definisi Operasional	44

3.6 Teknik Pengumpulan Data	46
3.7 Langkah-langkah Penelitian.....	47
3.8 Teknik Analisis Data	50
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil Penelitian	53
4.1.1 Penentuan Sampel Penelitian	53
4.1.2 Aktivitas Belajar Siswa	54
4.1.3 Hasil Belajar Siswa	56
4.2 Pembahasan	57
4.1.1 Pembahasan Aktivitas Belajar Siswa	58
4.1.2 Pembahasan Hasil Belajar Siswa	60
BAB 5. PENUTUP.....	63
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran	63
DAFTAR BACAAN	64
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Aktivitas Guru Dan Siswa Pada Sintakmatik Model POE	31
Tabel 2.2 Perbedaan Model POE Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik dengan Model Kooperatif yang Biasa Diterapkan di Sekolah.....	37
Tabel 3.1 Kriteria Aktivitas Siswa	50
Tabel 4.1 Skor Aktivitas Belajar Siswa Untuk Ranah Afektif	55
Tabel 4.1 Skor Aktivitas Belajar Siswa Untuk Ranah Psikomotorik	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Beban yang Terhubung Pada Pegas Melakukan Gerak Periodik	10
Gambar 2.2 Gerak Harmonis Sederhana Digambarkan dalam grafik Sinusoidal.....	12
Gambar 2.3 Jika pada saat $t = 0$, massa pada posisi setimbang $x = 0$, tetapi juga mempunyai laju awal pada $t = 0$ yang membawanya ke $x = A$ pada $t = \frac{1}{4} T$	13
Gambar 2.4 Jika pada saat $t = 0$, beban menyimpang sejauh A , maka grafik simpangannya menjadi grafik fungsi cosinus.....	13
Gambar 2.5	15
(a) Pegas bebas tergantung vertikal dan pegas setelah diberikan sebuah gaya	15
(b) Ayunan sederhana pada pegas.....	15
Gambar 2.6.....	17
(a) Ayunan Bandul Sederhana	17
(b) Gaya pada ayunan.....	17
Gambar 2.7 Kerangka Konseptual Penelitian	40
Gambar 3.1 Desain Penelitian <i>Post-Test Only Control Design</i>	43
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian	49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. MATRIK PENELITIAN.....	68
B. PEDOMAN PENGUMPULAN DATA	70
C. UJI HOMOGENITAS	72
D. SURAT PENELITIAN	77
E. LEMBAR VALIDASI	80
F. SILABUS	86
G. RPP.....	91
H. LKS.....	130
I. KISI-KISI POST TEST	148
J. SOAL POST-TEST.....	155
K. REKAPITULASI NILAI AKTIVITAS BELAJAR SISWA.....	157
L. HASIL BELAJAR	180
M. JADWAL PELAKSANAAN PENELITIAN.....	187
N. LEMBAR JAWABAN SISWA	188
O. FOTO KEGIATAN	202

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian yang akan dilaksanakan. Untuk lebih jelasnya, akan diuraikan sebagai berikut.

1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan ujung tombak bagi pembangunan peradaban bangsa, menumbuhkan secara sadar Sumber Daya Manusia (SDM) melalui proses pembelajaran. Pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dalam desain instruksional, untuk membuat siswa belajar secara aktif yang menekankan pada penyediaan sumber belajar. Sehingga pembelajaran tidak hanya terbatas pada tindakan yang dilakukan guru saja, melainkan mencakup semua kegiatan dan tindakan yang mempunyai pengaruh langsung pada proses belajar manusia (Mulyono, 2012:7).

Pembelajaran fisika dalam pembelajaran saintifik harus merefleksikan kompetensi sikap ilmiah, berfikir ilmiah, dan keterampilan kerja ilmiah. Hal tersebut dikarenakan fisika merupakan ilmu yang lahir dan berkembang melalui langkah-langkah observasi, perumusan masalah, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis melalui eksperimen, penarikan kesimpulan, serta penemuan teori dan konsep (Trianto, 2011:137). Sehingga pembelajaran fisika memerlukan pengertian dan pemahaman konsep yang dititik beratkan pada proses terbentuknya pengetahuan melalui suatu penemuan, penyajian data secara matematis dan berdasarkan aturan-aturan tertentu. Dengan demikian, peserta didik dituntut untuk dapat membangun pengetahuan mereka sendiri dengan cara berperan aktif dalam proses belajar mengajar.

Berdasarkan hasil wawancara terbatas dengan guru bidang studi fisika di beberapa Sekolah Menengah Atas di Kabupaten Jember menunjukkan bahwa proses pembelajaran fisika masih menggunakan model pembelajaran konvensional namun terdapat beberapa guru sudah menerapkan model kooperatif. Dalam proses pembelajaran tersebut guru menggunakan beberapa metode yang dikolaborasikan.

Adapun metode yang sering digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran antara lain metode ceramah, penugasan, tanya jawab, dan diskusi kelompok, dan diskusi kelas yang bersumber pada buku dan secara dominan masih berpusat pada guru. Proses pembelajaran ini masih cenderung terpusat pada guru, sehingga siswa menjadi pasif. Peran guru hanya mengajarkan materi yang berorientasi pada hasil belajar tanpa memperhatikan bagaimana proses pembelajaran terjadi sehingga siswa cenderung belajar fisika dengan hanya menghafal rumus tanpa memahami konsepnya sehingga menimbulkan anggapan bahwa fisika itu sulit dan membosankan. Sehingga hal ini mengakibatkan tujuan pembelajaran sulit dicapai (Trianto, 2008:4).

Proses pembelajaran terbaik yang dapat diberikan kepada siswa adalah suatu proses pembelajaran yang diawali dengan menggali dan mengerti kebutuhan siswa. Dari sini, seorang guru harus mampu membawa siswa berperan aktif dalam proses pembelajaran, melalui model dan metode pembelajaran yang sesuai, agar siswa dapat berkembang sesuai dengan potensi mereka seutuhnya. Peningkatan kualitas proses pembelajaran di sekolah dapat dilakukan dengan berbagai strategi, salah satunya melalui model dan metode yang digunakan. Model pembelajaran POE (*Prediction, observation, Explanation*) membantu siswa mengembangkan nalar dan kepekaan mereka terhadap peristiwa fisika yang terjadi dalam kehidupan, serta fase penjelasan yang dapat melatih siswa dalam mengasosiasikan nalar, teori, dan fakta-fakta fisika (An'nur dkk. 2015:187).

Model pembelajaran POE menawarkan tiga langkah utama metode ilmiah yaitu prediksi, observasi dan eksplanasi. Langkah-langkah dalam model pembelajaran POE ini sesuai dengan hakikat dalam pembelajaran fisika dimana langkah-langkah dalam model ini siswa akan diminta memberikan dugaan (*predict*) dan membuktikan dugaannya dengan percobaan (*observation*) lalu menjelaskan (*explain*) apakah dugaannya dapat dibuktikan kebenarannya atau tidak, jika benar siswa akan menemukan pengertian seperti konsep yang benar, namun jika dugaannya tidak benar atau tidak tepat siswa akan dibantu guru dalam memberikan penjelasan mengenai kemungkinan siswa salah dalam memberikan dugaan, jika yang terjadi demikian siswa akan dibantu untuk mengubah dugaannya, dan membenarkan

dugaan yang keliru, sehingga siswa akan mengalami perubahan konsep dari konsep yang belum benar menjadi konsep yang benar (Suparno, 2007:102-103).

Menurut Odzemir dkk. (2011:1) model pembelajaran POE dapat meningkatkan pemahaman konsep sains siswa. Warsono dan Hariyanto (2012:93) menjelaskan bahwa melalui kegiatan prediksi, observasi dan menjelaskan hasil pengamatan, maka struktur kognitif siswa akan terbentuk dengan baik. POE juga dapat memfasilitasi siswa untuk meningkatkan hasil belajar siswa (Puriyandari dkk, 2014; Restami dkk, 2013; Rahayu dkk, 2013). Model ini dapat digunakan untuk menggali pengetahuan awal siswa, memberikan informasi kepada guru mengenai kemampuan berpikir siswa, mengkondisikan siswa untuk melakukan diskusi, memotivasi siswa untuk mengeksplorasi konsep yang dimiliki, dan membangkitkan siswa untuk melakukan investigasi.

Model ini merupakan salah satu model berorientasi konstruktivisme yang menekankan pada cara siswa membangun atau menemukan pengetahuan sendiri. Suyidno (2012:68) menjelaskan bahwa konstruktivisme merupakan pendekatan dalam pembelajaran yang lebih menekankan pada tingkat kreativitas siswa dalam menyalurkan ide-ide baru yang dapat diperlukan bagi pengembangan diri siswa yang didasarkan pada pengetahuan. Model ini melatih siswa untuk memberikan prediksi atau jawaban sementara dari permasalahan yang diberikan oleh guru. Dalam model pembelajaran POE siswa ditempatkan sebagai pusat dari proses pembelajaran atau sebagai subjek pendidikan dimana langkah-langkah model POE menjadikan siswa aktif untuk membuktikan sendiri prediksinya.

Pembelajaran dengan menggunakan model POE tidak selalu mudah dilaksanakan karena adanya kelemahan-kelemahan dalam model POE. Keberhasilan dalam proses pembelajaran dapat dilihat dari pencapaian hasil belajar yang diperoleh peserta didik. Hasil belajar menurut Purwanto (2014:44) adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia menerima pengalaman belajarnya. Hasil belajar seringkali digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui seberapa jauh peserta didik menguasai bahan yang sudah diajarkan. Oleh sebab itu, untuk dapat meningkatkan hasil belajar siswa maka diperlukan suatu solusi yang membantu suatu proses pembelajaran agar dapat melibatkan siswa secara aktif,

sehingga menimbulkan ketertarikan belajar dan meningkatkan hasil belajar siswa. Model pembelajaran POE sangat membantu siswa dalam mencapai pemahaman konsep yang lebih baik dan memungkinkan para siswa untuk mengingat suatu konsep baru dalam memori jangka panjang mereka (Costu dkk, 2012)

Oleh karena itu, untuk mengatasi kelemahan-kelemahan tersebut, diberikan suatu inovasi dalam model pembelajaran POE melalui penyisipan suatu pendekatan pada setiap tahapan dalam model pembelajaran POE tersebut. Mahardika (2010:183) menyatakan bahwa hasil belajar dapat dilihat berdasarkan representasi-representasi. Pada tahap *Explanation*, siswa melakukan kegiatan presentasi, dalam kegiatan tersebut siswa diminta untuk menjelaskan hasil observasi atau eksperimen melalui representasi matematik dan grafik dalam Lembar Kerja Siswa (LKS) yang telah dikerjakan pada tahap *Observation*. Teknik pendekatan yang berupa representasi matematik dan grafik ini diharapkan mampu mempermudah siswa dalam menjelaskan hasil pengamatannya tersebut. Pendekatan ini juga digunakan sebagai salah satu teknik pemetaan yang dapat membantu siswa lebih memahami materi, melatih siswa lebih kreatif, mampu membantu siswa dalam mengingat, dan mengasah otak dengan cara merepresentasikan pengetahuan baru dan konsep yang telah dimiliki ke dalam beberapa representasi salah satunya yaitu representasi grafik dan representasi matematis. Hal tersebut dikarenakan dalam pembelajaran fisika tidak hanya melalui representasi verbal dan gambar saja, melainkan siswa harus bisa menyatakan suatu hubungan dalam besaran-besaran fisika yang direpresentasikan melalui grafik dan hitungan matematik.

Berdasarkan latar belakang di atas, dengan memadukan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik diharapkan aktivitas belajar dan hasil belajar siswa menjadi lebih baik. Untuk itu perlu diuji dengan penelitian eksperimen dengan judul **“Model Pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik Pada Pembelajaran Fisika SMA (Materi Getaran Harmonis) di Jember”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana aktivitas belajar siswa menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik?
2. Adakah perbedaan hasil belajar fisika siswa menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan tidak menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik?

1.3 Tujuan

Berdasarkan pada rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendeskripsikan aktivitas belajar siswa menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.
2. Untuk mendeskripsikan perbedaan hasil belajar fisika siswa menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan tidak menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

1. Bagi tenaga pendidik, hasil penelitian ini berguna untuk memberikan alternatif dan masukan dalam memilih model pembelajaran dan metode pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa.
2. Bagi calon guru, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai wahana baru dalam memperkaya bekal untuk menjadi tenaga pendidik.

3. Bagi sekolah, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan dalam rangka peningkatan kualitas pembelajaran yang akan dilakukan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan teori-teori yang berkaitan dengan objek atau ruang lingkup yang dijadikan dasar dalam penelitian. Teori yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa hal berikut.

2.1 Hakikat Pembelajaran Fisika

Pembelajaran merupakan interaksi antara guru dan siswa dalam rangka mencapai tujuan belajar mengajar. Sedangkan menurut Sagala (2005:61), pembelajaran merupakan proses komunikasi dua arah, mengajar dilakukan oleh pihak guru sebagai pendidik, sedangkan belajar dilakukan oleh peserta didik atau siswa. Pembelajaran juga merupakan suatu proses untuk memperoleh pengetahuan, ketrampilan dan perubahan sikap antara siswa dengan guru yang direncanakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pembelajaran pada hakikatnya bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotor yang dikembangkan melalui pengalaman belajar (Dimiyati dan Mudjiono, 1999:159). Jadi dapat diartikan bahwa pembelajaran adalah adanya hubungan timbal balik antara guru dan siswa selama kegiatan belajar mengajar itu berlangsung.

Fisika merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mempelajari peristiwa-peristiwa serta perubahan-perubahan yang ada di alam semesta. Fisika dibangun dari konsep, hukum, teori beserta aplikasinya (Sumaji,1998:21). Menurut Brithsen (dalam Druxes, 1986:3), fisika merupakan pelajaran tentang kejadian alam yang memungkinkan penelitian dengan percobaan dan pengukuran yang berdasarkan pada aturan-aturan umum serta mengurangi dan menjelaskan hukum alam dengan gambaran menurut pikiran manusia. Dari pengertian tersebut, maka fisika merupakan ilmu pengetahuan alam yang tidak hanya berisi tentang teori-teori atau rumus-rumus untuk dihafal, tetapi dalam fisika berisi banyak konsep yang berhubungan dengan peristiwa-peristiwa atau kejadian-kejadian alam yang harus dipahami secara matematis berdasarkan aturan-aturan umum.

Menurut An'nur (2015:186) menyatakan bahwa fisika sebagai ilmu pengetahuan alam yang bersifat eksak, maka pembelajaran fisika di SMA haruslah didasarkan pada suatu permasalahan yang benar-benar nyata dari alam. Sehingga dalam proses pembelajarannya diperlukan suatu eksplorasi dari siswa misalnya berupa kegiatan observasi, eksperimen dan sebagainya. Dengan demikian akibatnya dapat memberikan pengalaman belajar secara langsung sebagai pengembangan potensi dalam hasil belajar siswa.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa fisika adalah ilmu pengetahuan alam yang berisi tentang teori dan rumus yang berbasis dengan peristiwa-peristiwa alam. Sedangkan pembelajaran fisika merupakan kegiatan interaksi antar guru dengan siswa melalui kegiatan belajar dan mengajar dalam usaha mengubah pengetahuan, ketrampilan, sikap dan tingkah laku. Pembelajaran fisika juga diartikan sebagai kegiatan belajar mengajar fisika yang dilakukan oleh guru sebagai pendidik yang melatih kemampuan verbal, melatih tingkat pemahaman yang bersifat konseptual kepada siswa. Secara umum pembelajaran fisika bertujuan untuk menguasai konsep-konsep fisika dan keterkaitannya, serta mampu menggunakan metode (proses) sains, yang dilandasi sikap keilmuan untuk memecahkan masalah-masalah yang dihadapi.

2.2 Materi Getaran Harmonis

2.2.1 Karakteristik Materi Getaran Harmonis

Getaran harmonis merupakan salah satu materi yang diajarkan dari jenjang sekolah menengah pertama dan sekolah menengah atas. Akan tetapi pada tingkat SMP materi getaran harmonis hanya diajarkan konsep dasar yang mendukung materi tersebut sehingga pada tingkat SMA materi getaran harmonis belum mengerucut menjadi materi tersendiri yang lebih kompleks seperti pada tingkat SMA. Materi getaran harmonis pada tingkat SMA/MA menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan tingkat SMP, hal tersebut dikarenakan karakteristik fisika pada tingkat SMA adalah sebagai wahana dalam menumbuhkan kemampuan berpikir siswa untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, karena tingkat perkembangan mental siswa SMA yang berada pada fase transisi dari

konkrit ke formal, sehingga siswa akan lebih mudah untuk merumuskan konsep secara induktif berdasarkan fakta empiris di lapangan.

Pembelajaran materi getaran harmonis memiliki karakteristik materi yang tidak membutuhkan penurunan persamaan yang rumit seperti pada materi kinematika gerak dengan analisis vektor. Sehingga penyampaian materi dapat dilaksanakan secara seimbang antara analisis fisis dan matematis. Terdapat banyak sekali aplikasi dalam kehidupan sehari-hari yang dapat digali dari materi ini sehingga siswa lebih mudah mengidentifikasi dan membentuk pengetahuan dari peristiwa yang dialaminya sehari-hari. Materi ini juga dapat disajikan dalam berbagai metode dan strategi atau dalam kegiatan laboratorium.

Berdasarkan silabus fisika SMA versi 2016 menyebutkan bahwa kompetensi dasar dari materi getaran harmonis adalah menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari. Apabila ditinjau dari ranah kognitif, kompetensi dasar dari materi getaran harmonis termasuk dalam tingkat C4 yakni menganalisis. Adapun menganalisis merupakan suatu kemampuan seseorang untuk merinci atau menguraikan suatu bahan atau keadaan menurut bagian-bagian yang lebih kecil dan mampu memahami hubungan di antara bagian-bagian atau faktor-faktor yang satu dengan faktor-faktor lainnya (Kunandar, 2014:169). Oleh sebab itu dalam materi getaran harmonis siswa pada tingkat SMA diharapkan mampu menentukan atau menganalisis bagian-bagian dari suatu masalah dan mampu memberikan sebuah penyelesaian atau gagasan serta menunjukkan hubungan antar bagian itu. Sehingga bisa dikatakan bahwa materi getaran harmonis sudah berada dalam tahap penyelidikan oleh peserta didik.

Adapun kemampuan menganalisis dalam pembelajaran dapat ditunjukkan melalui : mengidentifikasi faktor penyebab, merumuskan masalah, mengajukan pertanyaan untuk memperoleh informasi, membuat grafik, dan mengkaji ulang.

2.2.2 Materi Pembelajaran

Jika suatu benda bergerak bolak-balik terhadap titik tertentu, gerak benda itu disebut bergetar. Setiap gerak yang berulang atau periodik dalam selang waktu

yang sama disebut gerak harmonik. Contoh gerak seperti ini, antara lain gerak benda yang digantungkan pada suatu pegas dan gerak ayunan bandul yang amplitudonya kecil.

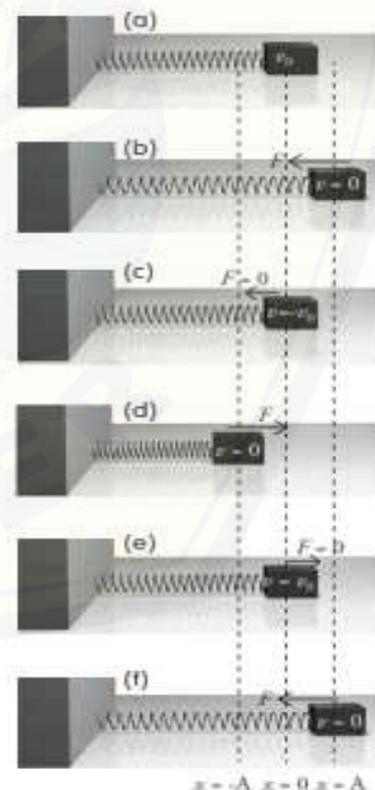
Pada gerak harmonik sederhana, benda akan selalu bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangannya secara terus-menerus. Dengan demikian, definisi gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak-balik benda melalui suatu titik kesetimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu konstan.

2.2.2.1 Gerak Harmonis Sederhana

Jika sebuah beban digantungkan pada sebuah pegas dan kemudian ditarik, pegas akan bertambah panjang. Ketika tarikan dilepaskan, beban akan bergerak naik turun secara periodik atau berulang-ulang. Gerak beban ini merupakan contoh getaran atau osilasi yang sederhana.

Sebuah getaran dikatakan gerak periodik apabila terjadi berulang-ulang pada lintasan yang sama. Sebagai contoh beban yang terhubung pada pegas yang ditarik dengan gaya tertentu. Perhatikan gambar 2.1.

Dari gambar tersebut, pusat massa beban ditarik pada gambar (a) berada pada titik keseimbangan, yaitu $x = 0$. Ketika beban ditarik ke kanan dengan gaya F (gambar b), pegas mengalami pemanjangan sehingga menyimpang sejauh A dari posisi seimbang. Pusat massa beban pada keadaan ini berada pada posisi $x = A$. Setelah tarikan dilepaskan, pegas kembali bergerak ke kiri. Dalam sepersekian detik, pusat massa beban kembali ke posisi seimbang di $x = 0$ (gambar c). Gerak beban ini tidak berhenti di titik keseimbangan, tetapi terus bergerak ke kiri. Kali



Gambar 2.1 Beban yang terhubung pada pegas melakukan gerak periodik.

ini beban menekan pegas ke kiri, sehingga pegas memendek dan pusat beban menyimpang sejauh A dari posisi keseimbangan (gambar d). Pada saat ini, pusat massa beban berada pada posisi $x = -A$. Setelah itu, pegas bergerak lagi ke kanan sehingga sampai di $x = 0$ (titik keseimbangan). Beberapa saat kemudian sampai pada posisi ($x = A$). Rangkaian gerak (dari $x = A$ ke $x = -A$ kembali ke $x = A$) ini terjadi berulang-ulang atau terjadi secara periodik. Inilah sebabnya gerak pusat massa beban pada pegas dapat disebut sebagai gerak periodik.

Pada gambar 2.1 ketika beban bergerak ke kanan, gaya lenting pegas menariknya ke kiri. Begitu pula ketika beban bergerak ke kiri, pegas memberikan gaya ke kanan. Semua sistem yang bergetar di mana gaya pemulih berbanding lurus dengan negatif simpangannya disebut dengan gerak harmonis sederhana (Giancoli, 2001: 367). Sederhana yang dimaksudkan adalah ketika gerak tersebut sinusoidal murni dengan satu frekuensi.

2.2.2.2 Besaran-Besaran pada Gerak Harmonis Sederhana

Besaran-besaran yang mendasari gerak harmonis sederhana adalah sebagai berikut (Giancoli, 2001: 366) :

- 1) Simpangan merupakan jarak pusat massa beban dari titik kesetimbangan pada setiap saat. Simpangan ditandai dengan huruf x . Besar simpangan setiap saat selalu berubah karena beban terus bergerak di sekitar titik keseimbangan.
- 2) Amplitudo menyatakan simpangan maksimum atau simpangan terbesar titik pusat massa beban. Amplitudo disimbolkan dengan huruf A .
- 3) Periode diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran. Dalam hal ini, satu siklus getaran mengacu pada gerak bolak-balik yang lengkap dari satu titik awal, kemudian kembali ke titik yang sama. Periode disimbolkan dengan huruf T dan mempunyai satuan detik (s).

$$T = \frac{t}{n} \quad \dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

T : Periode (s)

t : Waktu (s)

n : banyaknya getaran

- 4) Frekuensi diartikan sebagai banyaknya getaran yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Frekuensi disimbolkan dengan f dan mempunyai satuan **hertz** atau Hz. Frekuensi dapat pula diartikan sebagai kebalikan periode atau dapat dituliskan sebagai :

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f} \quad \text{.....(2.2)}$$

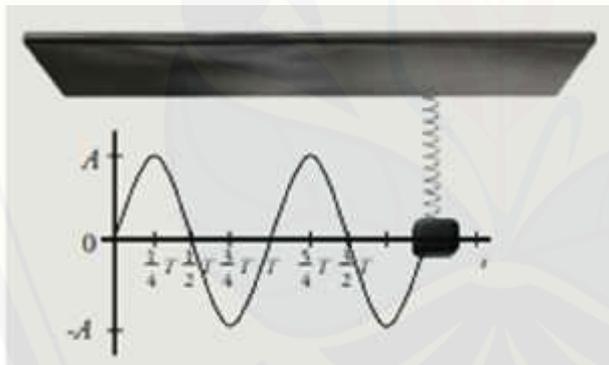
Keterangan :

f : Frekuensi (Hz)

T : Periode (s)

2.2.2.3 Bentuk Sinusoidal Gerak Harmonis Sederhana (Persamaan Gerak Harmonis Sederhana)

Gerak harmonis sederhana seperti yang dilakukan pegas dapat digambarkan dalam bentuk grafik fungsi sinus atau disebut grafik sinusoidal. Perhatikan gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Gerak harmonis sederhana digambarkan dalam grafik sinusoidal.

Sumber : <http://www.google.co.id>

Grafik pada gambar 2.2 menggambarkan simpangan pusat massa beban setiap saat. Jarak puncak grafik dari sumbu horisontal menyatakan simpangan maksimum atau amplitudo A . Perpotongan grafik dengan sumbu horisontal merupakan letak titik keseimbangan. Pegas dikatakan melakukan satu getaran jika telah bergerak dari O ke T . Waktu untuk menempuh satu getaran ini disebut satu periode (T).

Sekarang perhatikan gambar 2.3, untuk $t = 0$ beban berada di titik keseimbangan ($y = 0$). Secara umum, persamaan simpangan (y) setiap saat pada grafik y - t tersebut diberikan dengan persamaan :

$$y = A \sin \omega t \quad \text{.....(2.3)}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ kita mendapatkan bentuk :

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

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

Keterangan :

y : simpangan (meter)

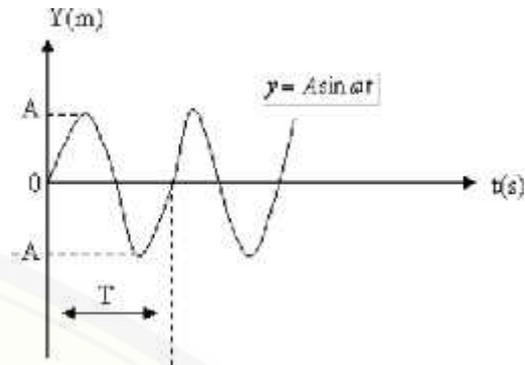
A : amplitudo (meter)

T : periode (sekon)

f : frekuensi (Hertz)

t : waktu lama beban bergerak (sekon)

ω : kecepatan sudut (rad/s)



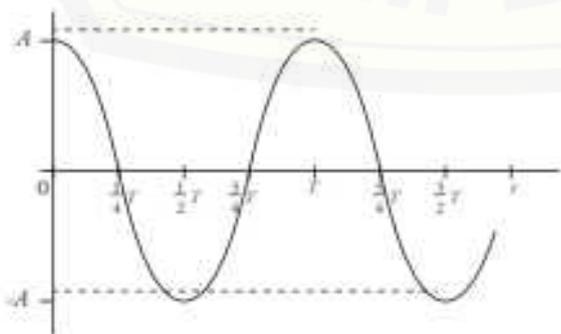
Gambar 2.3 Jika pada saat $t = 0$, massa pada posisi setimbang $y = 0$, tetapi juga mempunyai laju awal pada $t = 0$ yang membawanya ke $y = A$ pada $t = \frac{1}{4} T$

Sumber : <http://www.google.co.id>

Persamaan simpangan di atas berlaku jika pada saat $t = 0$, benda berada di titik keseimbangan ($y = 0$). Akan tetapi, jika pada saat $t = 0$, benda telah menyimpang sejauh A , simpangan sebagai fungsi fungsi sinus berubah menjadi fungsi cosinus. Perhatikan gambar 2.4. berdasarkan gambar tersebut , persamaan simpangannya menjadi :

$$y = A \cos \omega t \quad \dots\dots(2.6)$$

Persamaan ini sebenarnya sama dengan persamaan simpangan sebagai fungsi sinus, tergantung titik acuan yang kita pakai. Persamaan-persamaan gerak harmonis sederhana kondisi awal atau pada saat memilih nilai t (Giancoli, 2001:374). Jika kita mengacu pada titik keseimbangan sebagai titik awal, persamaan sinuslah yang kita pakai. Sebaliknya, jika acuannya titik simpangan terjauh, persamaan yang kita pakai adalah persamaan cosinus.



Gambar 2.4 Jika pada saat $t = 0$, beban menyimpang sejauh A , maka grafik simpangannya menjadi grafik fungsi cosinus

Sumber : <http://www.google.co.id>

Kedua kurva, sinus dan cosinus disebut sinusoidal (mempunyai bentuk fungsi sinus). Dengan demikian gerak harmonis sederhana dikatakan sinusoidal karena posisi bervariasi sebagai fungsi sinusoidal waktu (Giancoli, 2001:374).

2.2.2.4 Kecepatan dan Percepatan Getar

Simpangan pada persamaan di depan dapat diartikan sebagai posisi pusat massa beban setiap saat. Dari posisi ini, kita dapat mencari kecepatan gerak beban. Kecepatan merupakan turunan posisi. Jadi, kecepatan gerak benda atau kecepatan getaran pegas dicari dengan persamaan :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \quad \dots(2.7)$$

$$\vec{v} = \frac{d(A \sin \omega t)}{dt} \quad \dots(2.8)$$

Keterangan :

\vec{v} : Kecepatan getar (m/s)

A : Amplitudo (m)

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

Sehingga, besar kecepatan getar dicari dengan persamaan berikut :

$$v = A \cos \omega t$$

Dari persamaan getar tersebut, nilai maksimum yang dapat dicapai $\cos \omega t$ adalah 1. Jika keadaan ini tercapai, kecepatan getar akan mencapai kecepatan maksimum, yang dirumuskan sebagai :

$$v_m = A \quad \dots(2.9)$$

Dari persamaan kecepatan, kita dapat mencari persamaan percepatan getar ketika beban menyimpang sejauh x . Percepatan getar merupakan turunan fungsi kecepatan terhadap waktu, sehingga percepatan getar dapat dicari dengan persamaan :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}_x}{dt} \quad \dots(2.10)$$

$$\vec{a} = \frac{d(A \cos \omega t)}{dt} \quad \dots(2.11)$$

$$\vec{a} = -A\omega^2 \sin \omega t \quad \dots(2.12)$$

Seperti kecepatan maksimum, percepatan maksimum juga dicapai ketika $\sin \omega t = 1$. Jadi, besar percepatan maksimum dinyatakan dalam persamaan :

$$a_m = -A\omega^2 \quad \dots(2.13)$$

Keterangan :

\vec{a} : percepatan getar (m/s^2)

Dari persamaan percepatan, kita tahu bahwa $A \sin \omega t$ tidak lain adalah simpangan x . Jadi, besar percepatan getar dapat dirumuskan :

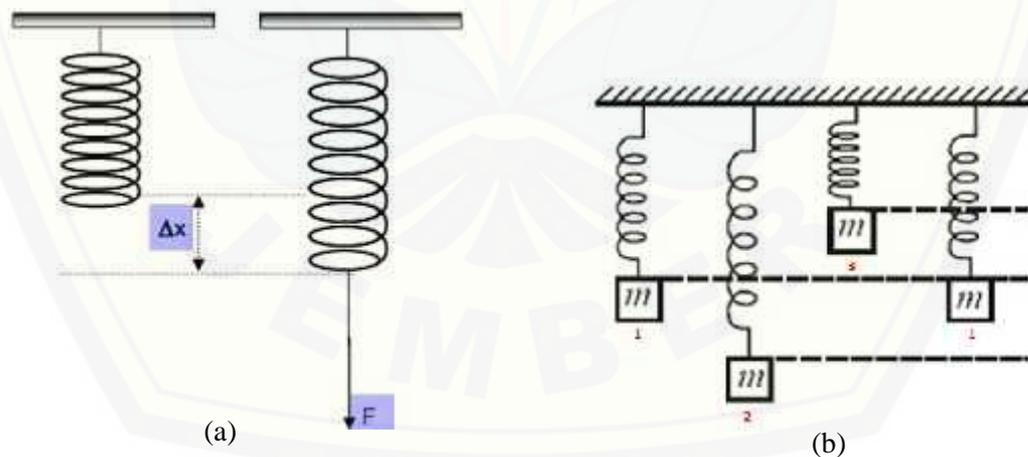
$$\vec{a} = -\omega^2 x \quad \dots(2.14)$$

Keterangan :

x : simpangan (m)

Persamaan ini memberikan arti bahwa percepatan getar selalu berlawanan dengan simpangan. Ketika beban menyimpang ke atas (arah x positif), percepatan menuju ke bawah. Begitu pula sebaliknya, ketika beban menyimpang ke bawah, arah percepatannya ke atas.

2.2.2.5 Gaya Pegas



Gambar 2.5 (a) Pegas bebas tergantung vertikal dan pegas setelah diberikan sebuah gaya (b) Ayunan sederhana pada pegas

Sumber : <http://www.google.co.id>

Pada gambar 2.5 (a) sebuah pegas dikenai gaya tarik F . Kemudian pada gambar 2.5 (b) Pegas akan bergerak periodik dari satu titik awal kemudian kembali ke titik yang sama. Hal ini karena pegas mempunyai gaya pemulih. Gerak

pada pegas juga disebut getaran harmonis (gerak harmonis sederhana). Besar simpangan getar pada pegas sama dengan pertambahan panjang. Pertambahan panjang pada pegas sebanding dengan besar gaya yang bekerja. Pernyataan ini dikenal dengan Hukum Hooke yang dirumuskan sebagai berikut :

$$F = -k \cdot \Delta x \quad \dots(2.15)$$

Keterangan :

F : gaya yang bekerja pada pegas (N)

k : konstanta pegas (N/m)

Δx : pertambahan panjang pegas (m)

Percepatan getar yang selalu berlawanan dengan simpangan disebabkan oleh gaya pemulih pada pegas. Kita telah membahas bahwa besar gaya pegas dinyatakan sebagai :

$$F_p = k \quad \dots(2.16)$$

Gaya pemulih ini juga dapat dicari dengan menggunakan Hukum II Newton. Berdasarkan Hukum II Newton, besar gaya lenting dapat dicari dengan persamaan :

$$F_p = m a \quad \dots(2.17)$$

$$F_p = m \omega^2 x \quad \dots(2.18)$$

$$F_p = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 x \quad \dots(2.19)$$

Periode getaran pegas dapat dicari dengan menggunakan dua persamaan F_p tersebut.

$$k = m \frac{4\pi^2}{T^2} x \quad \dots(2.20)$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \quad \dots(2.21)$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 \frac{m}{k}} \quad \dots(2.22)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots(2.23)$$

Keterangan :

T : periode (s)

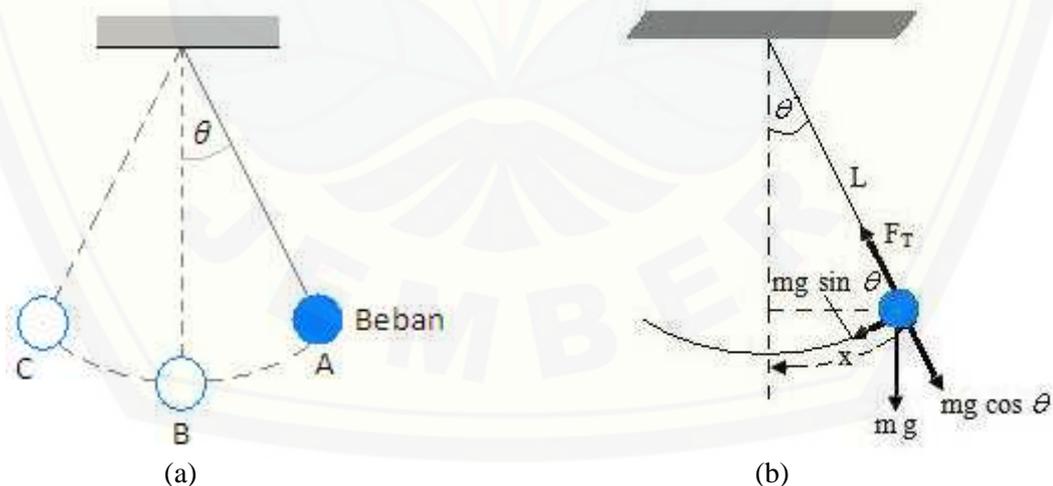
m : massa beban (kg)

k : konstanta pegas (N/m)

2.2.2.6 Ayunan Bandul Sederhana

Bandul sederhana adalah suatu benda yang terdiri dari sebuah titik massa, yang digantungkan pada tali ringan yang tidak dapat teregang. Jika bandul ditarik ke samping dari posisi seimbang dan dilepaskan, maka bandul akan berayun dalam bidang vertikal karena pengaruh gravitasi (Halliday, 1985:459). Geraknya merupakan gerak osilasi dan periodik. Gerak bolak-balik bandul sederhana dengan gesekan yang dapat diabaikan menyerupai gerak harmonis sederhana : pendulum berosilasi sepanjang busur sebuah lingkaran dengan amplitudo yang sama di tiap sisi titik seimbang(di mana ia tergantung vertikal) dan sementara melalui titik seimbang lajunya bernilai maksimum (Giancoli, 2001:375).

Gambar 2.6 (a) menunjukkan gerakan bolak-balik ayunan melalui titik A, B, dan C. Gerakan yang terjadi pada ayunan disebut getaran. Getaran merupakan gerakan bolak-balik secara periodik melalui titik kesetimbangan. Satu getaran lengkap adalah gerakan bolak-balik dari A ke C dan kembali lagi ke A.



Gambar 2.6 (a) Ayunan Bandul Sederhana (b) Gaya pada ayunan

Sumber : <http://www.google.co.id>

Pada gambar 2.6 (b) simpangan bandul sepanjang busur dinyatakan dengan $x = L \theta$, dimana θ adalah sudut yang dibuat tali dengan garis vertikal dan L adalah panjang tali. Dengan demikian, jika gaya pemulih sebanding dengan x

atau dengan θ , gerak tersebut adalah harmonis sederhana. Gaya pemulih adalah komponen gaya berat, mg , yang merupakan tangen terhadap busur :

$$F = -m \sin \theta \quad \text{.....(2.24)}$$

Keterangan :

F : gaya pemulih (N)

m : massa beban (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

θ : sudut yang dibentuk tali dan garis vertikal

Di mana tanda minus, berarti bahwa gaya mempunyai arah yang berlawanan dengan simpangan sudut θ . Karena F sebanding dengan sinus θ dan tidak dengan θ itu sendiri, gerakan tersebut bukan merupakan GHS. Bagaimanapun, jika θ kecil, maka $\sin \theta$ hampir sama dengan θ jika dinyatakan dalam radian. Perhatikan gambar 2.5 (b) bahwa panjang busur $x = L \theta$ hampir sama panjang dengan tali ($= L \sin \theta$) yang ditunjukkan dengan garis terputus yang lurus, jika θ kecil. Untuk sudut yang lebih kecil dari 15° , perbedaan antara θ (dalam radian) dan $\sin \theta$ lebih kecil dari 1 persen. Berarti, sampai pendekatan yang sangat baik untuk sudut kecil,

$$F = -m \sin \theta \approx -m \theta \quad \text{.....(2.25)}$$

Dengan menggunakan $x = L \theta$, kita dapatkan :

$$F \approx -\frac{m}{L} x \quad \text{.....(2.26)}$$

Dengan demikian, untuk simpangan yang kecil, gerak tersebut pada intinya merupakan harmonis sederhana, karena persamaan ini sesuai dengan hukum Hooke, $F = -kx$, dimana konstanta gaya efektif adalah $k = m/L$.

Dengan memasukkan harga k ini ke persamaan periode pegas $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ maka

kita akan mendapatkan persamaan periode ayunan bandul :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{L}}} \quad \text{.....(2.27)}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{.....(2.28)}$$

Jika kedua ruas dikuadratkan, kita akan mendapatkan persamaan :

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad \dots(2.29)$$

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad \dots(2.30)$$

Keterangan :

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

L : panjang tali (m)

T : periode ayunan (s)

Persamaan ini dapat kita gunakan untuk mencari besar percepatan gravitasi di suatu tempat.

2.2.2.7 Energi Pada Gerak Harmonis Sederhana

Ketika berhadapan dengan gaya yang tidak konstan, kita akan lebih mudah dengan menggunakan pendekatan energi. Untuk menekan atau meregang pegas, harus dilakukan kerja. Dengan demikian energi potensial disimpan pada pegas yang teregang atau tertekan. Energi potensial pegas dinyatakan dengan :

$$E = \frac{1}{2} kx^2 \quad \dots(2.31)$$

Keterangan :

EP : energi potensial pegas (joule)

k : konstanta pegas (N/m)

x : pertambahan panjang pegas (m)

Karena energi mekanik total E dari sistem massa-pegas merupakan jumlah energi kinetik dan potensial maka kita dapatkan :

$$E = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2 \quad \dots(2.32)$$

Di mana v adalah kecepatan massa m ketika berjarak x dari posisi setimbang. Selama tidak ada gesekan, energi mekanik total E tetap konstan. Pada saat massa berosilasi bolak-balik, energi terus berubah dari energi potensial ke energi kinetik dan kembali lagi. Pada titik ekstrim (misal dari titik $x = A$ dan $x = -A$), semua energi tersimpan pada pegas sebagai energi potensial (dan tetap sama

pakah pegas ditekan atau diregangkan sampai amplitudo penuh). Pada titik ekstrim ini massa berhenti sebentar pada waktu berubah arah, sehingga $v = 0$ dan :

$$E = \frac{1}{2}m(0)^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad \dots(2.33)$$

Dengan demikian, energi mekanik total dari osilator harmonis sederhana sebanding dengan kuadrat amplitudo (Giancoli, 2001:368). Pada titik seimbang, $x = 0$, semua energi merupakan energi kinetik :

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}k(0)^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \dots(2.34)$$

Di mana v_0 menyatakan kecepatan maksimum selama gerak (yang terjadi pada $x = 0$). Pada titik-titik pertengahan, energi berbentuk sebagian energi kinetik dan sebagian potensial. Dengan menggabungkan persamaan 2.33 dan 2.32 kita dapat menemukan persamaan yang berguna untuk kecepatan sebagai fungsi posisi x :

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad \dots(2.35)$$

Jika diselesaikan untuk v^2 , kita dapatkan

$$v^2 = \frac{k}{m}(A^2 - x^2) = \frac{k}{m}A^2 \left(1 - \frac{x^2}{A^2}\right) \quad \dots(2.36)$$

Dari persamaan 2.33 dan 2.34, kita dapatkan $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA^2$, sehingga $v_0^2 = \frac{k}{m}A^2$. Dengan memasukkan persamaan ini ke persamaan 2.36 dan mencari akarnya, kita dapat :

$$v = \pm v_0 \sqrt{1 - \frac{x^2}{A^2}} \quad \dots(2.37)$$

Persamaan ini menyatakan kecepatan benda di semua posisi x . Benda bergerak bolak-balik, sehingga kecepatannya bisa dalam arah + atau - , tetapi besarnya hanya bergantung pada besar x .

2.3 Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk

mencapai tujuan belajar yang telah ditentukan dan berfungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para pengajar dalam merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar mengajar (Saripudin, 1996:78). Menurut Joice (dalam Trianto, 2010:22), menyatakan bahwa model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan suatu pembelajaran dalam tutorial dan untuk menentukan perangkat-perangkat pembelajaran termasuk didalamnya buku-buku, film, komputer, kurikulum, dan lain-lain.

Menurut Arends dalam Suprijono (2009:45) model pembelajaran mengacu pada pendekatan yang digunakan, termasuk di dalamnya tujuan-tujuan pembelajaran, tahap-tahap dalam kegiatan pembelajaran lingkungan pembelajaran, dan pengelolaan kelas. Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran adalah kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan dan untuk merancang bahan-bahan pengajaran dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar.

Setiap model pembelajaran menurut Joyce, dkk. (Sutarto dan Indrawati, 2013:22) memiliki lima unsur karakteristik model, yaitu antara lain:

1. Sintakmatik adalah langkah-langkah kegiatan dari model pembelajaran yang dilakukan oleh guru selama pembelajaran berlangsung.
2. Sistem sosial adalah situasi atau suasana dan norma yang berlaku dalam suatu model pembelajaran.
3. Prinsip sosial adalah pola kegiatan guru dalam memperlakukan atau memberikan respon pada siswanya.
4. Sistem pendukung adalah segala sarana, bahan dan alat yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan model pembelajaran tersebut.
5. Dampak instruksional dan dampak pengiring

Dampak instruksional adalah hasil belajar yang dicapai langsung dengan cara mengarahkan para siswa pada tujuan yang diharapkan.

Dampak pengiring adalah hasil belajar lainnya yang dihasilkan oleh suatu proses belajar mengajar, sebagai akibat terciptanya suasana belajar yang

dialami langsung oleh para siswa tanpa mendapatkan pengarahan langsung dari guru.

2.4 Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*)

Model POE merupakan salah satu model yang berorientasi konstruktivisme yang menekankan pada cara siswa membangun atau menemukan pengetahuan sendiri. Menurut Duit dan Confrey (dalam Kearney, 2001) konstruktivisme mendorong para pendidik untuk mengenalkan kepada siswa dengan kuat dalam mengadakan preconsepsi atau konsep awal dan memberikan pengalaman yang dapat membantu siswa dalam membangun suatu pengetahuan. Sehingga pandangan belajar secara konstruktivis ini menunjukkan bahwa peserta didik akan membangun pengetahuan mereka sendiri, dan sangat dipengaruhi oleh apa yang telah siswa ketahui. Dengan cara ini, peserta didik dapat membangun pemahaman individu mereka yang berdasarkan kenyataan.

Model POE merupakan suatu model pembelajaran yang menggunakan tiga langkah utama dari metode ilmiah yaitu membuat prediksi, melakukan observasi dan memberikan eksplanasi atau penjelasan tentang kesesuaian antara dugaan dengan hasil pengamatan (Suparno, 2007:102). Model POE ini dapat digunakan oleh guru sebagai cara untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap suatu konsep dan melatih keterampilan. Penerapan model POE dalam pembelajaran Fisika dapat menggali gagasan awal yang dimiliki siswa, memberikan kesempatan pada siswa untuk mengamati dan mencoba langsung suatu objek atau fenomena, membangkitkan diskusi antara siswa dengan siswa atau antara siswa dengan guru, dan menumbuhkan rasa ingin tahu dan motivasi siswa untuk menyelidiki suatu persoalan. Model POE juga dapat meningkatkan komunikasi siswa dalam memberikan penjelasan terkait hubungan suatu kejadian yang diamati dengan teori.

Menurut White dan Gunstone dalam Kearney (2004:427) menyatakan bahwa POE memuat tiga tahapan yang meliputi prediksi, oservasi, dan eksplanasi. Model pembelajaran POE (*Prediction-Observation-Explanation*) merupakan suatu model yang efisien untuk menciptakan suasana diskusi para siswa

mengenai konsep ilmu pengetahuan. Model pembelajaran ini melibatkan siswa dalam meramalkan suatu fenomena, melakukan observasi melalui demonstrasi, dan akhirnya menjelaskan hasil demonstrasi dan ramalan atau dugaan mereka sebelumnya. Tahapan dalam model pembelajaran POE terdiri atas tiga bagian antara lain:

- a) Langkah pertama dalam model POE ini adalah membuat prediksi atau dugaan. Pada tahap prediksi, guru memberikan fenomena fisika kepada siswa, siswa memberikan prediksi apa yang akan terjadi menurut Costu (dalam Rifzal, 2015). Setelah suatu persoalan fisika disajikan guru meminta siswa untuk memprediksi kejadian yang akan terjadi atau jawaban dari permasalahan yang disajikan. Prediksi siswa harus berdasarkan teori dan alasan. Siswa memberikan penjelasan meyakinkan bahwa hasil prediksi mereka benar. Menurut Indriana (2015:5) menyatakan bahwa pada tahap ini, siswa harus memberikan hipotesis mereka berdasarkan permasalahan yang telah disajikan dari pengalaman mereka masing-masing mengenai materi yang didiskusikan.
- b) Langkah kedua yaitu melakukan observasi atau pengamatan. Pada tahap observasi siswa mengamati fenomena dan guru membimbing siswa melakukan pengamatan agar sesuai dengan konsep menurut Costu (dalam Rifzal, 2015). Siswa juga melakukan percobaan apakah prediksi yang dibuat siswa benar atau tidak sesuai dengan yang dipikirkan. Siswa dapat membuktikan dugaan yang diajukan dengan melakukan observasi atau pengamatan melalui kegiatan eksperimen dan demonstrasi. Pada langkah observasi atau pengamatan siswa dapat mengamati demonstrasi dari guru, percobaan secara berkelompok, penyelidikan secara berkelompok atau mengumpulkan informasi dari berbagai buku atau sumber belajar lainnya.
- c) Langkah ketiga yaitu membuat penjelasan Ekplanasi adalah memberikan penjelasan tentang kesesuaian antara dugaan dan yang sungguh terjadi. Siswa diminta untuk membuat penjelasan terkait dengan dugaan yang mereka buat dan hasil dari observasi. Jika prediksi sesuai dengan hasil observasi maka siswa akan merasa lebih yakin terhadap suatu konsep. Jika prediksi tidak

sesuai dengan hasil observasi, maka siswa harus mencari alasan mengapa prediksi mereka salah. Sehingga siswa akan belajar dari kesalahan dan biasanya pembelajaran tersebut tidak mudah dilupakan siswa (Suparno, 2013: 113-114) Guru dapat membantu siswa dalam menemukan kesalahan dalam dugaannya, mengubah prediksi dan membenarkan prediksi yang tadinya keliru serta kesalahan-kesalahan dalam melakukan pratikum.

Menurut Liew (1998) manfaat model pembelajaran POE adalah sebagai berikut.

1. Model Pembelajaran POE dapat digunakan untuk menggali gagasan awal yang dimiliki oleh siswa
2. Membangkitkan diskusi baik antara siswa dengan siswa maupun antara siswa dengan guru.
3. Memberikan motivasi kepada siswa untuk menyelidiki konsep yang belum dipahami.
4. Membangkitkan rasa ingin tahu siswa terhadap suatu permasalahan.

Model POE selain memiliki kelebihan juga memiliki kelemahan. Adapun kelemahan dari model POE adalah sebagai berikut :

1. Model ini tidak dapat diterapkan pada semua pokok bahasan fisika karena tidak semua materi fisika bisa dilakukan eksperimen dalam kelas.
2. Model ini memerlukan peralatan untuk melakukan percobaan, sehingga pada sekolah yang memiliki keterbatasan alat diharapkan pada saat pembelajaran fisika sebaiknya guru sering melakukan demonstrasi di depan kelas.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran POE merupakan salah satu model pembelajaran yang dikembangkan untuk menemukan kemampuan siswa dalam memprediksi suatu fenomena serta alasan mereka dalam membuat prediksi tersebut (Sawitri dkk. 2013:41). Sehingga model ini akan mengarahkan siswa memecahkan suatu persoalan melalui 3 langkah utama metode saintifik yang sesuai dan merupakan bagian dari pembelajaran fisika, sehingga langkah-langkah dalam model POE ini dapat menjadikan siswa lebih aktif untuk membuktikan sendiri prediksinya melalui kegiatan observasi dan

siswa juga dapat menjelaskan hasil observasinya apakah sudah sesuai dengan prediksinya.

2.5 Model Pembelajaran Kooperatif

Berdasarkan hasil wawancara terbatas dengan dengan guru fisika di beberapa SMA Negeri di Kabupaten Jember menunjukkan bahwa saat ini guru fisika lebih bnyak menggunakan metode ceramah, tanya jawab, penugasan, dan diskusi kelompok dalam proses pembelajaran. Guru menjelaskan materi di awal pembelajaran kemudian siswa diberikan tugas, setelah itu siswa membentuk kelompok sesuai dengan yang telah ditentukan untuk mendiskusikan penyelesaian suatu permasalahan dan guru memberikan kesimpulan di akhir pembelajaran. Guru sering menggunakan metode tersebut dikarenakan metode-metode tersebut lebih efektif untuk menyampaikan materi yang banyak dalam keterbatasan waktu pembelajaran fisika yang ada di sekolah. Dari langkah-langkah pembelajaran yang diterapkan oleh guru di beberapa SMA negeri di Kabupaten Jember, dapat disimpulkan langkah-langkah pembelajaran tersebut identik dengan langkah-langkah pembelajaran pada model kooperatif.

Menurut Anita Lie (dalam Eviliyanida, 2011) pembelajaran kooperatif adalah sistem pengajaran yang memberikan kesempatan kepada anak didik untuk bekerjasama dengan sesama siswa dalam tugas-tugas yang terstruktur. Pembelajaran kooperatif mencakup suatu kelompok kecil siswa yang bekerjasama sebagai sebuah tim untuk mencapai tujuan bersama lainnya. Sedangkan menurut Jauhar (2011:52) pembelajaran kooperatif didefinisikan sebagai strategi belajar dengan sejumlah siswa sebagi kelompok kecil yang tingkat kemampuannya berbeda.

Pembelajaran kooperatif biasanya terdiri dari satu orang berkemampuan akademis tinggi, dua orang dengan kemampuan sedang, dan satu orang lainnya dari kelompok kemampuan akademis kurang. Sehingga pembelajaran kooperatif dapat membuat siswa memverbalisasikan gagasan-gagasan dan dapat mendorong munculnya refleksi yang mengarah pada pembentukan konsep-konsep secara efektif dibandingkan dengan pembelajaran individual dimana siswa bersaing

dengan yang lain atau sendirian, pembelajaran kooperatif secara akademik, pribadi, dan sosial lebih berhasil (Eviliyanida, 2011:23).

Menurut Trianto (2010:60) ada lima unsur pembelajaran yang kooperatif yang harus diterapkan yakni :

1. Saling ketergantungan positif

Keberhasilan kelompok sangat bergantung dengan usaha setiap anggotanya. Untuk menciptakan kelompok belajar yang efektif, pengajar perlu menyusun tugas sedemikian rupa sehingga setiap anggota kelompok harus menyelesaikan tugasnya sendiri agar yang lain bisa mencapai tujuan mereka.

2. Tanggung jawab perseorangan

Pengajaran yang efektif dalam model pembelajaran kooperatif membuat persiapan dan menyusun tugas sedemikian rupa sehingga masing-masing anggota kelompok harus melaksanakan tanggung jawabnya sendiri agar tugas selanjutnya dalam kelompok bisa dilaksanakan.

3. Tatap muka

Setiap kelompok harus diberi kesempatan untuk bertemu muka dan berdiskusi. Harus bekerjasama ini jauh lebih besar dari pada jumlah hasil masing-masing anggota. Para anggota kelompok perlu diberi kesempatan untuk saling mengenal dan menerima satu sama lain dalam kegiatan tatap muka dan interaksi pribadi.

4. Komunikasi antar kelompok

Unsur ini menghendaki agar para siswa dibekali dengan berbagai keterampilan berkomunikasi. Keberhasilan suatu kelompok juga bergantung pada kesediaan para anggotanya untuk saling mendengarkan dan kemauan mereka untuk mengutarakan pendapat mereka.

5. Evaluasi proses kelompok

Pengajar perlu menjadwalkan waktu khusus bagi kelompok untuk mengevaluasi proses kerjasama kelompok dan hasil kerjasama mereka agar selanjutnya bisa bekerjasama dengan lebih efektif. Waktu evaluasi ini tidak perlu di adakan setiap kali kerja kelompok, melainkan bisa diadakan selang

beberapa waktu setelah beberapa kali pembelajar terlibat dalam kegiatan pembelajaran kooperatif.

Setiap model pembelajaran memiliki kelebihan dan kelemahan sehingga seorang guru harus dapat mengeliminasi kelemahannya, sehingga pembelajar akan berjalan efektif. Adapun kelebihan model pembelajaran kooperatif yaitu:

- a. Siswa tidak terlalu menggantungkan pada guru
- b. Dapat mengembangkan kemampuan mengungkapkan ide atau gagasan dengan kata-kata secara verbal dan membandingkannya dengan ide-ide orang lain.
- c. Dapat membantu siswa untuk respek pada orang lain dan menyadari akan segala keterbatasannya serta menerima segala perbedaan.
- d. Dapat membantu memberdayakan setiap siswa untuk lebih bertanggung jawab dalam belajar.
- e. Merupakan model yang sangat ampuh untuk meningkatkan prestasi akademik sekaligus kemampuan sosial.
- f. Dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menguji ide dan pemahaman sendiri, menerima umpan balik.
- g. Dapat meningkatkan kemampuan siswa menggunakan informasi dan kemampuan belajar abstrak menjadi nyata.
- h. Dapat meningkatkan motivasi dan memberikan rangsangan untuk berfikir.

Model pembelajaran kooperatif selain memiliki kelebihan juga memiliki kelemahan. Adapun kelemahan model pembelajaran kooperatif yaitu:

- a. Iklim kerja sama kelompok kurang harmonis, karena beranggapan siswa yang kurang memiliki kemampuan akan menghambat kerja kelompok.
- b. Pencapaian pemahaman siswa kurang optimal, karena peer teaching tidak berjalan secara efektif.
- c. Hasil penilaian kurang menggambarkan prestasi setiap individu siswa karena penilaian yang dilakukan secara kelompok.
- d. Untuk mengembangkan kesadaran berkelompok memerlukan waktu yang panjang,

- e. Untuk memadukan kemampuan bekerjasama dengan kemampuan individu bukan pekerjaan yang mudah.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terbatas pada guru fisika di beberapa SMA Negeri di Kabupaten Jember, langkah-langkah pada model yang digunakan dalam proses pembelajaran merujuk pada model kooperatif tipe STAD dan model kooperatif tipe TPS (*Think, Pair, Share*).

2.6 Multirepresentasi

Representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili, melambangkan atau menyimbolkan objek dan proses dalam suatu cara. Menurut Mahardika (2012:47) multirepresentasi merupakan perpaduan antara format-format representasi yang meliputi format verbal, matematik, gambar, dan grafik. Multirepresentasi juga berarti merepresentasikan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik menurut Prain dan Waldrip (dalam Mahardika, 2012). Dengan demikian dapat disimpulkan multirepresentasi adalah suatu cara menyatakan suatu konsep melalui berbagai cara atau bentuk.

Multirepresentasi memiliki tiga fungsi utama, fungsi multirepresentasi yang pertama adalah sebagai pelengkap. Penggunaan multirepresentasi dapat membentuk suatu susunan yang saling melengkapi sehingga memudahkan siswa dalam menarik kesimpulan dari konsep yang dipelajarinya. Fungsi multirepresentasi yang kedua adalah untuk mengatasi kendala-kendala interpretasi. Penggunaan multirepresentasi dapat digunakan untuk membantu pelajar membangun pemahaman yang lebih baik terhadap suatu konsep dibandingkan hanya menggunakan satu representasi. Fungsi multirepresentasi yang ketiga adalah memperdalam pemahaman, Ainsworth (dalam Mahardika, 2012). Multirepresentasi dapat digunakan untuk memperdalam pemahaman tentang suatu konsep. Dengan demikian kemampuan multirepresentasi siswa diharapkan dapat meningkat, karena dengan memiliki kemampuan multirepresentasi yang cukup siswa dapat memahami konsep fisika secara komprehensif. Dengan kata lain, siswa mampu merepresentasikan dalam bentuk

verbal, matematik, gambar, dan mampu membuat grafik konsep fisika secara jelas. Jika kemampuan multirepresentasi meningkat, maka kemampuan pemahaman konsep fisika siswa juga akan meningkat (Mahardika, 2013:215). Terdapat beberapa alasan pentingnya menggunakan multirepresentasi sebagai berikut.

a. Multikecerdasan

Menurut teori multikecerdasan orang dapat memiliki kecerdasan yang berbeda-beda. Oleh karena itu siswa belajar dengan cara yang berbeda-beda sesuai dengan jenis kecerdasannya.

b. Visualisasi bagi otak

Kuantitas dari konsep-konsep yang bersifat fisik seringkali dapat divisualisasi dan dipahami lebih baik dengan menggunakan representasi konkret.

c. Membantu mengonstruksi representasi tipe lain

Beberapa representasi konkret membantu dalam mengonstruksi representasi yang lebih abstrak.

d. Beberapa representasi bermanfaat bagi penalaran kualitatif

Penalaran kualitatif seringkali terbantu dengan menggunakan representasi konkret.

e. Representasi matematik yang abstrak digunakan untuk penalaran kuantitatif

Representasi matematis yang abstrak digunakan untuk mencari jawaban kuantitatif terhadap soal.

Dalam fisika terdapat banyak tipe representasi yang dapat dimunculkan. Menurut Mahardika (2012:47-49) tipe-tipe representasi tersebut antara lain:

a. Deskripsi verbal adalah suatu cara yang tepat untuk digunakan ketika memberikan definisi dari suatu konsep

b. Deskripsi gambar/diagram adalah suatu cara yang dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang masih bersifat abstrak. Sehingga, suatu konsep akan menjadi lebih jelas ketika dapat kita representasikan kedalam bentuk gambar.

- c. Grafik adalah suatu cara yang dapat membantu mempersingkat penjelasan yang panjang terhadap suatu konsep. Oleh karena itu kemampuan membuat dan membaca grafik adalah keterampilan yang sangat diperlukan.
- d. Matematik adalah suatu cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan kuantitatif. Namun penggunaan representasi kuantitatif ini akan banyak ditentukan keberhasilannya oleh penggunaan representasi kuantitatif secara baik.

Hasil belajar fisika tidak hanya dapat diketahui melalui kemampuan siswa dalam merepresentasikan konsep fisika secara verbal dan matematis saja atau hanya salah satu dari bagian multirepresentasi saja. Akan tetapi dapat dilihat juga melalui kemampuan mempresentasikan dalam bentuk representasi yang lain (Ningrum, 2015:117). Berdasarkan hasil observasi terbatas dengan beberapa guru mata pelajaran fisika di SMAN di Kabupaten Jember, dalam menyajikan sebuah materi dalam pembelajaran fisika, rata-rata guru menyajikan materi dengan mengutamakan penggunaan representasi gambar saja, sehingga siswa agak kurang cermat dalam memahami dan mengartikan sebuah materi yang disajikan dalam representasi grafik sehingga berpengaruh juga dalam melaksanakan perhitungan dalam bentuk matematik.

2.7 Penerapan Model Pembelajaran POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik Pada Pembelajaran Fisika di-SMA

Model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik seperti yang telah dipaparkan diatas adalah model pembelajaran yang terdiri dari tiga kegiatan yaitu *prediction* (memprediksi), *Observation* (mengamati), dan *Explanation* (menjelaskan), dimana pada proses pembelajaran, siswa diberikan LKS berbasis representasi matematik dan grafik untuk memudahkan siswa dalam melakukan pegamatan dan siswa mampu menjelaskan hasil pengamatan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik dengan baik. Sehingga pada setiap kegiatan dalam model POE dapat terlaksana dengan baik dan tepat waktu.

Penilaian yang dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran ini, terjadi selama proses pembelajaran berlangsung, serta tugas yang disetorkan oleh siswa. Jadi setiap aktivitas siswa mendapat penghargaan dari guru. Aktivitas guru dan siswa disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aktivitas guru dan siswa pada sintakmatik model POE

Langkah Pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
Tahap 1 Memprediksi (Predict)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membagikan LKS berbasis representasi matematik dan grafik. • Guru memberikan instruksi untuk berkumpul dengan kelompok yang telah ditentukan. Guru memberikan persoalan fisika terkait materi yang akan dibahas. • Guru menginstruksikan siswa untuk menuliskan hipotesisnya di LKS yang telah dibagikan. • Guru meminta salah siswa mewakili setiap kelompoknya untuk menyampaikan prediksi yang telah dibuat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa mendapatkan LKS berbasis representasi matematik dan grafik • Siswa berkumpul dengan kelompoknya masing-masing. • Siswa memperhatikan persoalan fisika yang diberikan oleh guru. Siswa memberikan hipotesis dan menuliskannya di LKS berdasarkan permasalahan yang diambil dari pengalaman siswa, atau buku panduan yang memuat suatu fenomena terkait materi yang akan dibahas. • Siswa menyampaikan prediksinya.
Tahap 2 Mengamati (Observe)	<ul style="list-style-type: none"> • Guru sebagai fasilitator dan mediator memantau dan membimbing siswa dalam melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja pada LKS berbasis 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dengan bimbingan guru melakukan percobaan dan pengamatan sesuai dengan langkah kerja di LKS berbasis representasi matematik dan grafik • Siswa mencatat hasil pengamatan untuk

Langkah Pembelajaran	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
	representasi matematik dan grafik apabila siswa mengalami kesulitan dalam melakukan pembuktian.	direfleksikan satu sama lain. <ul style="list-style-type: none"> Siswa menganalisis data hasil pengamatan dan menuliskannya di LKS untuk didiskusikan bersama serta membandingkan hasil observasi dengan hipotesis sebelumnya bersama kelompok masing-masing.
Tahap 3. Menjelaskan (<i>Explain</i>)	<ul style="list-style-type: none"> Guru meminta perwakilan tiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasinya dengan menggunakan LKS berbasis representasi matematik dan grafik. Guru memberikan evaluasi terhadap hasil observasi siswa. Guru memandu siswa membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik. 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa mempresentasikan hasil observasinya di kelas dengan menggunakan pendekatan representasi matematis dan grafik. Mendiskusikan fenomena yang telah diamati secara konseptual-matematis, dan grafis serta membandingkan hasil observasi dengan hipotesis sebelumnya bersama kelompok masing-masing. Siswa dengan bimbingan guru membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik.

Keterangan : Tabel aktivitas pembelajaran dengan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik pada pembelajaran fisika di SMA.

2.8 Hasil Belajar

Keberhasilan dalam proses pembelajaran dapat dilihat dari pencapaian hasil belajar yang diperoleh peserta didik. Hasil belajar menurut Purwanto (2014:44) adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki siswa setelah ia

menerima pengalaman belajarnya. Sedangkan menurut Sudjana (2010:22), hasil belajar adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki dan diperoleh siswa setelah siswa mengalami dan mengikuti proses belajar mengajar. Hasil belajar seringkali digunakan sebagai ukuran untuk mengetahui seberapa jauh peserta didik menguasai bahan yang sudah diajarkan. Hasil belajar siswa pada hakekatnya adalah perubahan tingkah laku. Tingkah laku sebagai hasil belajar mencakup aspek kognitif, afektif dan psikomotor. Hasil belajar siswa dapat diketahui dengan melalui evaluasi hasil belajar adapun evaluasi hasil belajar adalah kegiatan pengumpulan data untuk mengukur sejauh mana tujuan pembelajaran sudah tercapai.

Hasil belajar siswa terdiri dari tiga ranah yaitu ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotor. Ranah kognitif meliputi hasil belajar intelektual yang terdiri dari 6 aspek yaitu: pengetahuan, pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi. Kedua aspek pertama disebut kognitif tingkat rendah dan keempat aspek berikutnya disebut kognitif tingkat tinggi. Ranah afektif berkenaan dengan sikap yang terdiri dari 5 aspek misalnya penerimaan, reaksi, penilaian, organisasi, internalisasi. Ranah psikomotor yaitu hasil belajar ketrampilan dan kemampuan bertindak, seperti gerakan refleks, ketrampilan gerakan dasar, kemampuan perseptual, ketepatan, gerakan ketrampilan kompleks, dan gerakan ekspresif dan interpretatif (Sudjana, 1989:22-23).

Hasil belajar yang dimaksud dalam penelitian ini adalah perubahan tingkah laku siswa atau keberhasilan yang dicapai siswa setelah menerima pelajaran fisika. Keberhasilan belajar siswa dapat dilihat dari sikap siswa selama proses pembelajaran maupun dari nilai tes yang diperoleh siswa. Setelah proses pembelajaran dengan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik diharapkan siswa dapat mengkonstruk pengetahuan dengan mandiri dan benar, mengembangkan kreativitas dalam memecahkan masalah dan mengharapkan siswa memiliki kemampuan memandang sesuatu secara terintegratif pada materi yang telah diajarkan melalui model pembelajaran POE di kelas dengan menggunakan pendekatan representasi matematis dan grafik.

Berdasarkan hasil uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar yang akan dinilai adalah hasil belajar dalam ranah pengetahuan kognitif produk. Alat penilaian hasil belajar yang digunakan adalah tes yang meliputi *post-test* siswa.

2.9 Aktivitas Belajar Siswa

Proses pembelajaran dikatakan efektif apabila siswa secara aktif ikut terlibat langsung dalam pengorganisasian dan penemuan informasi (pengetahuan), sehingga mereka tidak hanya menerima secara pasif pengetahuan yang diberikan oleh guru. Dalam proses belajar mengajar tugas guru adalah mengembangkan dan menyediakan kondisi agar siswa dapat mengembangkan bakat dan potensinya, dalam hal ini siswa harus aktif dalam menggali potensinya. Menurut Hendrawijaya (1999:24), aktivitas belajar adalah aktivitas yang bersifat fisik ataupun mental. Sedangkan menurut Nasution (2000:89) aktivitas belajar merupakan suatu aktivitas yang sifatnya jasmani maupun rohani. Dalam proses pembelajaran, kedua aktivitas tersebut harus selalu terkait. Dengan bekerja (melakukan suatu perbuatan), siswa akan memperoleh pengetahuan, pemahaman, keterampilan serta perilaku lainnya termasuk juga sikap dan nilai (Hamalik, 2014: 90). Seorang siswa akan berfikir aktif selama ia berbuat, tanpa perbuatan maka siswa tidak akan berfikir, oleh karena itu agar siswa berfikir aktif maka harus diberi kesempatan untuk berbuat. Jadi aktivitas siswa juga berperan dalam menentukan keberhasilan proses belajar mengajar.

Menurut Paul D. Dierich (dalam Hamalik, 2014:90-91), membuat suatu daftar yang berisi macam-macam kegiatan siswa yang dapat digolongkan sebagai berikut.

1. Kegiatan visual, misalnya : membaca, memperhatikan gambar, mengamati eksperimen, pameran, dan mengamati orang lain bekerja atau bermain.
2. Kegiatan lisan (*Oral*), meliputi : mengemukakan suatu fakta atau prinsip, menghubungkan suatu kejadian, mengajukan pertanyaan, memberi saran, mengemukakan pendapat, wawancara, diskusi dan interupsi.

3. Kegiatan mendengarkan, seperti mendengarkan penyajian bahan, mendengarkan percakapan atau diskusi kelompok, mendengarkan suatu permainan, mendengarkan radio.
4. Kegiatan menulis, seperti menulis cerita, menulis laporan, memeriksa karangan, membuat rangkuman, mengerjakan tes dan mengisi angket.
5. Kegiatan Menggambar, misalnya menggambar, menggambar grafik, diagram peta, chart, dan diagram.
6. Kegiatan metrik, misalnya melakukan percobaan, memilih alat-alat, melaksanakan pameran, melakukan konstruksi, membuat model, bermain.
7. Kegiatan mental, misalnya merenungkan, menggali, mengingat, memecahkan masalah, menganalisis faktor-faktor, melihat hubungan, mengambil keputusan.
8. Kegiatan emosional, misalnya menaruh minat, membedakan, merasa bosan, gembira, bersemangat, bergairah, berani, tenang, gugup.

Berdasarkan uraian di atas, maka aktivitas belajar siswa merupakan segala tingkah laku siswa selama mengikuti kegiatan pembelajaran yang dapat diketahui melalui indikator atau gejala-gejala yang tampak pada saat proses pembelajaran yang berperan dalam menentukan keberhasilan proses belajar mengajar. Dalam penelitian ini aktivitas belajar siswa diamati ketika proses belajar mengajar berlangsung. Adapun aktivitas yang diamati selama pembelajaran dengan menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik merupakan aktivitas yang sudah dimodifikasi dari teori yang ada antara lain:

1. Untuk kegiatan lisan (oral) dan kegiatan mendengarkan dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : berdiskusi dan presentasi (berkomunikasi).
2. Kegiatan visual dan kegiatan menulis dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : merumuskan hipotesis (prediksi), mengidentifikasi masalah.
3. Kegiatan metric dan kegiatan emosional dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : menyiapkan alat dan bahan percobaan, melakukan percobaan (observasi), dan menyajikan data hasil percobaan.

4. Kegiatan menggambar dan kegiatan mental dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : menggambar grafik hasil percobaan.

Hal-hal yang mendasari untuk memodifikasi indikator aktivitas belajar siswa antara lain dikarenakan kegiatan dalam indikator tersebut dapat diamati dari kegiatan yang lain, dengan kata lain terdapat suatu aktivitas siswa yang sekaligus dapat kita lihat dari aktivitas yang lain.

2.10 Perbedaan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik dengan Model Pembelajaran Kooperatif

Hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki siswa setelah melakukan pembelajaran yang ditandai dengan adanya perubahan tingkah laku dan perubahan konsep yang dimiliki siswa yang diketahui dengan melakukan suatu penilaian (tes).

Pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik, siswa diberikan kesempatan untuk melatih penggunaan informasi dan keterampilan yang dimiliki untuk membrikan dugaan dan memecahkan masalah yang guru berikan. Selain itu, dapat memusatkan perhatian siswa terhadap masalah yang sedang dibahas yang berhubungan dengan gejala-gejala alam dalam kehidupan sehari-hari dengan melakukan observasi dan dapat mengembangkan pola pikir siswa. Sedangkan LKS berbasis representasi matematik dan grafik yang disertakan dalam model pembelajaran POE siswa ditempatkan sebagai pusat dari proses pembelajaran atau sebagai subjek pendidikan dimana langkah-langkah model POE menjadikan siswa aktif untuk membuktikan sendiri prediksinya, dan siswa mampu menjelaskan hasil observasinya melalui representasi matematik dan grafik.

Pada saat kegiatan presentasi siswa diminta untuk menjelaskan hasil observasi atau eksperimen melalui suatu teknik pendekatan yang mampu mempermudah siswa dalam menjelaskan hasil tersebut. Pendekatan yang digunakan dalam tahap menjelaskan ini adalah pendekatan multirepresentasi.

Multirepresentasi ini digunakan sebagai salah satu teknik pemetaan yang dapat membantu siswa lebih memahami materi dan melatih siswa lebih kreatif. Multirepresentasi juga mampu membantu siswa dalam mengingat dan mengasah otak dengan cara merepresentasikan pengetahuan baru dan konsep yang telah dimiliki ke dalam suatu berbagai representasi yang meliputi representasi gambar, representasi grafik, representasi matematis, dan representasi verbal. Dalam hal ini siswa hanya merepresentasikan penjelasannya melalui representasi matematik dan grafik saja.

Pembelajaran yang biasa diterapkan dalam kegiatan belajar-mengajar di SMAN di Kabupaten Jember menggunakan model pembelajaran kooperatif yang biasa diterapkan di sekolahnya, dimana guru menggunakan pembelajaran dengan menggunakan beberapa metode antara lain : metode ceramah, penugasan, tanya jawab, dan diskusi yang masih berpusat pada guru dalam kegiatan belajar mengajar.

Adapun perbandingan antar model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan model kooperatif yang biasa diterapkan di sekolah adalah seperti yang terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbedaan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan model kooperatif yang biasa diterapkan di sekolah

Model POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik	Model Kooperatif yang Biasa diterapkan di Sekolah
KELEBIHAN	
a. Model Pembelajaran POE dapat digunakan untuk menggali gagasan awal yang dimiliki oleh siswa b. Membangkitkan diskusi baik antara siswa dengan siswa maupun antara siswa dengan guru. c. Memberikan motivasi kepada	a. Siswa tidak terlalu menggantungkan pada guru b. Dapat mengembangkan kemampuan mengungkapkan ide atau gagasan dengan kata-kata secara verbal dan membandingkannya dengan ide-ide
siswa untuk menyelidiki konsep yang belum dipahami. c. Membangkitkan rasa ingin tahu	orang lain. d. Dapat membantu siswa untuk respek pada orang lain dan

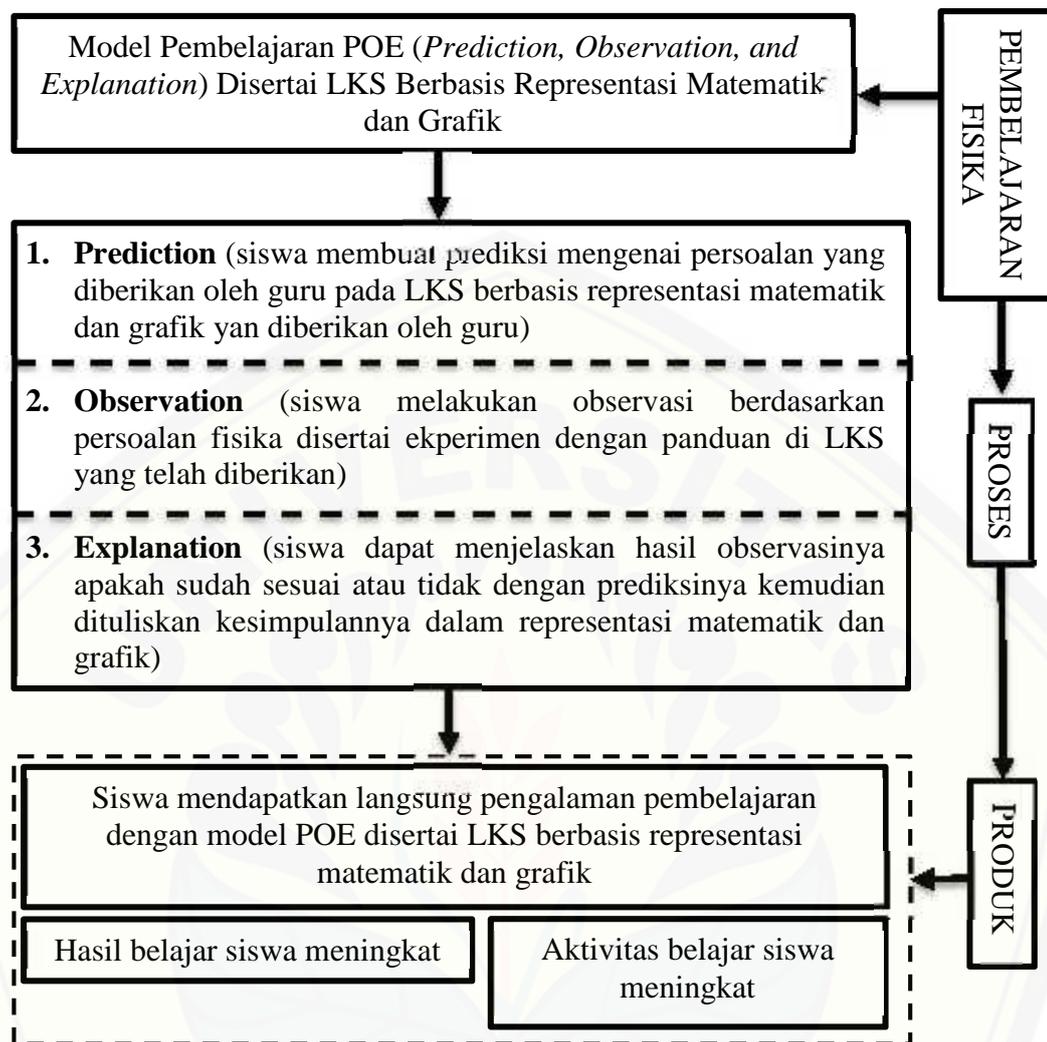
<p>siswa terhadap suatu permasalahan.</p>	<p>menyadari akan segala keterbatasannya serta menerima segala perbedaan.</p> <p>e. Dapat membantu memberdayakan setiap siswa untuk lebih bertanggung jawab dalam belajar.</p> <p>f. Merupakan model yang sangat ampuh untuk meningkatkan prestasi akademik sekaligus kemampuan sosial.</p> <p>g. Dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menguji ide dan pemahaman sendiri, menerima umpan balik. Dapat meningkatkan kemampuan siswa menggunakan informasi dan kemampuan belajar abstrak menjadi nyata.</p> <p>h. Dapat meningkatkan motivasi dan memberikan rangsangan untuk berfikir.</p>
KELEMAHAN	
<p>a. Model ini tidak dapat diterapkan pada semua pokok bahasan fisika karena tidak semua materi fisika bisa dilakukan eksperimen dalam kelas.</p> <p>b. Model ini memerlukan peralatan untuk melakukan percobaan, sehingga pada sekolah yang memiliki keterbatasan alat diharapkan pada saat pembelajaran fisika sebaiknya guru sering melakukan demonstrasi di depan kelas.</p>	<p>a. Iklim kerja sama kelompok kurang harmonis, karena beranggapan siswa yang kurang memiliki kemampuan akan menghambat kerja kelompok.</p> <p>b. Pencapaian pemahaman siswa kurang optimal, karena peer teaching tidak berjalan secara efektif.</p> <p>c. Hasil penilaian kurang menggambarkan prestasi setiap individu siswa karena penilaian yang dilakukan secara kelompok.</p> <p>d. Untuk mengembangkan kesadaran</p>
Model POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik	Model Kooperatif yang Biasa diterapkan di Sekolah
	<p>e. berkelompok memerlukan waktu yang panjang, Untuk memadukan kemampuan</p>

	bekerjasama dengan kemampuan individu bukan pekerjaan yang mudah.
--	---

Berdasarkan uraian pada tabel 2.2 di atas, dapat diketahui bahwa pada tiap-tiap model memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelemahan-kelemahan yang dimiliki pada model pembelajaran kooperatif yang biasa diterapkan di sekolah lebih banyak dibandingkan dengan model POE. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik akan memiliki dampak yang lebih baik dalam proses pembelajaran. Sehingga akan terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil belajar siswa setelah menggunakan model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dibandingkan dengan pembelajaran yang biasa digunakan di sekolah.

2.11 Kerangka Konseptual

Kerangka konsep penelitian merupakan kerangka hubungan antara konsep-konsep yang ingin diamati dan diukur melalui penelitian yang akan dilakukan. Dalam penelitian ini kerangka konsep yang digunakan adalah seperti yang terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Kerangka Konseptual Penelitian

2.12 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori di atas, maka hipotesis penelitian ini adalah “ada perbedaan yang signifikan pada hasil belajar siswa setelah menggunakan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dibandingkan dengan model pembelajaran kooperatif”.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan hal-hal yang berkaitan dengan metodologi penelitian yang meliputi: populasi dan sampel penelitian, tempat dan waktu penelitian, penentuan jenis dan desain penelitian, variabel penelitian, definisi operasional, teknik pengumpulan data, langkah-langkah penelitian, dan teknik analisis data.

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam menentukan tempat penelitian, peneliti menggunakan teknik *purposive sampling area*, artinya teknik ini dilakukan karena terdapat beberapa pertimbangan dan ditentukan secara acak (Arikunto, 2014:183). Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri yang ada di Kabupaten Jember, dari beberapa populasi sekolah yang ada, kemudian dilakukan penentuan populasi secara acak dan mendapatkan populasi di kelas X-MIA SMA Negeri 1 Kencong. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2016/2017, dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Adanya permasalahan tentang rendahnya aktivitas belajar fisika siswa kelas X-MIA di SMA Negeri 1 Kencong.
2. Adanya permasalahan tentang rendahnya ketuntasan hasil belajar fisika siswa kelas X-MIA di SMA Negeri 1 Kencong.

3.2 Penentuan Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1 Populasi

Populasi adalah keseluruhan subjek penelitian (Arikunto, 2014:173). Sedangkan menurut Sulthon (2014:90) bahwa populasi adalah himpunan yang lengkap dari satuan-satuan atau individu-individu yang karakteristiknya akan kita kaji dan teliti. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X-MIA SMA Negeri 1 Kencong yang tersebar dalam enam kelas MIA yaitu kelas X MIA 1, X MIA 2, X MIA 3, X MIA 4, X MIA 5, X MIA 6.

3.2.2 Sampel Penelitian

Menurut Arikunto (2014:174), sampel adalah sebagian atau wakil dari populasi yang diteliti. Sampel dalam penelitian ini ada dua kelas dari enam kelas X-MIA. Sebelum menentukan sampel penelitian, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas terhadap populasi berdasarkan nilai ulangan fisika siswa pada bab sebelumnya dengan uji *one way ANOVA* menggunakan aplikasi SPSS 23 (Statistical Package for Sosial Science), uji homogenitas ini bertujuan untuk mengetahui seragam atau tidaknya variansi sampel-sampel yang diambil dari populasi yang sama (Arikunto, 2014:363-364). Apabila populasi dinyatakan homogen maka penentuan sampel dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode *cluster random sampling* yaitu teknik pengambilan sampel secara random atau acak dari kelompok anggota yang terhimpun dalam kelas (cluster). Melalui teknik ini maka akan didapatkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Namun jika populasi tidak homogen maka penentuan sampel dilakukan dengan memilih kelas yang mempunyai nilai rata-rata ulangan harian yang sama atau hampir sama, kemudian ditentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol

3.3 Jenis dan Desain Penelitian

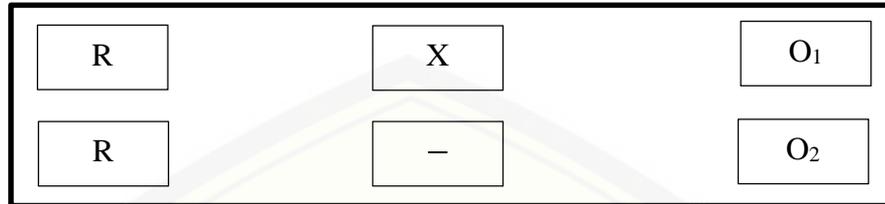
3.3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Menurut Sugiyono (2014:72) penelitian eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Sedangkan menurut Arikunto (2006:86), penelitian eksperimental adalah jenis penelitian yang dianggap sudah baik karena sudah memenuhi persyaratan yaitu adanya kelompok lain yang tidak dikenai eksperimen tetapi ikut mendapatkan pengamatan, yaitu biasa disebut kelas kontrol.

Penelitian eksperimen dilakukan dengan cara memberikan perlakuan pada kelas eksperimen dengan menggunakan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik kemudian dibandingkan dengan kelas kontrol yaitu kelas dengan model pembelajaran yang biasa diterapkan di SMA Negeri 1 Kencong.

3.3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *post test only control design* seperti pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Desain penelitian *post-test only control design*

Keterangan :

R = Random

X = Perlakuan eksperimen, yaitu kelas yang diajar dengan menggunakan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

- = Perlakuan kontrol

O₁ = hasil *post-test* kelas eksperimen

O₂ = hasil *post-test* kelas kontrol

Menurut Sugiyono (2014:76) bahwa dalam *post-test only control design* ini terdapat dua kelompok yang masing-masing dipilih secara random (R). Kelompok pertama diberi perlakuan (X) dan yang lain tidak. Kelompok yang diberi perlakuan disebut kelompok eksperimen dan kelompok yang tidak diberi perlakuan disebut kelompok kontrol. Pengaruh adanya perlakuan adalah O₁:O₂.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Terikat

a. Aktivitas belajar

Aktivitas belajar adalah segala tingkah laku siswa pada saat mengikuti proses belajar mengajar. Sedangkan aktivitas belajar merupakan suatu aktivitas yang sifatnya jasmani maupun rohani. Untuk mengetahui aktivitas belajar siswa, peneliti menggunakan bantuan dari observer.

b. hasil belajar

Hasil belajar siswa pada hakekatnya adalah perubahan tingkah laku. Tingkah laku sebagai hasil belajar mencakup aspek kognitif, afektif dan psikomotor. Hasil belajar siswa dapat diketahui dengan melalui evaluasi hasil belajar adapun evaluasi hasil belajar adalah kegiatan pengumpulan data untuk mengukur sejauh mana tujuan pembelajaran sudah tercapai. Hasil belajar yang dimaksud adalah kemampuan kognitif yang diwujudkan dalam bentuk skor *post-test* setelah pembelajaran fisika dengan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

3.4.2 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

3.5 Definisi Operasional

Untuk menghindari perbedaan persepsi dan kesalahtafsiran, maka perlu adanya definisi operasional. Adapun istilah yang perlu didefinisikan dalam penelitian ini adalah:

1. Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik

Model POE disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik adalah model pembelajaran yang menggunakan tiga langkah utama metode ilmiah yaitu prediksi, observasi dan eksplanasi. Model POE dengan bantuan media LKS ini akan mengarahkan siswa memecahkan suatu persoalan melalui tiga langkah utama metode ilmiah, pertama siswa harus memprediksi suatu peristiwa dan harus memberikan alasan yang membenarkan prediksi mereka secara teori dan menuliskan prediksinya pada LKS berbasis representasi matematik dan grafik yang telah disediakan, kedua mereka melakukan observasi dan mencatat hasil pengamatan ke dalam LKS, selanjutnya siswa harus memberikan penjelasan terkait prediksi dan observasi dengan menggunakan representasi grafik yang diperoleh dari data hasil pengamatan kemudian melakukan hitungan matematis

untuk mendapatkan kesimpulan apakah prediksi dengan hasil observasi sudah sesuai atau tidak.

2. Hasil Belajar

Hasil belajar siswa adalah kemampuan yang diperoleh siswa setelah melakukan proses belajar berupa tingkah laku yang mencakup perubahan kognitif, afektif, dan psikomotorik. Hasil belajar yang dimaksud adalah kemampuan kognitif yang diwujudkan dalam bentuk skor *post-test* setelah proses belajar mengajar menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.

3. Aktivitas belajar siswa

Aktivitas belajar didefinisikan sebagai segala bentuk kegiatan atau perbuatan yang dilakukan selama proses pembelajaran. Untuk mendeskripsikan aktivitas belajar yakni dengan menggunakan skor melalui data hasil observasi aktivitas belajar siswa. Penilaian aktivitas hanya dilakukan pada kelas eksperimen, sehingga observer dibutuhkan pada pembelajaran di kelas eksperimen saja. Aktivitas belajar siswa dalam penelitian ini didasarkan pada 2 (dua) penilaian observasi yaitu melalui penilaian melalui ranah psikomotor dan melalui keterampilan sosial.

Adapun jenis aktivitas belajar siswa yang akan dinilai adalah sebagai berikut :

1. Untuk kegiatan lisan (oral) dan kegiatan mendengarkan dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : berdiskusi dan presentasi (berkomunikasi).
2. Kegiatan visual dan kegiatan menulis dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : merumuskan hipotesis (prediksi), mengidentifikasi masalah.
3. Kegiatan metric dan kegiatan emosional dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : menyiapkan alat dan bahan percobaan, melakukan percobaan (observasi), dan menyajikan data hasil percobaan.
4. Kegiatan menggambar dan kegiatan mental dikelompokkan menjadi 1 aktivitas dengan indikator : menggambar grafik hasil percobaan.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data. Dalam hal ini digunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu, observasi, dokumentasi, wawancara, tes.

3.6.1 Observasi

Dalam penelitian ini, Observasi dilakukan untuk mengetahui aktivitas belajar siswa dalam proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran POE. Adapun instrumen observasi yang digunakan berupa lembar observasi yang memuat aspek penilaian aktivitas belajar siswa selama pembelajaran, meliputi lembar observasi psikomotor siswa, dan lembar observasi keterampilan sosial.

3.6.2 Dokumentasi

Dokumentasi berasal dari kata dokumen yang berarti barang-barang tertulis seperti buku-buku, majalah, catatan harian, peraturan-peraturan, notulen rapat dan sebagainya. Obyek yang menjadi perhatian penelitian dapat berupa tulisan dan kertas (*paper*), tempat (*place*) atau orang (*person*). Cara memperoleh data dengan memusatkan perhatian penelitian pada ketiga hal tersebut disebut metode dokumentasi (Arikunto, 2006:129).

Data penelitian yang akan diambil peneliti melalui dokumentasi adalah data berupa daftar nama siswa yang menjadi subyek penelitian, nilai ulangan harian fisika pada pokok bahasan sebelumnya, data hasil nilai ujian mata pelajaran fisika (*post-test*), foto kegiatan selama proses pembelajaran fisika di kelas eksperimen dan kelas kontrol, serta dokumen-dokumen lain yang mendukung penelitian.

3.6.3 Wawancara

Wawancara adalah sebuah teknik berupa dialog yang dilakukan oleh pewawancara untuk memperoleh informasi dari terwawancara. Hasil wawancara ini digunakan untuk data pendukung dalam pembahasan.

Data yang diperoleh dari wawancara ini adalah:

- a. Informasi tentang model dan penilaian yang diterapkan oleh guru selama pengajaran, tingkat prestasi siswa dan kendala-kendala yang dihadapi dan kelemahan yang dimiliki siswa dalam mempelajari fisika.
- b. Tanggapan siswa tentang pelajaran fisika dan penerapan model POE disertai multirepresentasi yang telah diberikan.

Instrumen yang digunakan pada teknik wawancara adalah pedoman wawancara yang dilaksanakan terpimpin, yaitu wawancara yang dilakukan oleh pewawancara dengan membawa sederetan pertanyaan lengkap dan terperinci seperti yang dimaksud dalam wawancara terstruktur (Arikunto, 2006: 156).

3.6.4 Tes

Tes adalah sederetan pertanyaan atau latihan atau alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan, intelegensi, kemampuan, bakat yang dimiliki individu atau kelompok (Arikunto, 2006:150). Tes pada penelitian ini digunakan untuk mengukur hasil belajar yang berupa kemampuan kognitif siswa setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik. Jenis tes yang digunakan berupa tes pilihan ganda dan uraian yang dilakukan di akhir pembelajaran (*post-test*). Adapun perangkat tes memuat kisi-kisi soal dan jawaban, serta lembar soal tes.

3.7 Langkah-langkah Penelitian

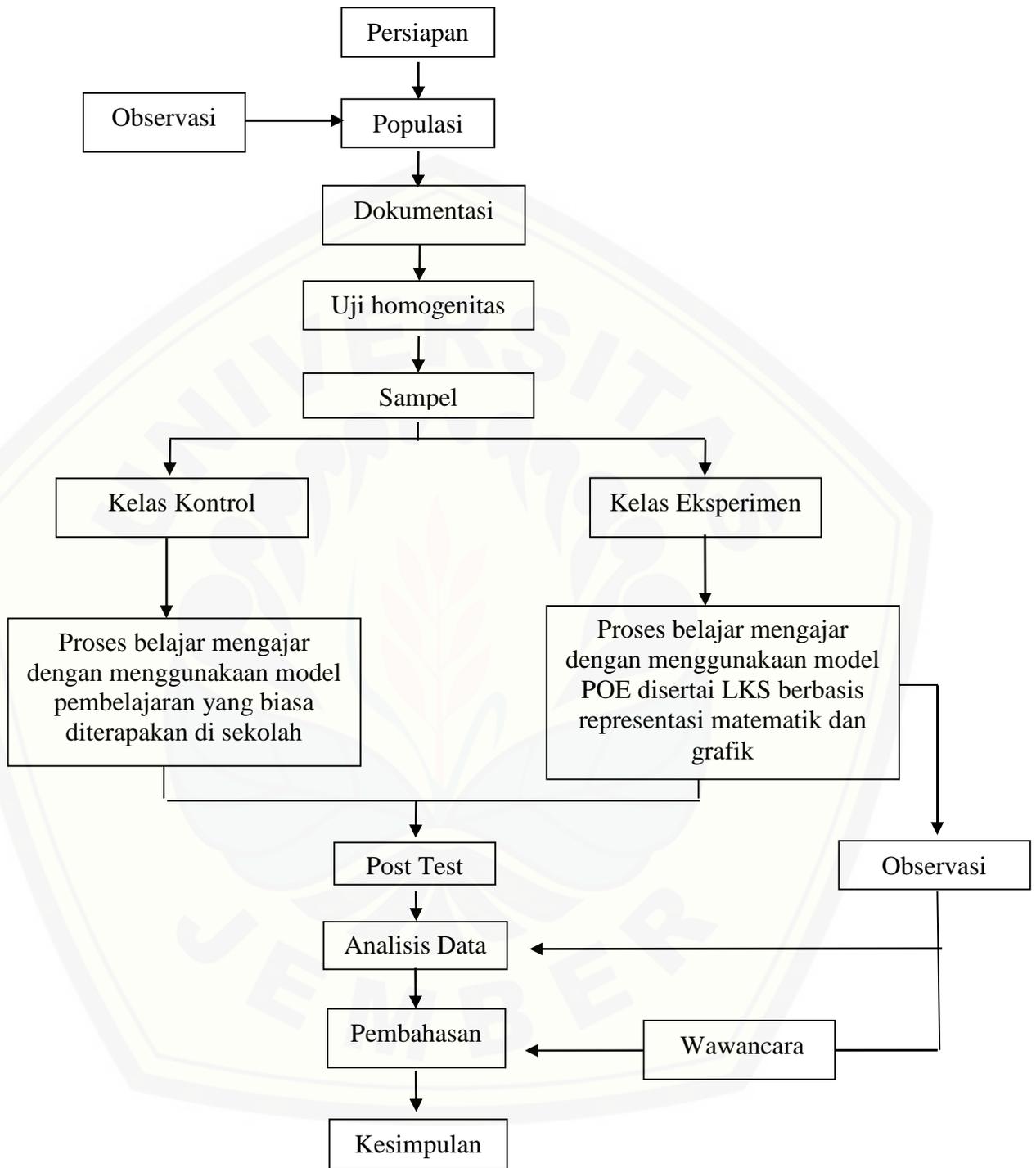
Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan persiapan meliputi kegiatan penyusunan proposal dan instrumen penelitian.
2. Melakukan observasi di sekolah.
3. Menentukan populasi dengan teknik *purposive sampling area*.
4. Mengadakan dokumentasi dan mengadakan uji homogenitas untuk mengetahui kemampuan siswa kelas X dengan menggunakan *one way*

ANOVA didasarkan pada nilai ulangan harian pokok bahasan fisika sebelumnya.

5. Menentukan sampel penelitian yaitu jika populasi homogen maka kelas eksperimen dan kelas kontrol ditentukan secara *cluster random sampling*. Jika populasi tidak homogen maka kelas eksperime dan kelas kontrol di tentukan dengan mengambil dua kelas secara acak yang mempunyai selisih nilai rata-rata yang kecil.
6. Melaksanakan proses KBM pada kelas eksperimen dengan menggunakan model pembelajaran POE disertai multirepresentasi dan pada kelas kontrol dengan model konvensional.
7. Melakukan observasi untuk mengamati keaktifan belajar siswa pada saat KBM berlangsung dikelas eksperimen.
8. Memberikan post-test berupa latihan soal pada kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah melakukan KBM untuk mengetahui skor post-tes.
9. Melaksanakan wawancara pada siswa dan guru sebagai data pendukung penelitian.
10. Menganalisis data berupa skor *post-test* dan data observasi aktivitas belajar siswa.
11. Membahas analisis data dan data hasil penelitian.
12. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

Adapun langkah-langkah penelitian untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bagan alur penelitian pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian

3.8 Teknik Analisis Data

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui hasil belajar siswa dan aktivitas belajar siswa, maka digunakan teknik analisis statistik untuk mengolah data yang diperoleh. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.8.1 Analisis Data Aktivitas Belajar

Untuk menguji aktivitas siswa selama proses belajar mengajar dengan menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik yakni dengan menggunakan presentase keaktifan siswa (P_a). Adapun penilaian dan kriteria skor untuk aktivitas belajar siswa yaitu dijabarkan sebagai berikut :

$$P_a = \frac{A}{N} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

A = Jumlah skor tiap indikator aktivitas yang diperoleh siswa

N = Jumlah skor maksimum tiap indikator aktivitas siswa

Dengan kriteria aktivitas seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Kriteria Aktivitas Siswa

Persentase Aktivitas siswa	Kriteria
91% - 100%	Sangat aktif
71% - 90%	Aktif
41% - 70%	Cukup aktif
21% - 40%	Kurang aktif
0% - 20%	Sangat kurang aktif

(Masyhud, 2014:298)

3.8.2 Uji Hipotesis

a. Rumusan hipotesis penelitian

“Ada perbedaan yang signifikan pada hasil belajar siswa setelah menggunakan model pembelajaran POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dibandingkan dengan model pembelajaran kooperatif”.

b. Rumusan hipotesis statistik

Hipotesis statistik :

$$H_0 : X_E = X_K$$

$$H_a : X_E > X_K$$

Keterangan :

X_E = hasil belajar kelas eksperimen

X_K = hasil belajar kelas kontrol

H_0 = tidak ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen terhadap hasil belajar kelas kontrol dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana

H_a = ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen terhadap hasil belajar kelas kontrol dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana

c. Rumusan uji statistik

Uji statistik pada hipotesis penelitian ini menggunakan *independent sample t-test* dengan menggunakan aplikasi SPSS 23 dengan taraf nyata sebesar 5% (0,05). Data hasil belajar siswa diperoleh dari tes kognitif produk siswa yaitu : dengan *post-test* dan dilakukan skoring sehingga menghasilkan data interval. Pengujian perbedaan dihitung dengan rumus *t-test* sebagai berikut (Arikunto, 2014:354-355) :

$$t = \frac{M_x - M_y}{\sqrt{\left(\frac{\sum X^2 + \sum Y^2}{N_x + N_y - 2}\right) \left(\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y}\right)}} \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan keterangan :

M_x : nilai rata-rata hasil kelompok eksperimen

M_y : nilai rata-rata hasil kelompok kontrol

N_x : banyaknya subjek kelompok eksperimen

N_y : banyaknya subjek kelompok kontrol

X : deviasi setiap nilai pada kelompok eksperimen

Y : deviasi setiap nilai pada kelompok kontrol

d. Kriteria pengujian

1. Jika $p > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.
2. Jika $p \leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Aktivitas belajar siswa kelas eksperimen (X-MIA 5) di SMA Negeri 1 Kencong selama proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik termasuk dalam kriteria aktif baik pada ranah afektif maupun pada ranah psikomotorik.
- b. Ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen yaitu kelas yang menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik terhadap hasil belajar kelas kontrol yaitu kelas yang menggunakan model kooperatif dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana di SMA Negeri 1 Kencong

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, saran yang dapat diberikan antara lain :

- a. Bagi guru, dalam menggunakan model POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik perlu pengaturan waktu yang tepat, seperti halnya persiapan alat dan bahan praktikum dilakukan sebelum KBM berlangsung agar proses KBM berjalan dengan maksimal.
- b. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan landasan untuk penelitian selanjutnya pada topik pembelajaran yang berbeda atau bahkan pada mata pelajaran yang berbeda, dengan memperhatikan kendala-kendala yang dialami.

DAFTAR PUSTAKA

- An'nur, S. Misbah. dan Noor, A.F. 2015. Perbedaan Hasil Belajar Antara Yang Menggunakan Model Pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) dan EIA (Exploration, Introduction, Application) Pada Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 4 Banjarmasin. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, Vol.2 No.2: 185-193.
- Arikunto, S. 2014. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : Rineka Cipta
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian*. Jakarta : PT Rineka Cipta
- Costu, B. Ayas, A. Niaz, M. 2012. Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*. Vol.40 No.1: 47-67.
- Dimiyati, dan Mudjiono. 1999. *Belajar dan pembelajaran*. Jakarta : Rineka Cipta
- Druxes, H. 1986. *Kompedium Diktatik Fisika*. Bandung : Remaja Rosda Karya
- Evilijanida. 2011. Model Pembelajaran Kooperatif. *Visipena*. Vol.2 No.1: 21-27
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Hamalik, O. 2014. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta : Bumi Aksara
- Heinich R., Smaldino S. E., Russell D.J. 2004. *Instructional Technology and Media for Learning*. Ohio: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Hendrawijaya, A. T. 1999. *Motivasi dan Aktivitas dalam Belajar (Diktat Kuliah)*. Jember : FKIP Universitas Jember
- Indriana, V. & dkk. 2015. Penerapan Pendekatan Pembelajaran POE (Predict-Observe-Explain) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI IPA SMAN 22 Makassar. *Jurnal Daya Matematis*. Vol.3 No.1
- Jauhar, M. 2011. *Implementasi Paikem dari Behavioristik sampai Kontruktivistik*. Jakarta : Prestasi Pustakaraya
- Kearney, M & Treagust, D. F. 2001. Constructivism as a Referent in The Design and Development of a Computer Program Using Interactive Digital Video to Enhance Learning in Physics. *Australian Journal of Educational Technology*. Vol.17 No.1: 64-79.

- Kearney, Matthew. 2004. Classroom Use of Multimedia-Supported POE (Predict-Observe-Explain) Tasks in a Social Constructivist Learning Environment. *Research and Science Education*. Vol.3 No.4: 427-453.
- Kunandar. 2014. *Penilaian Autentik*. Jakarta : PT RajaGrafindo Persada
- Kurt, S., Ayas, A. 2012. Improving Student's Understanding and Explaining Real Life Problems on Concepts of Reaction Rate by Using a Four Step Constructivist Approach. *Energy Education Science and Technology Part B : Social and Educational Studies*. Vol.4 No.2:979-992
- Mahardika, K.I., Setyawan, A., dan Rusdiana, D. 2010. Kajian Representasi Verbal, Matematik, Gambar, dan Grafis (VMG2) dalam Konsep Pengembangan Gerak. *Jurnal Saintifika*. Vol.12 No.2: 183-193.
- Mahardika, I Ketut. 2012. *Representasi Mekanika Dalam Pembahasan*. Jember: UPT Penerbitan UNEJ
- Mahardika, I Ketut. 2013. Characteristic of Mechanics Teaching Materials for Increasing Students of Physics Teacher Candidates Representation Ability on Verbal, Mathematical, Picture, and Graphic. *Jurnal Pengajaran MIPA*. Vol.18 No.2: 214-220
- Masyhud, M. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jember : Lembaga Pengembangan Manajemen dan Profesi Kependidikan (LPMPK)
- Mulyono, M.A. 2012. *Strategi Pembelajaran Menuju Efektivitas Pembelajaran di Abad Global*. Bandung : UIN Maliki Press
- Nasution. 2000. *Didaktik Asas-Asas Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara
- Ningrum, D. J., Mahardika, I. K., Gani, A. A. 2015. Pengaruh Model *Quantum Teaching* dengan Metode Praktikum Terhadap Kemampuan Multirepresentasi Siswa pada Mata Pelajaran Fisika Kelas X di SMA Plus Darul Hikmah. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol.4 No.2: 116-120
- Odzemir, H, Bag, H, & Bilen, K. 2011. Effect of Laboratory Activities Designed Based on Prediction, Observasion, Explanation (POE) Strategy on Pre Service Science Teachers Understanding of Acid Base Subject. *Western Anatolia Journal of Educational Science*. 169-174.
- Puriyandari, D., Saputro A.G.N., dan Masykuri, M. 2014. Penerapan model Pembelajaran Prediction Observation and Explanation (POE) Dilengkapi Lembar Kerja Siswa (LKS) Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Prestasi Belajar Materi Kelaruan dan Hasil Kali Kelarutan Siswa Kelas XI IPA Semester Genap SMA Negeri 1 Ngemplak Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK) Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Sebelas Maret*. Vol.3 No.1: 24-30.

- Purwanto. 2014. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta : Pustaka Belajar
- Rahayu, S., Widodo, A.T., dan Sudarmin. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model POE Berbantuan Media "I am A Scientist". *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*. Vol.2 No.1: 128-133.
- Halliday, D., Resnick, R. 1985. *Fisika Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Restami, M.P., Suma, K., dan Pujani, M. 2013. Pengaruh Model Pembelajaran POE terhadap Pemahaman Konsep Fisika dan Sikap Ilmiah Ditinjau Dari Gaya Belajar Siswa. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA*. Vol.3
- Rifzal, I. L. (2015). Pengaruh Penggunaan LKS Berbasis POE dalam Pembelajaran IPA Terhadap Kompetensi Siswa Kelas VII SMPN 5 Padang. *Pillar of Physics Education*. Vol. 6. 33-40.
- Sagala, Syaiful. 2005. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung : Alfabeta
- Sardiman. 2003. *Intraksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta : Grafindo Persada
- Sari, A.P., Feranie, S., Karim, S. 2015. Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan Multirepresentasi untuk Meningkatkan Prestasi Belajar dan Konsistensi Ilmiah Berbasis Multirepresentasi pada Materi Elastisitas. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*. Vol.1 No.2: 45-50
- Saripudin, U. 1996. *Model-model pembelajaran*. Jakarta : Depdiknas
- Sawitri, E. W., Sudarisman, S., dan Karyanto, P. 2013. Pembelajaran Biologi Model POE (*Prediction, Observation, Explanation*) Melalui Laboratorium Riil dan Laboratorium Virtuul Ditinjau dari Aktivitas Belajar dan Kemampuan Berpikir Abstrak. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*. Vol.3 No.2: 40-49
- Setiyawan, R.T. 2012. Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Fisika dengan Metode Demonstrasi yang Dilengkapi Media Lingkungan Pada Siswa Kelas VIII B SMP Negeri 13 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika (JPF)*. Vol.1 No.2:206-211
- Sudjana, N. 1989. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung : Sinar Baru Agresindo
- Sudjana, N. 2010. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung : Remaja Rosdakarya
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta

- Sulthon, M. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jember: Lembaga Pengembangan Manajemen dan Profesi Kependidikan (LPMPK)
- Sumaji. 1998. *Pendidikan Sains yang Humanistik*. Yogyakarta: Kanisius
- Suparno, Paul. 2007. *Metodologi Pembelajaran Fisika Konstruktivisme dan Menyenangkan*. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma
- Suparno, Paul. 2013. *Metodologi Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma
- Suprijono, A. 2009. *Cooperative Learning Teori dan Aplikasi Paikem*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Suyidno dan Muhammad A.J. 2012. *Strategi Belajar Mengajar*. Banjarmasin : P3AI Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin
- Trianto. 2008. *Mendesain Pembelajaran Kontekstual di Kelas*. Jakarta: Cerdas Pustaka Publisher.
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta : Kencana
- Trianto. 2011. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta : PT. Bumi Aksara
- Liew, Chong-Wah; Treagust, David F. 1998. The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association San Diego, CA, April: 13-17.
- Warsono, dan Hariyanto. 2012. *Pembelajaran Aktif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Winataputra, dkk. 1997. *Teori Belajar Dan Model-Model Pembelajaran*. Jakarta : Universitas Terbuka

LAMPIRAN A. MATRIK PENELITIAN

MATRIK PENELITIAN

Judul	Rumusan Masalah	Variabel	Indikator	Sumber Data	Metodologi Penelitian
<p>“Model Pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik Pada Pembelajaran Materi Getaran Harmonis Sederhana di SMA Jember”</p>	<p>1. Bagaimana aktifitas belajar siswa menggunakan model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik?</p> <p>2. Adakah perbedaan hasil belajar fisika siswa menggunakan model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik dengan</p>	<p>• Variabel bebas : model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik Variabel terikat : Aktivitas belajar siswa Hasil belajar siswa</p>	<p>1. Aktivitas belajar siswa</p> <p>2. Nilai post test sebagai hasil belajar siswa</p>	<p>1. Responden : siswa</p> <p>2. Informan : guru bidang studi fisika</p> <p>3. Dokumentasi, tes, wawancara, dan observasi.</p> <p>4. Hasil belajar siswa setelah menggunakan model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik diperoleh dari skor <i>post-test</i>.</p> <p>5. Buku rujukan: Buku, pustaka/literat</p>	<p>1. Jenis penelitian merupakan penelitian eksperimen</p> <p>2. Penentuan sampel : <i>Cluster Random Sampling</i></p> <p>3. Metode pengumpulan data : a. Tes b. Dokumentasi c. Wawancara d. Observasi</p> <p>4. Desain penelitian : <i>Post-test only control design</i></p> <p>5. Metode analisis data: a. Aktivitas belajar fisika siswa $P_u = \frac{N}{A} \times 100\%$ Keterangan : P_u : presentase aktivitas siswa A : jumlah skor tiap indikator aktivitas yang diperoleh siswa N : jumlah skor maksimum tiap indikator</p> <p>b. Untuk mengkaji perbedaan yang signifikan hasil belajar fisika siswa menggunakan Model Pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan</p>

	<p>tidak menggunakan model pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik?</p>			<p>ur 6. Jurnal penelitian terkait tentang penilititan eksperimen</p>	<p>grafik dengan pembelajaran yang biasa digunakan di SMA, peneliti menganalisis data dengan menggunakan uji independent samples t test pada SPSS 22. Pengujian hipotesis pihak kanan. Data diperoleh dari nilai hasil observasi berupa data interval.</p> <p>6. Hipotesis statistik : $H_0 : X_E = X_K$ (nilai hasil belajar fisika siswa kelas eksperimen tidak berbeda dengan kelas kontrol) $H_a : X_E > X_K$ (ada perbedaan antara nilai hasil belajar fisika kelas eksperimen dengan kelas kontrol)</p> <p>Kriteria pengujian</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Jika p (signifikansi) $> 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) diterima dan hipotesis alterbatif (H_a) ditolak 2. Jika p (signifikansi) $\leq 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima <p>Keterangan : X_E : Skor rata-rata hasil belajar fisika siswa kelas eksperimen X_K : Skor rata-rata hasil belajar fisika siswa kelas kontrol</p>
--	---	--	--	---	--

LAMPIRAN B. PEDOMAN PENGUMPULAN DATA**PEDOMAN PENGUMPULAN DATA****Tabel 1. Pedoman Observasi**

No	Data yang Diperoleh	Sumber Data
1	Aktivitas siswa dalam pembelajaran fisika di kelas dengan menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik	Siswa kelas X yang menjadi responden (kelas eksperimen)
2	Aktivitas siswa dalam pembelajaran fisika di kelas dengan menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan di sekolah	Siswa kelas X yang menjadi responden (kelas kontrol)

Tabel 2. Pedoman Dokumentasi

No	Data yang Diperoleh	Check List	Sumber Data
1	Jumlah siswa kelas X tahun ajaran 2016/2017	√	Kepala TU
2	Nama-nama responden (Kelas eksperimen dan Kelas kontrol)	√	Kepala TU
3	Jadwal pelaksanaan kegiatan pembelajaran	√	Kepala TU
4	Nilai ulangan tengah semester mata pelajaran fisika kelas X semester genap tahun ajaran 2016/2017	√	Guru Fisika
5	Nilai aktivitas belajar siswa	√	Observer
6	Nilai <i>post-test</i> siswa	√	Peneliti
7	Foto kegiatan belajar mengajar pada kelas eksperimen	√	Observer

Keterangan : tanda (√) diberikan setelah mendapatkan data

Tabel 3. Pedoman Wawancara

No	Data yang Diperoleh	Sumber Data
1	Tanggapan guru tentang pembelajaran fisika menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik di SMA	Guru fisika
2	Tanggapan siswa tentang pembelajaran fisika menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik di SMA	Siswa kelas X yang menjadi responden (kelas eksperimen)
3	Tanggapan siswa tentang pembelajaran fisika menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan di sekolah	Siswa kelas X yang menjadi responden (kelas kontrol)

Tabel 4. Pedoman Tes

No	Data yang Diperoleh	Sumber Data
1	Hasil belajar fisika siswa (skor <i>post-test</i>) di kelas yang menggunakan model POE disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik	Siswa kelas X yang menjadi responden (kelas eksperimen)
2	Hasil belajar fisika siswa (skor <i>post-test</i>) di kelas yang menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan di sekolah	Siswa kelas X yang menjadi responden (kelas kontrol)

LAMPIRAN C. UJI HOMOGENITAS

Berikut adalah data yang digunakan untuk uji homogenitas dalam penelitian ini yang berupa nilai ujian tengah semester (UTS) siswa kelas X-MIA SMA Negeri 1 Kencong pada semester genap tahunajaran 2016/2017

NO	KELAS											
	X IPA 1		X IPA 2		X IPA 3		X IPA 4		X IPA 5		X IPA 6	
	NAMA SISWA	NILAI										
1	ADH	75,00	ADM	72,50	AR	75,00	AHJ	67,50	AS	75,00	ADN	70,00
2	AR	60,00	AVF	62,50	AEP	75,00	AH	57,50	AW	70,00	ATM	75,00
3	AFN	77,50	AIM	52,50	AMP	70,00	AB	75,00	AAA	70,00	ADP	57,50
4	AH	70,00	AFS	75,00	AEW	52,50	AHF	75,00	AD	70,00	AS	70,00
5	BAP	57,50	AECF	75,00	APF	60,00	CCP	75,00	AFRA	62,50	AMPP	75,00
6	BNL	57,50	AEP	77,50	AFA	80,00	EZ	57,50	BPW	75,00	ABP	70,00
7	DNA	75,00	ABS	77,50	BP	62,50	FUS	75,00	BR	75,00	AAA	75,00
8	DR	75,00	ADPL	75,00	BSPW	72,50	HAF	57,50	DR	55,00	AMR	75,00
9	DCR	65,00	BVL	77,50	DFRP	75,00	IFR	57,50	DW	75,00	AAW	57,50
10	DPT	65,00	CIM	75,00	DPL	62,50	MJSM	75,00	FMA	70,00	CPA	75,50
11	DRPR	80,00	DSP	70,00	DMSP	55,00	MAR	75,00	FLN	77,50	DNE	75,00
12	DAS	75,00	DDS	62,50	DES	75,00	MIA	75,00	GA	72,50	DVF	77,50
13	EPW	52,50	DPNO	60,00	DR	60,00	MSO	77,50	LAN	77,50	DM	79,50
14	EZ	75,00	ED	65,00	EPL	75,00	NA	77,50	LPS	85,00	EP	75,00
15	ES	57,50	EMA	62,50	FY	70,00	NK	57,50	MAW	55,00	ES	75,00

16	EAA	45,00	FS	75,00	FAR	70,00	NYH	52,50	MWS	75,00	FER	75,00
17	ERS	65,00	GTD	75,00	KDP	70,00	PPAP	77,50	MNBS	70,00	FF	75,00
18	ELS	60,00	GD	75,00	BK	70,00	PAAD	70,00	MAFUA	75,00	FK	75,50
19	FNN	75,00	GHM	75,00	LADS	80,00	PCY	70,00	MID	82,50	FNA	75,50
20	FPA	80,00	HS	57,50	LP	52,50	PL	70,00	OJ	82,50	GM	75,00
21	GW	70,00	HN	52,50	LMS	75,00	RPF	75,00	RMDM	57,50	IMWK	75,00
22	LI	75,00	IDM	72,50	MNF	70,00	RM	75,00	RST	72,50	JR	77,50
23	MAR	77,50	IA	65,00	MRI	72,50	RP	77,50	RDW	75,00	JA	75,00
24	MDS	75,00	IF	60,00	MIH	70,00	SKKH	75,00	RM	75,00	MJPY	75,00
25	MMA	70,00	JSD	70,00	MRSZ	60,00	SNZ	52,50	RAM	60,00	MWT	70,00
26	NU	57,50	KP	62,50	NVW	77,50	SP	60,00	SFZ	75,00	MFA	67,50
27	NR	52,50	MKA	45,00	NDW	65,00	SA	75,00	SJ	67,50	MAA	75,50
28	NASA	65,00	NFZ	70,00	NC	75,00	SNA	55,00	TY	80,00	NUR	72,50
29	PA	47,50	NZS	60,00	PVN	75,00	S	80,00	TFA	75,00	N	70,00
30	RR	47,50	NFN	62,50	RH	55,00	TAH	75,00	UJ	75,00	NTT	55,00
31	RYPH	80,00	ROP	62,50	REP	52,50	VATR	70,00	UH	75,00	PI	75,50
32	SKA	52,50	SSL	70,00	SCA	67,50	WSDL	57,50	VDP	75,00	PFS	50,00
33	SRR	62,50	SNH	65,00	SRF	67,50	WSA	55,00	VHR	72,50	SAR	77,50
34	SMS	75,00	TSW	80,00	SNP	75,00	YW	70,00	WSN	72,50	VV	75,00
35	TH	70,00	UH	70,00	STK	75,00	ZSI	70,00	ROSA	70,00	WWHS	67,50
36	YARM	62,50	VHM	67,50					SD	70,00	WDA	75,00
37	YA	70,00	WL	45,00								
38	ZDA	62,50										

Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan bantuan program SPSS 23 menggunakan uji one-way anova dengan prosedur sebagai berikut :

1. Membuka lembar kerja variable view pada spss 23, kemudian membuat dua variabel data pada lembar kerja tersebut yaitu sebagai berikut :
 - a. Variabel pertama : kelas
Tipe data : numeric, width 8, decimals 0
 - b. Variabel kedua : nilai
Tipe data : numeric, width 8, decimals 0
 - c. Untuk variabel kelas, pada kolom values di klik, kemudian akan keluar tampilan value labels dan diisi dengan ketentuan sebagai berikut :
 - Pada bans value diisi 1 kemudian pada label diisi X 1, lalu klik add
 - Pada bans value diisi 2 kemudian pada label diisi X 2, lalu klik add
 - Pada bans value diisi 3 kemudian pada label diisi X 3, lalu klik add
 - Pada bans value diisi 4 kemudian pada label diisi X 4, lalu klik add
 - Pada bans value diisi 5 kemudian pada label diisi X 5, lalu klik add
 - Pada bans value diisi 6 kemudian pada label diisi X 6, lalu klik add
 - Pada bans value diisi 7 kemudian pada label diisi X 7, lalu klik add
2. Memasukkan semua data pada data view
3. Pada toolbar menu.
 - a. Pilih menu *Analyze – Compare Means – One Way Anova*
 - b. Klik variabel nilai, pindahkan ke *Dependent List* dan klik variabel kelas pindahkan ke *Factor*
 - c. Selanjutnya klik *Options*
 - d. Pada *Statistics*, pilih *Descriptive* dan *Homogeneity of Variance Test*, lalu klik *Continue*
 - e. Klik Ok

Output yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

Descriptives

NILAI

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					X 1	38		
X 2	37	66,96	8,939	1,470	63,98	69,94	45	80
X 3	35	68,43	8,137	1,375	65,63	71,22	53	80
X 4	35	68,50	8,833	1,493	65,47	71,53	53	80
X 5	36	72,15	6,973	1,162	69,79	74,51	55	85
X 6	36	72,00	6,756	1,126	69,71	74,29	50	80
Total	217	69,01	8,599	,584	67,86	70,16	45	85

Test of Homogeneity of Variances

NILAI

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,679	5	211	,003

ANOVA

NILAI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1157,359	5	231,472	3,297	,007
Within Groups	14813,881	211	70,208		
Total	15971,240	216			

Analisis data :

Hipotesis statistik :

H₀ : variansi pada tiap kelompok sama (homogen)H_i : variansi pada tiap kelompok tidak sama (tidak homogen)Pedoman dalam pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak H₀ :

- Jika nilai signifikansi (sig.) $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, dengan kata lain data berasal dari populasi yang mempunyai varians tidak serupa (tidak homogen).
- Jika nilai signifikansi (sig.) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, dengan kata lain data berasal dari populasi yang mempunyai varians serupa (homogen).

Berdasarkan output tersebut di atas, yang digunakan untuk menguji homogenitasnya adalah tabel *Test of Homogeneity of Variances*. Pada tabel output test of homogeneity of variances di atas, diperoleh nilai signifikansi 0,003 lebih kecil dari tingkat alpha (α) 5% yaitu $0,003 > 0,05$. Jika dikonsultasikan dengan pedoman pengambilan keputusan di atas maka H_1 diterima dan H_0 ditolak, artinya data berasal dari populasi yang mempunyai varians yang tidak serupa (tidak homogen). Dengan kata lain, kemampuan siswa kelas X SMA Negeri 1 Kencong sebelum diadakan penelitian adalah tidak sama (tidak homogen). Sehingga langkah selanjutnya untuk menentukan sampel dilakukan dengan memilih kelas yang mempunyai nilai rata-rata ulangan harian yang sama atau hampir sama, kemudian ditentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sampel penelitian ini adalah dua kelas dari keenam kelas tersebut. Adapun kelas yang pertama sebagai kelas eksperimen adalah kelas X-MIA 5, dan kelas yang kedua sebagai kelas kontrol adalah kelas X-MIA 6.

LAMPIRAN D. SURAT PENELITIAN

A. Surat Observasi

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN <small>Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121 Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-332475 Laman: www.fkip.unj.ac.id</small>
04 NOV 2016	
Nomor	: 10029/UN25.1.5/LT/2016
Lampiran	: -
Hal	: Permohonan Izin Observasi/wawancara
 Yth. Kepala SMA Negeri 1 Kencong Jember	
-	
Dalam rangka memperoleh data-data yang diperlukan untuk penyusunan skripsi, mahasiswa FKIP Universitas Jember di bawah ini:	
Nama	: Siti Khusnul Khowatim
NIM	: 130210102016
Jurusan	: Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Bermaksud mengadakan observasi dan wawancara kepada guru dan siswa mengenai pembelajaran yang digunakan oleh guru Fisika di Sekolah yang Saudara pimpin.	
Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.	
Demikian atas perhatian dan kerjasama yang baik kami sampaikan terima kasih.	
 a.n. Dekan Pembantu Dekan I.  Dr. Sukatman, M.Pd. NIP.19640123 199512 1 001	

B. Surat Izin Penelitian

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Jalan Kalimantan Nomor 37 Kampus Bumi Tegalboto Jember 68121
Telepon: 0331-334988, 330738 Faks: 0331-332475
Laman: www.fkip.unej.ac.id

Nomor : 3133/UN25.1.5/LT/2017
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

02 Mei 2017.

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Kencong
Jember

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

Nama : Siti Khusnul Khowatim
NIM : 130210102016
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Fisika

Berkenaan dengan penyelesaian studinya, mahasiswa tersebut bermaksud melaksanakan Penelitian di Sekolah yang Saudara pimpin dengan Judul: "Model Pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik Pada Pembelajaran Fisika SMA (Materi Getaran Harmoni) di Jember".

Sehubungan dengan hal tersebut, mohon Saudara berkenan memberikan izin dan sekaligus memberikan bantuan informasi yang diperlukan.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, disampaikan terima kasih.

a.n. Dekan
Wakil Dekan I,
Dr. Sukatman, M.Pd.
NIP. 19640123 199512 1 001

C. Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian

**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR**
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1
KENCONG
Jalan. Kartini 8 Wonorejo, Kencong, Telp. (0336) 321356 Fax. (0336) 323174
Website : smaneng1kencong.sch.id Email : sman1kencong@gmail.com
JEMBER Kode Pos 68167

SURAT KETERANGAN
Nomor : 420/339/10.6.5.6/2017

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Drs. Anur Rofiq, M.Pd.
NIP : 196212261989021001
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMA Negeri 1 Kencong

Menerangkan bahwa:

Nama : Siti Khusnul Khowatim
NIM : 130210102016
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Model Pembelajaran POE (Prediction, Observation, Explanation) Disertai LKS Berbasis Representasi Matematik dan Grafik pada Pembelajaran Materi Getaran Harmonis Sederhana di SMA Jember Tahun Pelajaran 2016-2017.

telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 1 Kencong mulai bulan Mei s.d. awal Juni 2017.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk digunakan sebagai syarat mengikuti ujian skripsi di Universitas Jember

Kencong, 10 Juni 2017

Drs. Anur Rofiq, M.Pd.
196212261989021001



LAMPIRAN E. LEMBAR VALIDASI

A. Lembar Validasi Silabus

LEMBAR VALIDASI SILABUS PEMBELAJARAN

Sekolah : SMA Negeri 1 Kencong
 Mata Pelajaran : Fisika
 Pokok Bahasan : Getaran Harmonis Sederhana
 Kelas/Semester : X/2

Petunjuk pengisian

1. Kepada Bapak/Ibu terhormat, berilah tanda *checklist* (✓) pada kolom penilaian menurut pendapat anda.
2. Keterangan nilai ialah sebagai berikut.
 - 1 : Tidak valid
 - 2 : Kurang valid
 - 3 : Cukup valid
 - 4 : Valid
 - 5 : Sangat valid

No.	Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
A. Isi						
1.	Kelengkapan materi				✓	
2.	Keluasan materi				✓	
3.	Kedalaman materi				✓	
4.	Merumuskan indikator pencapaian kompetensi				✓	
5.	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan				✓	
B. Bahasa						
1.	Penggunaan bahasa sesuai EYD				✓	
2.	Kesederhanaan struktur kalimat				✓	
C. Prinsip Pengembangan						
1.	Kesesuaian dengan prinsip ilmiah				✓	
2.	Kesesuaian dengan prinsip relevan				✓	
3.	Kesesuaian dengan prinsip sistematis				✓	
4.	Kesesuaian dengan prinsip konsisten				✓	
5.	Kesesuaian dengan prinsip memadai				✓	

6.	Kesesuaian dengan prinsip aktual kontekstual				✓	
7.	Kesesuaian dengan prinsip fleksibel				✓	

Masukan/ saran Validator :

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan penilaian secara umum: (lingkari salah satu yang sesuai)

Silabus pembelajaran ini:

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- ② Dapat digunakan dengan revisi
3. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, ... 8 Mei 2017

Validator,



Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si.
NIP: 19570801 198403 1 004

B. Lembar Validasi RPP

LEMBAR VALIDASI RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Sekolah : SMA Negeri 1 Kencong
Mata Pelajaran : Fisika
Pokok Bahasan : Getaran Harmonis Sederhana
Kelas/Semester : X/2

Petunjuk Penggunaan:

1. Kepada Bapak/ Ibu terhormat, berilah tanda checklist (√) pada kolom penilaian menurut pendapat anda.
2. Keterangan:
 - 1 : Tidak valid
 - 2 : Kurang valid
 - 3 : Cukup valid
 - 4 : Valid
 - 5 : Sangat valid

No.	Aspek yang diamati	Skala penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Identitas sekolah dalam RPP memenuhi aspek:					
	a. Mata pelajaran				✓	
	b. Satuan pendidikan				✓	
	c. Kelas/semester				✓	
	d. Pertemuan				✓	
	e. Alokasi waktu				✓	
2.	RPP telah memuat:					
	a. Standar kompetensi				✓	
	b. Kompetensi dasar				✓	
	c. Indikator				✓	
	d. Tujuan pembelajaran				✓	
	e. Materi ajar				✓	
	f. Model/pendekatan/strategi/metode/teknik pembelajaran				✓	
	g. Kegiatan pembelajaran				✓	
	h. Alat/bahan/sumber belajar				✓	
i. Penilaian				✓		
3.	Kegiatan pembelajaran dalam RPP memenuhi:					
	a. Kegiatan pendahuluan				✓	

	b. Kegiatan inti				✓	
	c. Kegiatan penutup				✓	
	d. Kejelasan skenario pembelajaran (tahap-tahap kegiatan pembelajaran; pendahuluan, inti penutup)				✓	
4	RPP telah mengakomodasi kompetensi, indikator, penilaian dan alokasi waktu:					
	a. Kesesuaian Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) dengan tujuan pembelajaran				✓	
	b. Indikator mengacu pada Kompetensi Dasar (KD)				✓	
	c. Kesesuaian indikator dengan tujuan pembelajaran				✓	
	d. Indikator mengandung kata-kata kerja operasional				✓	
	e. Penilaian pembelajaran yang digunakan tepat				✓	
	f. Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan dengan kegiatan pembelajaran				✓	

Masukan/ saran Validator :

.....

.....

.....

Kesimpulan penilaian secara umum : (lingkari salah satu yang sesuai)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) ini:

1. Belum dapat digunakan, masih memerlukan konsultasi
- ② Dapat digunakan dengan revisi
3. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, 8 Mei 2017

Validator

Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si.
NIP: 19570801 198403 1 004

C. Lembar Validasi LKS

**LEMBAR VALIDASI
LEMBAR KERJA SISWA**

Mata Pelajaran : Fisika
 Pokok Bahasan : Getaran Harmonis Sederhana
 Kelas/Semester : X/Genap

Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda *ceklist* (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian bapak/ibu terhadap modul yang dikembangkan.
2. Keterangan nilai ialah sebagai berikut.
 - 1 : Tidak valid
 - 2 : Kurang valid
 - 3 : Cukup valid
 - 4 : Valid
 - 5 : Sangat valid
3. Berilah masukan atau saran Bapak/Ibu pada kolom saran guna perbaikan LKS.

No.	Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
A. Format						
1.	Setiap bagian didefinisikan dengan jelas				✓	
2.	Sistem penomoran urutan kegiatan cukup jelas				✓	
3.	Pengaturan ruang atau tata letak				✓	
4.	Jenis dan ukuran huruf yang sesuai				✓	
5.	Kesesuaian LKS dengan sintakmatik model pembelajaran				✓	
B. Ilustrasi						
1.	Dukungan ilustrasi untuk memperjelas kegiatan				✓	
2.	Memberi dorongan secara visual				✓	
3.	Memiliki tampilan yang jelas				✓	
4.	Mudah dipahami				✓	
C. Bahasa						
1.	Kebenaran tata bahasa				✓	
2.	Kesesuaian kalimat dengan tingkat perkembangan siswa				✓	
3.	Mendorong minat baca untuk melakukan kegiatan				✓	
4.	Kesederhanaan struktur kalimat				✓	
5.	Kejelasan petunjuk dan arahan				✓	
6.	Sifat komunikatif bahasa yang digunakan				✓	
D. Isi						

1.	Kebenaran materi yang disajikan					✓	
2.	Merupakan materi/tugas yang esensial					✓	
3.	Dikelompokkan dalam bagian-bagian yang logis					✓	
4.	Kesesuaian dengan model pengajaran					✓	
5.	Kelayakan kelengkapan belajar					✓	
6.	Keterkaitan dengan permasalahan dan fenomena fisika					✓	

Masukan/ saran Validator :

.....

.....

.....

Kesimpulan penilaian secara umum: (lingkari salah satu yang sesuai)

Lembar Kerja Siswa ini :

1. Belum dapat digunakan dan masih memerlukan konsultasi
- ②. Dapat digunakan dengan revisi
3. Dapat digunakan tanpa revisi

Jember, 8 Mei 2017

Validator,



Dr. Drs. Agus Abdul Gani, M.Si.
NIP: 19570801 198403 1 004

LAMPIRAN B. SILABUS PEMBELAJARAN

SILABUS GETARAN HARMONIS

Satuan Pendidikan : SMA
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : X/Genap
Alokasi Waktu : 8 x 45 menit

Kompetensi Inti :

KI.1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI.2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, 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, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI.4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar/Alat dan Bahan
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
3.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari	<ul style="list-style-type: none"> • Karakteristik getaran harmonis pada ayunan bandul dan getaran pegas • Hukum kekekalan energi mekanik pada getaran harmonis sederhana • Persamaan simpangan, kecepatan, dan percepatan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan apersepsi dan motivasi 2. Menyampaikan tujuan pembelajaran 3. Memberikan materi secara garis besar 4. Membagikan LKS 5. Membentuk kelompok 6. Memberikan persoalan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kognitif <ol style="list-style-type: none"> a. Produk <ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan konsep karakteristik getaran harmonis pada ayunan bandul dan getaran pegas • Mengidentifikasi besaran-besaran dalam getaran harmonis sederhana • Memahami hukum kekekalan energi mekanik pada getaran harmonis sederhana • Menentukan persamaan simpangan pada getaran harmonis sederhana • Menentukan persamaan kecepatan pada getaran harmonis sederhana 	Tes tulis	<i>Essay</i>		8 x 45 menit	Referensi : Buku paket fisika SMA kelas X semester genap, LKS, dan buku lain yang relevan Alat dan bahan Percobaan : <ol style="list-style-type: none"> 1. Dasar statif 2. Kaki statif 3. Batang statif 4. Balok penahan 5. Beban

<p>4.11 Melakukan percobaan getaran harmonis pada ayunan sederhana dan/atau getaran pegas berikut presentasi serta makna fisisnya</p>		<p>fisika untuk diprediksi (tahap <i>Prediction</i>)</p> <p>7. Mengorganisasi isasi kelompok untuk berdiskusi dan melakukan eksperimen (tahap <i>Observation</i>)</p> <p>8. Melakukan presentasi (tahap <i>Explanation</i>) untuk menjelaskan hasil percobaan dengan menggunakan LKS berbasis representasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan persamaan percepatan pada getaran harmonis sederhana <p>b. Proses</p> <p>1. Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana, meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memprediksi dan menjawab persoalan tentang hubungan antara panjang tali dengan waktu untuk mendapatkan jumlah getaran tertentu • Merencanakan dan melaksanakan praktikum untuk mengambil data tentang hubungan antara panjang tali dengan waktu untuk mendapatkan jumlah getaran tertentu • Menyusun tabel data dari hasil pengamatan • Mengidentifikasi variabel-variabel tentang hubungan antara panjang tali dengan waktu untuk mendapatkan jumlah getaran tertentu • Menggambar grafik hubungan antara panjang tali 					<p>6. Jepit penahan</p> <p>7. Penggaris</p> <p>8. Benang</p> <p>9. Stopwatch</p>
---	--	--	--	--	--	--	--	--

		<p>matematik dan grafik</p> <p>9. Memberikan kesimpulan terhadap materi yang telah dipelajari</p>	<p>dengan waktu untuk mendapatkan jumlah getaran tertentu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis data dengan hitungan matematis untuk menggambarkan hubungan antara panjang tali dengan waktu untuk mendapatkan jumlah getaran tertentu secara berdiskusi • Menyimpulkan hasil diskusi ke dalam LKS dengan menggunakan representasi matematik dan grafik tentang hubungan antara panjang tali dengan waktu untuk mendapatkan jumlah getaran tertentu <p>1. Psikomotor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi masalah 2. Merumuskan hipotesis 3. Menyiapkan alat dan bahan percobaan 4. Melakukan percobaan 5. Mencatat data hasil percobaan 	Observasi	Lembar observasi	LP 01		
--	--	---	---	-----------	------------------	-------	--	--

			<p>6. Menggambar grafik hasil percobaan</p> <p>7. Mempresentasikan hasil percobaan</p> <p>2. Afektif Perilaku berkarakter siswa meliputi :</p> <p>a. Tanggung jawab</p> <p>b. Disiplin</p> <p>Keterampilan sosial siswa meliputi :</p> <p>a. Bertanya</p> <p>b. Berdiskusi (bekerja sama)</p>	Observasi	Lembar observasi	LP 02		
--	--	--	---	-----------	------------------	-------	--	--

LAMPIRAN G. RANCANGAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (1-4)**RANCANGAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Semester	: X / 2
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Getaran Harmonis Sederhana
Pokok Bahasan	: Karakteristik Getaran Harmonis Sederhana (Pengertian GHS, Periode dan Frekuensi GHS)
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

KI.1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI.2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, 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, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI.4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

- 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 fisisnya

C. Indikator

- 3.11.1 Menerapkan konsep karakteristik getaran harmonis pada ayunan bandul dan getaran pegas
- 3.11.2 Mengidentifikasi besaran-besaran dalam getaran harmonis sederhana
- 4.11.1 Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana

D. Tujuan Pembelajaran

- 3.11.1.1 Melalui ceramah, siswa mampu menjelaskan karakteristik getaran harmonis sederhana pada ayunan bandul dan getaran pegas
- 3.11.1.2 Melalui tanya jawab, siswa mampu menyebutkan karakteristik getaran harmonis sederhana pada ayunan bandul dan getaran pegas.
- 3.11.2.1 Melalui tanya jawab, siswa mampu menyebutkan besaran-besaran dalam getaran harmonis sederhana
- 3.11.2.2 Melalui diskusi kelompok, siswa mampu menghitung nilai dari suatu besaran-besaran alam getaran harmonis sederhana
- 4.11.1.1 Melalui eksperimen, siswa mampu membuktikan karakteristik getaran harmonis sederhana
- 4.11.1.2 Melalui penugasan, siswa mampu menjawab pertanyaan mengenai hubungan antara periode getaran dengan frekuensi getaran
- 4.11.1.3 Melalui presentasi, siswa mampu memberikan kesimpulan terhadap hasil percobaan

E. Materi Pembelajaran

Jika suatu benda bergerak bolak-balik terhadap titik tertentu, gerak benda itu disebut bergetar. Setiap gerak yang berulang atau periodik dalam selang waktu

yang sama disebut gerak harmonik. Contoh gerak seperti ini, antara lain gerak benda yang digantungkan pada suatu pegas dan gerak ayunan bandul yang amplitudonya kecil.

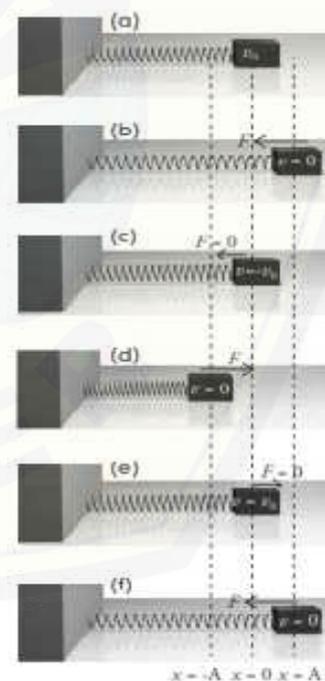
Pada gerak harmonik sederhana, benda akan selalu bergerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangannya secara terus-menerus. Dengan demikian, definisi gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak-balik benda melalui suatu titik kesetimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu konstan.

a. Gerak Harmonis Sederhana

Jika sebuah beban digantungkan pada sebuah pegas dan kemudian ditarik, pegas akan bertambah panjang. Ketika tarikan dilepaskan, beban akan bergerak naik turun secara periodik atau berulang-ulang. Gerak beban ini merupakan contoh getaran atau osilasi yang sederhana.

Sebuah getaran dikatakan gerak periodik apabila terjadi berulang-ulang pada lintasan yang sama. Sebagai contoh beban yang terhubung pada pegas yang ditarik dengan gaya tertentu. Perhatikan gambar 2.1.

Dari gambar tersebut, pusat massa beban ditarik pada gambar (a) berada pada titik keseimbangan, yaitu $x = 0$. Ketika beban ditarik ke kanan dengan gaya F (gambar b), pegas mengalami pemanjangan sehingga menyimpang sejauh A dari posisi seimbang. Pusat massa beban pada keadaan ini berada pada posisi $x = A$. Setelah tarikan dilepaskan, pegas kembali bergerak ke kiri. Dalam sepersekian detik, pusat massa beban kembali ke posisi seimbang di $x = 0$ (gambar c). Gerak beban ini tidak berhenti di titik keseimbangan, tetapi terus



Gambar 2.1 Beban yang terhubung pada pegas melakukan gerak periodik.

bergerak ke kiri. Kali ini beban menekan pegas ke kiri, sehingga pegas memendek dan pusat beban menyimpang sejauh A dari posisi keseimbangan (gambar d). Pada saat ini, pusat massa beban berada pada posisi $x = -A$. Setelah itu, pegas bergerak lagi ke kanan sehingga sampai di $x = 0$ (titik keseimbangan). Beberapa saat kemudian sampai pada posisi ($x = A$). Rangkaian gerak (dari $x = A$ ke $x = -A$ kembali ke $x = A$) ini terjadi berulang-ulang atau terjadi secara periodik. Inilah sebabnya gerak pusat massa beban pada pegas dapat disebut sebagai gerak periodik.

Pada gambar 2.1 ketika beban bergerak ke kanan, gaya lenting pegas menariknya ke kiri. Begitu pula ketika beban bergerak ke kiri, pegas memberikan gaya ke kanan. Semua sistem yang bergetar di mana gaya pemulih berbanding lurus dengan negatif simpangannya disebut dengan gerak harmonis sederhana (Giancoli, 2001: 367). Sederhana yang dimaksudkan adalah ketika gerak tersebut sinusoidal murni dengan satu frekuensi.

b. Besaran-Besaran pada Gerak Harmonis Sederhana

Besaran-besaran yang mendasari gerak harmonis sederhana adalah sebagai berikut (Giancoli, 2001: 366) :

1. Simpangan merupakan jarak pusat massa beban dari titik kesetimbangan pada setiap saat. Simpangan ditandai dengan huruf x . Besar simpangan setiap saat selalu berubah karena beban terus bergerak di sekitar titik keseimbangan.
2. Amplitudo menyatakan simpangan maksimum atau simpangan terbesar titik pusat massa beban. Amplitudo disimbolkan dengan huruf A .
3. Periode diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran. Dalam hal ini, satu siklus getaran mengacu pada gerak bolak-balik yang lengkap dari satu titik awal, kemudian kembali ke titik yang sama. Periode disimbolkan dengan huruf T dan mempunyai satuan detik (s).

$$T = \frac{t}{n} \quad \text{.....(2.1)}$$

Keterangan :

T : Periode (s)

t : Waktu (s)

n : banyaknya getaran

4. Frekuensi diartikan sebagai banyaknya getaran yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Frekuensi disimbolkan dengan f dan mempunyai satuan **hertz** atau Hz. Frekuensi dapat pula diartikan sebagai kebalikan periode atau dapat dituliskan sebagai :

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f} \quad \dots\dots(2.2)$$

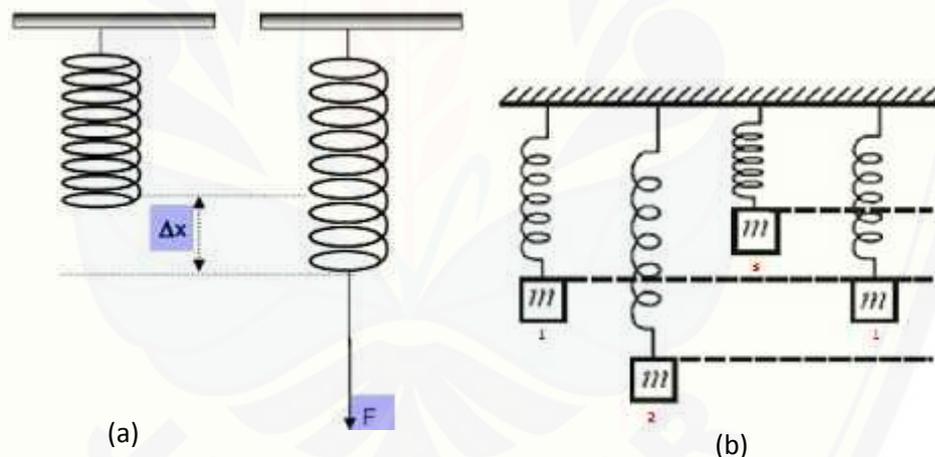
Keterangan :

f : Frekuensi (Hz)

T : Periode (s)

c. Periode dan Frekuensi Gerak Harmonis Sederhana

1. Periode dan frekuensi pada getaran pegas



Gambar 2.6 (a) Pegas bebas tergantung vertikal dan pegas setelah diberikan sebuah gaya (b) Ayunan sederhana pada pegas

Pada gambar 2.6 (a) sebuah pegas dikenai gaya F . Kemudian pada gambar 2.6 (b) Pegas akan bergerak periodik dari satu titik awal kemudian kembali ke titik yang sama. Hal ini karena pegas mempunyai gaya pemulih. Gerak pada pegas juga disebut getaran harmonis (gerak harmonis sederhana). Besar simpangan getar pada pegas sama dengan pertambahan panjang. Pertambahan panjang pada pegas sebanding dengan besar gaya yang bekerja. Pernyataan ini dikenal dengan Hukum Hooke yang dirumuskan sebagai berikut :

....(2.15)

$$F = -k \cdot \Delta x$$

Keterangan :

F : gaya yang bekerja pada pegas (N)

k : konstanta pegas (N/m)

Δx : pertambahan panjang pegas (m)

Percepatan getar yang selalu berlawanan dengan simpangan disebabkan oleh gaya pemulih pada pegas. Kita telah membahas bahwa besar gaya pegas dinyatakan sebagai :

$$F_p = k \quad \dots(2.16)$$

Gaya pemulih ini juga dapat dicari dengan menggunakan Hukum II Newton. Berdasarkan Hukum II Newton, besar gaya lenting dapat dicari dengan persamaan:

$$F_p = m a \quad \dots(2.17)$$

$$F_p = m \omega^2 x \quad \dots(2.18)$$

$$F_p = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 x \quad \dots(2.19)$$

Periode pada getaran pegas dapat dicari dengan menggunakan dua persamaan F_p tersebut.

$$k = m \frac{4\pi^2}{T^2} x \quad \dots(2.20)$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k} \quad \dots(2.21)$$

$$T = \sqrt{4\pi^2 \frac{m}{k}} \quad \dots(2.22)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots(2.23)$$

Keterangan :

T : periode (s)

m : massa beban (kg)

k : konstanta pegas (N/m)

Jika $f = \frac{1}{T}$, maka frekuensi pada getaran pegas dapat dicari dengan persamaan pada 2.23 seperti berikut :

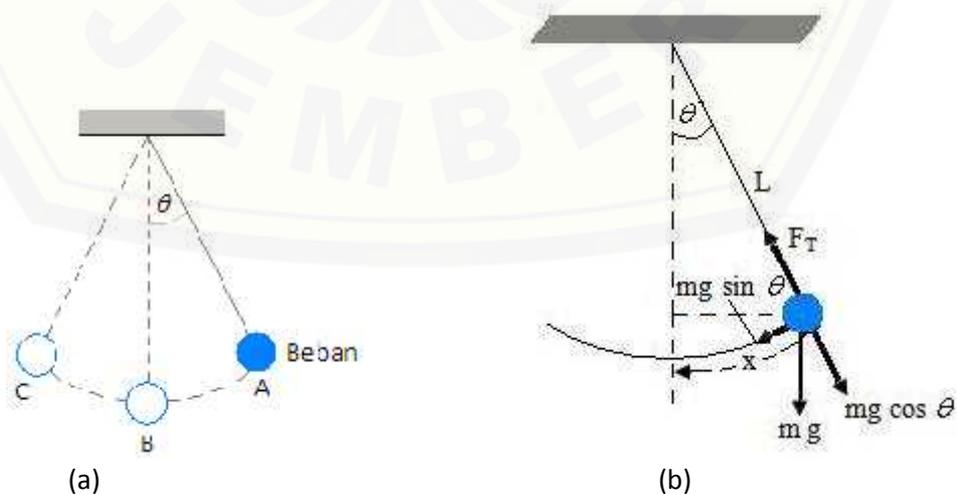
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}} \quad \dots(2.24)$$

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad \dots(2.25)$$

2. Periode dan frekuensi pada ayunan bandul sederhana

Bandul sederhana adalah benda ideal yang terdiri dari sebuah titik massa, yang digantungkan pada tali ringan yang tidak dapat teregang. Jika bandul ditarik ke samping dari posisi seimbangnya dan dilepaskan, maka bandul akan berayun dalam bidang vertikal karena pengaruh gravitasi (Halliday, 1985:459). Geraknya merupakan gerak osilasi dan periodik. Gerak bolak-balik bandul sederhana dengan gesekan yang dapat diabaikan menyerupai gerak harmonis sederhana : pendulum berosilasi sepanjang busur sebuah lingkaran dengan amplitudo yang sama di tiap sisi titik seimbang(di mana ia tergantung vertikal) dan sementara melalui titik seimbang lajunya bernilai maksimum (Giancoli, 2001:375).

Gambar 2.5 (a) menunjukkan gerakan bolak-balik ayunan melalui titik A, B, dan C. Gerakan yang terjadi pada ayunan disebut getaran. Getaran merupakan gerakan bolak-balik secara periodik melalui titik kesetimbangan. Satu getaran lengkap adalah gerakan bolak-balik dari A ke C dan kembali lagi ke A.



Gambar 2.5 (a) Ayunan Bandul Sederhana (b) Gaya pada ayunan

Pada gambar 2.5 (b) simpangan bandul sepanjang busur dinyatakan dengan $x = L \theta$, dimana θ adalah sudut yang dibuat tali dengan garis vertikal dan L adalah panjang tali. Dengan demikian, jika gaya pemulih sebanding dengan x atau dengan θ , gerak tersebut adalah harmonis sederhana. Gaya pemulih adalah komponen gaya berat, mg , yang merupakan tangen terhadap busur :

$$F = -m g \sin \theta \quad \text{.....(2.26)}$$

Keterangan :

F : gaya pemulih (N)

m : massa beban (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

θ : sudut yang dibentuk tali dan garis vertikal

Di mana tanda minus, berarti bahwa gaya mempunyai arah yang berlawanan dengan simpangan sudut θ . Karena F sebanding dengan sinus θ dan tidak dengan θ itu sendiri, gerakan tersebut bukan merupakan GHS. Bagaimanapun, jika θ kecil, maka $\sin \theta$ hampir sama dengan θ jika dinyatakan dalam radian. Perhatikan gambar 2.5 (b) bahwa panjang busur $x = L \theta$ hampir sama panjang dengan tali ($= L \sin \theta$) yang ditunjukkan dengan garis terputus yang lurus, jika θ kecil. Untuk sudut yang lebih kecil dari 15° , perbedaan antara θ (dalam radian) dan $\sin \theta$ lebih kecil dari 1 persen. Berarti, sampai pendekatan yang sangat baik untuk sudut kecil,

$$F = -m g \sin \theta \approx -m g \theta \quad \text{.....(2.27)}$$

Dengan menggunakan $x = L \theta$, kita dapatkan :

$$F \approx -\frac{m g}{L} x \quad \text{.....(2.28)}$$

Dengan demikian, untuk simpangan yang kecil, gerak tersebut pada intinya merupakan harmonis sederhana, karena persamaan ini sesuai dengan hukum Hooke, $F = -k x$, dimana konstanta gaya efektif adalah $k = m g / L$. Dengan memasukkan harga k ini ke persamaan periode pegas $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ maka kita akan mendapatkan persamaan periode ayunan bandul :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{L}}} \quad \dots(2.29)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \dots(2.30)$$

Jika kedua ruas dikuadratkan, kita akan mendapatkan persamaan :

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad \dots(2.31)$$

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad \dots(2.32)$$

Keterangan :

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

L : panjang tali (m)

T : periode ayunan (s)

Persamaan ini dapat kita gunakan untuk mencari besar percepatan gravitasi di suatu tempat. Jika $f = \frac{1}{T}$, maka frekuensi pada ayunan bandul dapat dicari dengan persamaan pada 2.30 seperti berikut :

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}} \quad \dots(2.32)$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \quad \dots(2.33)$$

F. Komponen Proses Pembelajaran

1. Model pembelajaran : POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik
2. Metode pembelajaran : Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi, Eksperimen, Penugasan, Presentasi.
3. Media Pembelajaran
 - a. Papan Tulis, Video Pembelajaran, Spidol, LKS, dan lain sebagainya.

- b. Sumber Belajar : Internet, Buku Paket (yang disarankan) untuk kelas X SMA serta berbagai sumber belajar lainnya yang relevan.

4. Skenario Pembelajaran

Tahapan	Kegiatan	Waktu
PENDAHULUAN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengucapkan salam dan membimbing untuk berdoa. 2. Guru mengecek kehadiran peserta didik, kemudian menyampaikan garis besar tujuan pembelajaran. 3. Apersepsi : <i>Apakah fungsi dari shock absorber (peredam kejut)?</i> 4. Motivasi : Tahukah kalian apa yang mempengaruhi periode dan frekuensi getaran harmonis pada <i>shock absorber</i> (peredam kejut)? 	20 menit
KEGIATAN INTI	<p><u>Tahap Prediction :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagikan LKS 1 • Guru menginstruksi siswa untuk berkumpul dengan kelompok yang telah ditentukan • Guru memberikan pertanyaan prediksi mengenai Bagaimanakah karakteristik dari getaran harmonis sederhana? Apakah frekuensinya selalu konstan? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada getaran harmonis sederhana? • Siswa memperhatikan instruksi yang diberikan oleh guru • Guru meminta siswa untuk menuliskan prediksinya di LKS 1 yang telah disediakan 	60 menit

	<ul style="list-style-type: none">• Siswa menuliskan prediksinya di LKS 1 yang telah disediakan• Guru meminta salah satu siswa untuk menyampaikan jawaban prediksi tentang Bagaimanakah karakteristik dari getaran harmonis sederhana? Apakah frekuensinya selalu konstan? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada getaran harmonis sederhana?• Siswa menyampaikan jawaban prediksi yang telah dibuat <p><u>Tahap Observation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru memantau dan membimbing siswa dalam melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja yang terdapat di LKS 1 untuk membuktikan tentang Bagaimanakah karakteristik dari getaran harmonis sederhana? Apakah frekuensinya selalu konstan? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada getaran harmonis sederhana?• Siswa dengan bimbingan guru melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja di LKS 1• Siswa mengamati, menuliskan hasil pengamatan di LKS 1 dengan menggunakan representasi matematik dan grafik, dan menganalisis data berdasarkan	
--	---	--

	<p>hasil percobaan serta mendiskusikannya secara berkelompok</p> <p><u>Tahap Explanation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru meminta perwakilan dari setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasi tentang tentang bagaimanakah karakteristik dari getaran harmonis sederhana? Apakah frekuensinya selalu konstan? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada getaran harmonis sederhana? melalui representasi matematik dan grafik• Siswa mempresentasikan hasil observasi tentang tentang bagaimanakah karakteristik dari getaran harmonis sederhana? Apakah frekuensinya selalu konstan? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada getaran harmonis sederhana? melalui representasi matematik dan grafik• Guru memberikan evaluasi terhadap hasil observasi siswa dan memberikan materi secara garis besar• Siswa memperhatikan penjelasan guru dan mencatat hal-hal yang penting• Guru memandu siswa dalam membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dengan bimbingan guru membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik • Guru memberi apresiasi pada semua anggota kelompok yang telah mempresentasikan hasil diskusi 	
PENUTUP	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan dan koreksi terhadap jawaban siswa • Guru membimbing siswa untuk memberikan kesimpulan umum dari pembelajaran. • Sebelum pembelajaran berakhir guru meminta salah satu siswa untuk memimpin doa bersama • Guru mengucapkan salam meninggalkan kelas. 	10 menit

G. Penilaian Hasil Belajar

Teknik dan Bentuk Instrumen

No.	Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh
1.	Pengamatan Sikap (observasi)	Lembar Penilaian Afektif	LP 1
2.	Tes Tertulis	Uraian	LP 2
3.	Pengamatan Ketrampilan (observasi)	Lembar Penilaian Psikomotorik	LP 3

Jember, 15 Maret 2017

Praktikan,

Siti Khusnul Khowatim

NIM.130210102016

RANCANGAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Semester	: X / 2
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Getaran Harmonis Sederhana
Pokok Bahasan	: Periode dan Frekuensi Gerak Harmonis Sederhana
Alokasi Waktu	: 1 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

KI.1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI.2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI.3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI.4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

- 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 fisisnya

C. Indikator

- 3.11.1 Menerapkan konsep karakteristik getaran harmonis pada ayunan bandul dan getaran pegas
- 4.11.1 Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana

D. Tujuan Pembelajaran

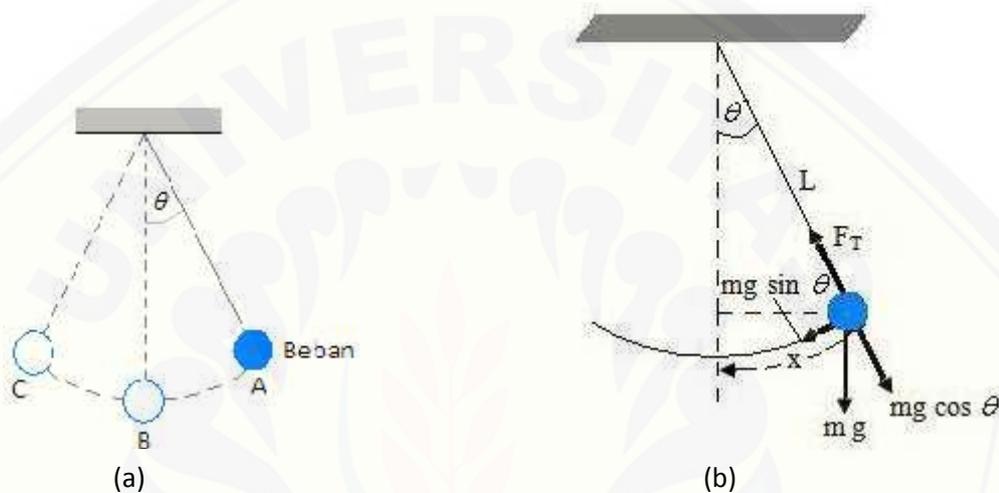
- 3.11.1.1 Melalui tanya jawab, siswa mampu menyebutkan syarat getaran harmonis sederhana pada ayunan bandul dan getaran pegas
- 3.11.1.2 Melalui ceramah, siswa mampu menjelaskan karakteristik getaran harmonis sederhana pada ayunan bandul dan getaran pegas
- 4.11.1.1 Melalui eksperimen, siswa mampu mengetahui pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana
- 4.11.1.2 Melalui diskusi kelompok, siswa mampu menentukan pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana
- 4.11.1.3 Melalui presentasi, siswa mampu menjelaskan pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana

E. Materi Pembelajaran

Bandul sederhana adalah benda ideal yang terdiri dari sebuah titik massa, yang digantungkan pada tali ringan yang tidak dapat teregang. Jika bandul ditarik ke samping dari posisi seimbang dan dilepaskan, maka bandul akan berayun dalam bidang vertikal karena pengaruh gravitasi (Halliday, 1985:459). Geraknya merupakan gerak osilasi dan periodik. Gerak bolak-balik bandul sederhana dengan gesekan yang dapat diabaikan menyerupai gerak harmonis sederhana : pendulum berosilasi sepanjang busur sebuah lingkaran dengan amplitudo yang sama di tiap

sisi titik seimbang(di mana ia tergantung vertikal) dan sementara melalui titik seimbang lajunya bernilai maksimum (Giancoli, 2001:375).

Gambar 2.5 (a) menunjukkan gerakan bolak-balik ayunan melalui titik A, B, dan C. Gerakan yang terjadi pada ayunan disebut getaran. Getaran merupakan gerakan bolak-balik secara periodik melalui titik kesetimbangan. Satu getaran lengkap adalah gerakan bolak-balik dari A ke C dan kembali lagi ke A.



Gambar 2.5 (a) Ayunan Bandul Sederhana (b) Gaya pada ayunan

Pada gambar 2.5 (b) simpangan bandul sepanjang busur dinyatakan dengan $x = L \theta$, dimana θ adalah sudut yang dibuat tali dengan garis vertikal dan L adalah panjang tali. Dengan demikian, jika gaya pemulih sebanding dengan x atau dengan θ , gerak tersebut adalah harmonis sederhana. Gaya pemulih adalah komponen gaya berat, mg , yang merupakan tangen terhadap busur :

$$F = -m g \sin \theta \quad \text{.....(2.26)}$$

Keterangan :

F : gaya pemulih (N)

m : massa beban (kg)

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

θ : sudut yang dibentuk tali dan garis vertikal

Di mana tanda minus, berarti bahwa gaya mempunyai arah yang berlawanan dengan simpangan sudut θ . Karena F sebanding dengan sinus θ dan tidak dengan

θ itu sendiri, gerakan tersebut bukan merupakan GHS. Bagaimanapun, jika θ kecil, maka $\sin \theta$ hampir sama dengan θ jika dinyatakan dalam radian. Perhatikan gambar 2.5 (b) bahwa panjang busur $x = L \theta$ hampir sama panjang dengan tali ($= L \sin \theta$) yang ditunjukkan dengan garis terputus yang lurus, jika θ kecil. Untuk sudut yang lebih kecil dari 15° , perbedaan antara θ (dalam radian) dan $\sin \theta$ lebih kecil dari 1 persen. Berarti, sampai pendekatan yang sangat baik untuk sudut kecil,

$$F = -m \sin \theta \approx -m \theta \quad \text{.....(2.27)}$$

Dengan menggunakan $x = L \theta$, kita dapatkan :

$$F \approx -\frac{m}{L} x \quad \text{.....(2.28)}$$

Dengan demikian, untuk simpangan yang kecil, gerak tersebut pada intinya merupakan harmonis sederhana, karena persamaan ini sesuai dengan hukum Hooke, $F = -kx$, dimana konstanta gaya efektif adalah $k = m/L$. Dengan memasukkan harga k ini ke persamaan periode pegas $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ maka kita akan mendapatkan persamaan periode ayunan bandul :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{L}}} \quad \text{.....(2.29)}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{.....(2.30)}$$

Jika kedua ruas dikuadratkan, kita akan mendapatkan persamaan :

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad \text{.....(2.31)}$$

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad \text{.....(2.32)}$$

Keterangan :

g : percepatan gravitasi (m/s^2)

L : panjang tali (m)

T : periode ayunan (s)

Persamaan ini dapat kita gunakan untuk mencari besar percepatan gravitasi di suatu tempat. Jika $f = \frac{1}{T}$, maka frekuensi pada getaran pegas dapat dicari dengan persamaan pada 2.30 seperti berikut :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} \quad \dots(2.32)$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L}} \sqrt{g} \quad \dots(2.33)$$

F. Komponen Proses Pembelajaran

1. Model pembelajaran : POE (*Prediction, Observation, Explanation*)
disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik
2. Metode pembelajaran : Tanya Jawab, Ceramah, Diskusi, Eksperimen, Presentasi.
3. Media Pembelajaran
 - a. Papan Tulis, Video Pembelajaran, Spidol, LKS, dan lain sebagainya.
 - b. Sumber Belajar : Internet, Buku Paket (yang disarankan) untuk kelas X SMA serta berbagai sumber belajar lainnya yang relevan.
4. Skenario Pembelajaran

Tahapan	Kegiatan	Waktu
PENDAHULUAN	1. Guru mengucapkan salam dan membimbing untuk berdoa.	10 menit
	2. Guru mengecek kehadiran peserta didik, kemudian menyampaikan garis besar tujuan pembelajaran.	
	3. Apersepsi : <i>Apakah kaliah pernah bermain bandulan? lebih mudah memainkan bandulan dengan tali yang sangat panjang atau bandulan dengan tali yang lebih pendek?</i>	

	<p>4. Motivasi :</p> <p>Tahukah kalian apa pengaruh panjang tali terhadap periode ayunan bandulan?</p>	
KEGIATAN INTI	<p><u>Tahap Prediction :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagikan LKS 2 • Guru menginstruksi siswa untuk berkumpul dengan kelompok yang telah ditentukan • Guru memberikan persoalan fisika mengenai bagaimana pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana? • Siswa memperhatikan instruksi yang diberikan oleh guru • Guru meminta siswa untuk menuliskan prediksinya di LKS 2 yang telah disediakan • Siswa menuliskan prediksinya di LKS 2 yang telah disediakan • Guru meminta salah satu siswa untuk menyampaikan prediksinya • Siswa menyampaikan prediksi yang telah dibuat <p><u>Tahap Observation :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memantau dan membimbing siswa dalam melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja yang terdapat di LKS 2 	30 menit

	<ul style="list-style-type: none">• Siswa dengan bimbingan guru melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja di LKS 2• Siswa mengamati, menuliskan hasil pengamatan di LKS 2 dengan menggunakan representasi matematik dan grafik, dan menganalisis data berdasarkan hasil percobaan serta mendiskusikannya secara berkelompok <p><u>Tahap Explanation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru meminta perwakilan dari setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasi mengenai bagaimana pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana melalui representasi matematik dan grafik• Siswa mempresentasikan hasil observasi mengenai bagaimana pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana• Guru memberikan evaluasi terhadap hasil observasi siswa dan memberikan materi secara garis besar• Siswa memperhatikan penjelasan guru dan mencatat hal-hal yang penting• Guru memandu siswa dalam membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik	
--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dengan bimbingan guru membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik • Guru memberi apresiasi pada semua anggota kelompok yang telah mempresentasikan hasil diskusi 	
PENUTUP	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan dan koreksi terhadap jawaban siswa • Guru membimbing siswa untuk memberikan kesimpulan umum dari pembelajaran. • Sebelum pembelajaran berakhir guru meminta salah satu siswa untuk memimpin doa bersama • Guru mengucapkan salam meninggalkan kelas. 	10 menit

G. Penilaian Hasil Belajar

Teknik dan Bentuk Instrumen

No.	Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh
1.	Pengamatan Sikap (observasi)	Lembar Penilaian Afektif	LP 1
2.	Tes Tertulis	Uraian	LP 2
3.	Pengamatan Ketrampilan (observasi)	Lembar Penilaian Psikomotorik	LP 3

Jember, 15 Maret 2017

Praktikan,

Siti Khusnul Khowatim

NIM.130210102016

RANCANGAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Semester	: X / 2
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Getaran Harmonis Sederhana
Pokok Bahasan	: Persamaan Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

KI.1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI.2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI.3 : Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI.4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

- 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 fisisnya

C. Indikator

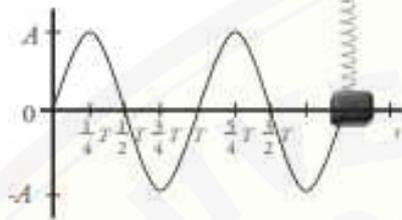
- 3.11.1 Menentukan persamaan simpangan pada getaran harmonis sederhana
- 3.11.2 Menentukan persamaan kecepatan pada getaran harmonis sederhana
- 3.11.3 Menentukan persamaan percepatan pada getaran harmonis sederhana
- 4.11.1 Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana

D. Tujuan Pembelajaran

- 3.11.1.1 Melalui ceramah, siswa mampu menjelaskan letak sebuah simpangan dalam suatu grafik
- 3.11.1.2 Melalui penugasan, siswa mampu menghitung nilai simpangan dalam getaran harmonis
- 3.11.2.1 Melalui diskusi kelompok siswa mampu menentukan nilai kecepatan maksimum pada getaran harmonis
- 3.11.2.2 Melalui diskusi kelompok siswa mampu menentukan nilai kecepatan minimum pada getaran harmonis
- 3.11.3.1 Melalui diskusi kelompok siswa mampu menentukan nilai percepatan maksimum pada getaran harmonis
- 3.11.3.2 Melalui diskusi kelompok siswa mampu menentukan nilai percepatan minimum pada getaran harmonis
- 4.11.1.1 Melalui tanya jawab, siswa mampu menjelaskan pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul sederhana
- 4.11.1.2 Melalui eksperimen, siswa mampu menentukan pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul sederhana
- 4.11.1.3 Melalui presentasi, siswa mampu memberi kesimpulan dari pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul sederhana

E. Materi Pembelajaran

Gerak harmonis sederhana seperti yang dilakukan pegas dapat digambarkan dalam bentuk grafik fungsi sinus atau disebut grafik sinusoidal. Perhatikan gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Gerak harmonis sederhana digambarkan dalam grafik sinusoidal.

Sumber : <http://www.google.co.id>

Grafik pada gambar 2.2 menggambarkan simpangan pusat massa beban setiap saat. Jarak puncak grafik dari sumbu horisontal menyatakan simpangan maksimum atau amplitudo A . Perpotongan grafik dengan sumbu horisontal merupakan letak titik keseimbangan. Pegas dikatakan melakukan satu getaran jika telah bergerak dari O ke T . Waktu untuk menempuh satu getaran ini disebut satu periode (T).

Sekarang perhatikan gambar 2.3, untuk $t = 0$ beban berada di titik keseimbangan ($y = 0$). Secara umum, persamaan simpangan (y) setiap saat pada grafik y - t tersebut diberikan dengan persamaan :

$$y = A \sin \omega t \quad \dots\dots(2.3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan $\omega =$

$\frac{2\pi}{T}$ kita mendapatkan bentuk :

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

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

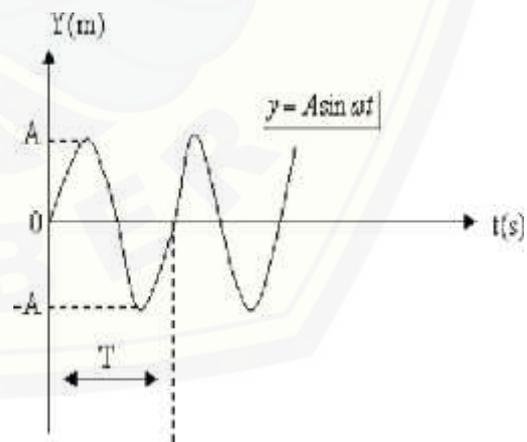
Keterangan :

y : simpangan (m)

A : amplitudo (m)

T : periode (s)

f : frekuensi (Hz)



Gambar 2.3 Jika pada saat $t = 0$, massa pada posisi setimbang $x = 0$, tetapi juga mempunyai laju awal pada $t = 0$ yang membawanya ke $x = A$ pada $t = \frac{1}{4} T$

Sumber : <http://www.google.co.id>

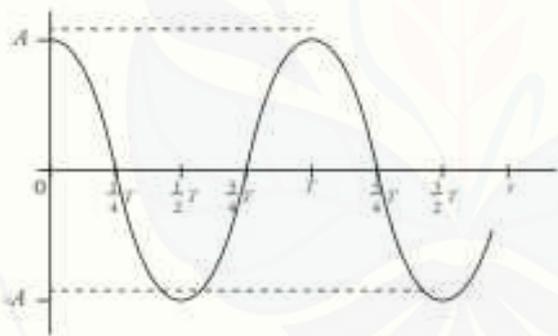
t : waktu lama beban bergerak (s)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

Persamaan simpangan di atas berlaku jika pada saat $t = 0$, benda berada di titik keseimbangan ($y = 0$). Akan tetapi, jika pada saat $t = 0$, benda telah menyimpang sejauh A , simpangan sebagai fungsi fungsi sinus berubah menjadi fungsi cosinus. Perhatikan gambar 2.4. berdasarkan gambar tersebut, persamaan simpangannya menjadi :

$$y = A \cos \omega t \quad \text{.....(2.6)}$$

Persamaan ini sebenarnya sama dengan persamaan simpangan sebagai fungsi sinus, tergantung titik acuan yang kita pakai. Persamaan-persamaan gerak harmonis sederhana kondisi awal atau pada saat memilih nilai t (Giancoli, 2001:374). Jika kita mengacu pada titik keseimbangan sebagai titik awal, persamaan sinuslah yang kita pakai. Sebaliknya, jika acuannya titik simpangan terjauh, persamaan yang kita pakai adalah persamaan cosinus.



Gambar 2.4 Jika pada saat $t = 0$, beban menyimpang sejauh A , maka grafik simpangannya menjadi grafik fungsi cosinus

Sumber :

<http://www.google.co.id>

Kedua kurva, sinus dan cosinus disebut sinusoidal (mempunyai bentuk fungsi sinus). Dengan demikian gerak harmonis sederhana dikatakan sinusoidal karena posisi bervariasi sebagai fungsi sinusoidal waktu (Giancoli, 2001:374).

Simpangan pada persamaan di depan dapat diartikan sebagai posisi pusat massa beban setiap saat. Dari posisi ini, kita dapat mencari kecepatan gerak beban. Kecepatan merupakan turunan posisi. Jadi, kecepatan gerak benda atau kecepatan getaran pegas dicari dengan persamaan :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \quad \text{....(2.7)}$$

$$\vec{v} = \frac{d(A \sin \omega t)}{dt} \quad \dots(2.8)$$

Keterangan :

\vec{v} : Kecepatan getar (m/s)

A : Amplitudo (m)

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

Sehingga, besar k

cepatan getar dicari dengan persamaan berikut :

$$v = A \cos \omega t$$

Dari persamaan getar tersebut, nilai maksimum yang dapat dicapai $\cos \omega t$ adalah 1. Jika keadaan ini tercapai, kecepatan getar akan mencapai kecepatan maksimum, yang dirumuskan sebagai :

$$v_m = A \quad \dots(2.9)$$

Dari persamaan kecepatan, kita dapat mencari persamaan percepatan getar ketika beban menyimpang sejauh x . Percepatan getar merupakan turunan fungsi kecepatan terhadap waktu, sehingga percepatan getar dapat dicari dengan persamaan :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}_x}{dt} \quad \dots(2.10)$$

$$\vec{a} = \frac{d(A \cos \omega t)}{dt} \quad \dots(2.11)$$

$$\vec{a} = -A\omega^2 \sin \omega t \quad \dots(2.12)$$

Seperti kecepatan maksimum, percepatan maksimum juga dicapai ketika $\sin \omega t = 1$. Jadi, besar percepatan maksimum dinyatakan dalam persamaan :

$$a_m = -A\omega^2 \quad \dots(2.13)$$

Keterangan :

\vec{a} : percepatan getar (m/s²)

Dari persamaan percepatan, kita tahu bahwa $A \sin \omega t$ tidak lain adalah simpangan x . Jadi, besar percepatan getar dapat dirumuskan :

$$\vec{a} = -\omega^2 x \quad \dots(2.14)$$

Keterangan :

x : simpangan (m)

Persamaan ini memberikan arti bahwa percepatan getar selalu berlawanan dengan simpangan. Ketika beban menyimpang ke atas (arah x positif), percepatan menuju ke bawah. Begitu pula sebaliknya, ketika beban menyimpang ke bawah, arah percepatannya ke atas.

F. Komponen Proses Pembelajaran

1. Model pembelajaran : POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik
2. Metode pembelajaran : Ceramah, Penugasan, Diskusi, Tanya Jawab, Eksperimen, Presentasi.
3. Media Pembelajaran
 - a. Papan Tulis, Video Pembelajaran, Spidol, LKS, dan lain sebagainya.
 - b. Sumber Belajar : Internet, Buku Paket (yang disarankan) untuk kelas X SMA serta berbagai sumber belajar lainnya yang relevan.
4. Skenario Pembelajaran

Tahapan	Kegiatan	Waktu
PENDAHULUAN	1. Guru mengucapkan salam dan membimbing untuk berdoa.	20 menit
	2. Guru mengecek kehadiran peserta didik, kemudian menyampaikan garis besar tujuan pembelajaran.	
	3. Apersepsi : <i>Pernahkah kalian melihat jam bandul? Bagaimana gerak bandul tersebut? Dapatkah kalian menyebutkan contoh benda yang bergerak seperti gerak ayunan bandul?</i>	
	4. Motivasi : Tahukah kalian besaran fisika apa saja yang terdapat dalam gerak ayunan bandul?	

KEGIATAN INTI	<p><u>Tahap Prediction :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru membagikan LKS 3• Guru menginstruksi siswa untuk berkumpul dengan kelompok yang telah ditentukan• Guru memberikan persoalan fisika mengenai bagaimana pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul? Bagaimana hubungan matematis antara periode getar dengan kecepatan maksimum ayunan bandul?• Siswa memperhatikan instruksi yang diberikan oleh guru• Guru meminta siswa untuk menuliskan prediksinya di LKS 3 yang telah disediakan• Siswa menuliskan prediksinya di LKS 3 yang telah disediakan• Guru meminta salah satu siswa untuk menyampaikan prediksinya• Siswa menyampaikan prediksi yang telah dibuat <p><u>Tahap Observation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru memantau dan membimbing siswa dalam melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja yang terdapat di LKS 3	60 menit
---------------	---	-------------

	<ul style="list-style-type: none">• Siswa dengan bimbingan guru melakukan percobaan sesuai dengan langkah kerja di LKS 3• Siswa mengamati, menuliskan hasil pengamatan di LKS 3 dengan menggunakan representasi matematik dan grafik, dan menganalisis data berdasarkan hasil percobaan serta mendiskusikannya secara berkelompok <p><u>Tahap Explanation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru meminta perwakilan dari setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasi mengenai bagaimana pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul? Bagaimana hubungan matematis antara periode getar dengan kecepatan maksimum ayunan bandul? melalui representasi matematik dan grafik• Siswa mempresentasikan hasil observasi mengenai bagaimana pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul? Bagaimana hubungan matematis antara periode getar dengan kecepatan maksimum ayunan bandul?• Guru memberikan evaluasi terhadap hasil observasi siswa dan memberikan materi secara garis besar	
--	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa memperhatikan penjelasan guru dan mencatat hal-hal yang penting • Guru memandu siswa dalam membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik • Siswa dengan bimbingan guru membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik • Guru memberi apresiasi pada semua anggota kelompok yang telah mempresentasikan hasil diskusi 	
PENUTUP	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan dan koreksi terhadap jawaban siswa • Guru membimbing siswa untuk memberikan kesimpulan umum dari pembelajaran. • Sebelum pembelajaran berakhir guru meminta salah satu siswa untuk memimpin doa bersama • Guru mengucapkan salam meninggalkan kelas. 	10 menit

G. Penilaian Hasil Belajar

Teknik dan Bentuk Instrumen

No.	Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh
1.	Pengamatan Sikap (observasi)	Lembar Penilaian Afektif	LP 1
2.	Tes Tertulis	Uraian	LP 2
3.	Pengamatan Ketrampilan (observasi)	Lembar Penilaian Psikomotorik	LP 3

Jember, 15 Maret 2017

Praktikan,

Siti Khusnul Khowatim

NIM.130210102016



RANCANGAN PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Semester	: X / 2
Mata Pelajaran	: Fisika
Materi	: Getaran Harmonis Sederhana
Pokok Bahasan	: Karakteristik Getaran Harmonis Sederhana (Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada GHS)
Alokasi Waktu	: 1 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

KI.1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI.2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, 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, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI.4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

3.11 Menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari

C. Indikator

3.11.1 Memahami hukum kekekalan energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

D. Tujuan Pembelajaran

3.11.1.1 Melalui ceramah, siswa mampu menjelaskan besaran-besaran yang mempengaruhi energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

3.11.1.2 Melalui tanya jawab, siswa mampu menentukan besar suatu energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

3.11.1.3 Melalui demonstrasi, siswa mampu menentukan pengaruh besaran-besaran yang terdapat dalam energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

3.11.1.4 Melalui penugasan, siswa mampu menghitung nilai energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

3.11.1.5 Melalui diskusi kelompok, siswa mampu menentukan pengaruh suatu besaran yang terdapat dalam energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

3.11.1.6 Melalui presentasi, siswa mampu menjelaskan menentukan pengaruh suatu besaran yang terdapat dalam energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

E. Materi Pembelajaran

Ketika berhadapan dengan gaya yang tidak konstan, kita akan lebih mudah dengan menggunakan pendekatan energi. Untuk menekan atau meregang pegas, harus dilakukan kerja. Dengan demikian energi potensial disimpan pada pegas yang teregang atau tertekan. Energi potensial pegas dinyatakan dengan :

$$E = \frac{1}{2} kx^2 \quad \dots(2.31)$$

Keterangan :

EP : energi potensial pegas (joule)

k : konstanta pegas (N/m)

x : pertambahan panjang pegas (m)

Karena energi mekanik total E dari sistem massa-pegas merupakan jumlah energi kinetik dan potensial maka kita dapatkan :

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \quad \dots(2.32)$$

Di mana v adalah kecepatan massa m ketika berjarak x dari posisi setimbang. Selama tidak ada gesekan, energi mekanik total E tetap konstan. Pada saat massa berosilasi bolak-balik, energi terus berubah dari energi potensial ke energi kinetik dan kembali lagi. Pada titik ekstrim (misal dari titik $x = A$ dan $x = -A$), semua energi tersimpan pada pegas sebagai energi potensial (dan tetap sama apakah pegas ditekan atau diregangkan sampai amplitudo penuh). Pada titik ekstrim ini massa berhenti sebentar pada waktu berubah arah, sehingga $v = 0$ dan :

$$E = \frac{1}{2}m(0)^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad \dots(2.33)$$

Dengan demikian, energi mekanik total dari osilator harmonis sederhana sebanding dengan kuadrat amplitudo (Giancoli, 2001:368). Pada titik seimbang, $x = 0$, semua energi merupakan energi kinetik :

$$E = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}k(0)^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \dots(2.34)$$

Di mana v_0 menyatakan kecepatan maksimum selama gerak (yang terjadi pada $x = 0$). Pada titik-titik pertengahan, energi berbentuk sebagian energi kinetik dan sebagian potensial. Dengan menggabungkan persamaan 2.33 dan 2.32 kita dapat menemukan persamaan yang berguna untuk kecepatan sebagai fungsi posisi x :

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad \dots(2.35)$$

Jika diselesaikan untuk v^2 , kita dapatkan

$$v^2 = \frac{k}{m}(A^2 - x^2) = \frac{k}{m}A^2 \left(1 - \frac{x^2}{A^2}\right) \quad \dots(2.36)$$

Dari persamaan 2.33 dan 2.34, kita dapatkan $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA^2$, sehingga $v_0^2 = \frac{k}{m}A^2$. Dengan memasukkan persamaan ini ke persamaan 2.36 dan mencari akarnya, kita dapat :

$$v = \pm v_0 \sqrt{1 - \frac{x^2}{A^2}} \quad \dots(2.37)$$

Persamaan ini menyatakan kecepatan benda di semua posisi x . Benda bergerak bolak-balik, sehingga kecepatannya bisa dalam arah + atau - , tetapi besarnya hanya bergantung pada besar x .

F. Komponen Proses Pembelajaran

1. Model pembelajaran : POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik.
2. Metode pembelajaran : Ceramah, Tanya Jawab, Demonstrasi, Penugasan, Diskusi, Presentasi.
3. Media Pembelajaran
 - a. Papan Tulis, Video Pembelajaran, Spidol, LKS, dan lain sebagainya.
 - b. Sumber Belajar : Internet, Buku Paket (yang disarankan) untuk kelas X SMA serta berbagai sumber belajar lainnya yang relevan.
4. Skenario Pembelajaran

Tahapan	Kegiatan	Waktu
PENDAHULUAN	1. Guru mengucapkan salam dan membimbing untuk berdoa.	10 menit
	2. Guru mengecek kehadiran peserta didik, kemudian menyampaikan garis besar tujuan pembelajaran.	
	3. Apersepsi : Energi apa saja yang terdapat dalam getaran harmonik?	

	<p>4. Motivasi :</p> <p>Tahukah kalian apa saja yang mempengaruhi besar suatu energi dalam getaran harmonik?</p>	
KEGIATAN INTI	<p><u>Tahap Prediction :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagikan LKS 4 • Guru menginstruksi siswa untuk berkumpul dengan kelompok yang telah ditentukan • Guru melakukan demonstrasi mengenai energi mekanik yang terdapat dalam ayunan bandul sederhana • Guru memberikan persoalan fisika mengenai kapan energi potensial maksimum pada getaran harmonis dicapai? • Guru memberikan persoalan fisika mengenai kapan energi kinetik maksimum pada getaran harmonis dicapai? • Siswa memperhatikan instruksi yang diberikan oleh guru • Guru meminta siswa untuk menuliskan prediksinya di LKS 4 yang telah disediakan • Siswa menuliskan prediksinya di LKS 4 yang telah disediakan • Guru meminta salah satu siswa untuk menyampaikan prediksinya • Siswa menyampaikan prediksi yang telah dibuat 	30 menit

	<p><u>Tahap Observation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru memantau dan membimbing siswa dalam melakukan analisis sesuai dengan petunjuk yang terdapat di LKS 4• Siswa dengan bimbingan guru melakukan perhitungan matematis untuk membuktikan persoalan yang diberikan pada tahap <i>prediction</i> sesuai dengan petunjuk di LKS 4• Siswa mengamati, menuliskan hasil pengamatan, dan menganalisis data berdasarkan hasil pengamatan di LKS 4 dengan menggunakan representasi matematik dan grafik serta mendiskusikannya secara berkelompok <p><u>Tahap Explanation :</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Guru meminta perwakilan dari setiap kelompok untuk mempresentasikan hasil observasi mengenai kapan energi potensial maksimum pada getaran harmonis dicapai? kapan energi kinetik maksimum pada getaran harmonis dicapai? melalui representasi matematik dan grafik• Siswa mempresentasikan hasil observasi mengenai kapan energi potensial maksimum pada getaran harmonis	
--	---	--

	<p>dicapai? kapan energi kinetik maksimum pada getaran harmonis dicapai?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan evaluasi terhadap hasil observasi siswa dan memberikan materi secara garis besar • Siswa memperhatikan penjelasan guru dan mencatat hal-hal yang penting • Guru memandu siswa dalam membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik • Siswa dengan bimbingan guru membuat kesimpulan dengan menggunakan representasi matematik dan grafik • Guru memberi apresiasi pada semua anggota kelompok yang telah mempresentasikan hasil diskusi 	
PENUTUP	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan penguatan dan koreksi terhadap jawaban siswa • Guru membimbing siswa untuk memberikan kesimpulan umum dari pembelajaran. • Sebelum pembelajaran berakhir guru meminta salah satu siswa untuk memimpin doa bersama • Guru mengucapkan salam meninggalkan kelas. 	5 menit

G. Penilaian Hasil Belajar**Teknik dan Bentuk Instrumen**

No.	Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh
1.	Pengamatan Sikap (observasi)	Lembar Penilaian Afektif	LP 1
2.	Tes Tertulis	Uraian	LP 2
3.	Pengamatan Ketrampilan (observasi)	Lembar Penilaian Psikomotorik	LP 3

Jember, 15 Maret 2017

Praktikan,

Siti Khusnul Khowatim

NIM.130210102016

LAMPIRAN H. LEMBAR KERJA SISWA

LEMBAR KERJA SISWA 1

Nama :

No absen :

Kelompok :

Pokok Bahasan : Karakteristik Getaran Harmonis Sederhana (Pengertian GHS, Periode dan Frekuensi GHS)

Indikator : Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana

Tujuan : Melalui metode eksperimen, siswa mampu membuktikan karakteristik getaran harmonis sederhana

Dasar Teori

Definisi gerak harmonik sederhana adalah gerak bolak-balik benda melalui suatu titik kesetimbangan tertentu dengan banyaknya getaran benda dalam setiap sekon selalu konstan (frekuensi konstan).

1. Periode diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran. Dalam hal ini, satu siklus getaran mengacu pada gerak bolak-balik yang lengkap dari satu titik awal, kemudian kembali ke titik yang sama. Periode disimbolkan dengan huruf T dan mempunyai satuan detik (s).

$$T = \frac{t}{n} \quad \dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

T : Periode (s)

t : Waktu (s)

n : banyaknya getaran

Adapun periode getar pada ayunan bandul adalah :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \dots\dots(2.2)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \dots\dots(2.3)$$

2. Frekuensi diartikan sebagai banyaknya getaran yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Frekuensi disimbolkan dengan f dan mempunyai satuan **hertz** atau Hz. Frekuensi dapat pula diartikan sebagai kebalikan periode atau dapat dituliskan sebagai :

$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f} \quad \dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

f : Frekuensi (Hz)

T : Periode (s)

Jika $f = \frac{1}{T}$, maka frekuensi pada ayunan bandul dapat dicari dengan persamaan seperti berikut :

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}} \quad \dots\dots(2.5)$$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L}} \quad \dots\dots(2.6)$$



AYO DISKUSI

- Bagaimanakah karakteristik dari getaran harmonis sederhana? Apakah frekuensinya selalu konstan? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada getaran harmonis sederhana?

Tulislah jawaban anda pada kolom prediksi!!!



PREDIKSI

Tulislah prediksi kalian pada kolom di bawah ini!

.....

.....

.....

.....

.....

.....



OBSERVASI

Setelah menuliskan dan mengungkapkan hasil prediksi kalian, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

a. Alat dan bahan :

1. Benang
2. Beban
3. Mistar
4. Stopwatch
5. Statif

b. Langkah kerja :

1. Ikatkan beban pada tali benang dan buatlah tanda (menggunakan spidol) pada tali dengan jarak masing-masing 10 cm.
2. Ikatkan tali yang sudah dihubungkan dengan beban pada tiang statif.
3. Simpangkan beban dengan sudut sebesar 40°
4. Lepaskan beban bersamaan dengan menekan stopwatch. Hitung hingga mendapatkan 15 ayunan, apabila sudah tepat pada hitungan ke 15 matikan stopwatch. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 15 ayunan tersebut ke dalam tabel.
5. Ulangi percobaan dengan menghitung ayunan hingga mendapatkan 10 ayunan. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.
6. Ulangi percobaan dengan menghitung ayunan hingga mendapatkan 5 ayunan. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 5 ayunan tersebut ke dalam tabel.
7. Hitunglah periode getar ayunan bandul dengan menggunakan rumus :

$$T = \frac{t}{n}$$

8. Tuliskan hasil perhitunganmu ke dalam tabel
9. Hitunglah frekuensi getar ayunan bandul dengan menggunakan rumus :

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

10. Tuliskan hasil perhitunganmu ke dalam tabel

c. Tabel Hasil Pengamatan

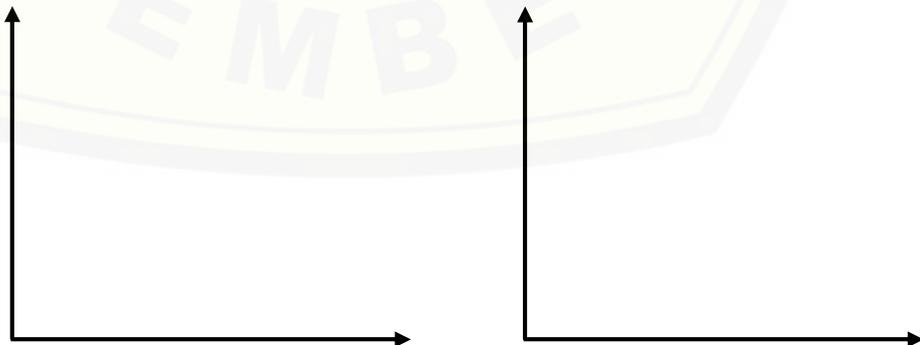
No Percobaan	Ayunan ke- (n)	Waktu (t)	Periode (T)	Frekuensi (f)
1	15			
2	10			
3	5			

d. Lembar Perhitungan

$T_1 = \frac{t}{n}$	$T_2 = \frac{t}{n}$	$T_3 = \frac{t}{n}$
$T_1 = -$	$T_2 = -$	$T_3 = -$
$T_1 = s$	$T_2 = s$	$T_3 = s$
$f_1 = \frac{1}{T}$	$f_2 = \frac{1}{T}$	$f_2 = \frac{1}{T}$
$f_1 = -$	$f_2 = -$	$f_2 = -$
$f_1 = H$	$f_2 = H$	$f_2 = H$

e. Analisis data

1. Bagaimanakah hasil periode getar yang diperoleh pada tiap-tiap jumlah ayunan?
Jawab :
2. Bagaimanakah hasil frekuensi getar yang diperoleh berdasarkan nilai pada tiap-tiap periode getarnya?
Jawab :
3. Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar pada ayunan bandul berdasarkan tabel hasil pengamatan kalian?
Jawab :
4. Bagaimana hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar jika ditinjau dari rumus $T = \frac{1}{f}$?
Jawab :
5. Gambarkan grafik hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar berdasarkan tabel hasil pengamatan kalian dan berdasarkan rumus $T = \frac{1}{f}$!
Jawab :



**JELASKAN !!!**

1. Jelaskan hubungan **antara** periode getar dengan frekuensi getar berdasarkan hasil pengamatanmu melalui grafik hasil pengamatan :

Keterangan :



2. Jelaskan hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar berdasarkan rumusan matematisnya :

Keterangan :

3. Buatlah kesimpulan terhadap percobaan yang telah kamu lakukan dan apakah hasil percobaan sudah sesuai dengan prediksimu?

Jawab :

LEMBAR KERJA SISWA 2

Nama :

No absen :

Kelompok :

Pokok Bahasan : Periode dan Frekuensi Gerak Harmonis Sederhana

Indikator : Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana

Tujuan : Melalui metode eksperimen, siswa mampu mengetahui pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana

Dasar Teori

Periode diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran. Dalam hal ini, satu siklus getaran mengacu pada gerak bolak-balik yang lengkap dari satu titik awal, kemudian kembali ke titik yang sama. Periode disimbolkan dengan huruf T dan mempunyai satuan detik (s).

$$T = \frac{t}{n} \quad \dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

T : Periode (s)

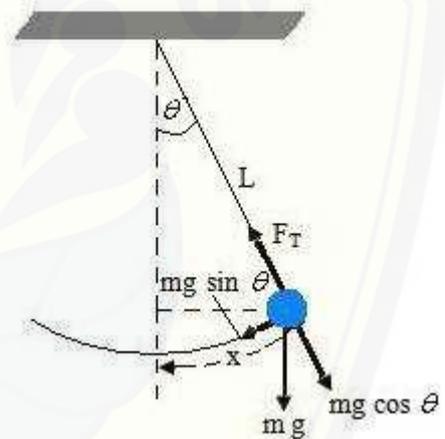
t : Waktu (s)

n : banyaknya getaran

Adapun periode getar pada ayunan bandul adalah :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\frac{m}{L}}} \quad \dots\dots(2.2)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \dots\dots(2.3)$$



**AYO DISKUSI**

- Bagaimana pengaruh panjang tali terhadap periode getar pada ayunan bandul sederhana?

Tuliskan jawaban anda pada kolom prediksi!!!

**PREDIKSI**

Tuliskan prediksi kalian pada kolom di bawah ini!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**OBSERVASI**

Setelah menuliskan dan mengungkapkan hasil prediksi kalian, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

a. Alat dan bahan :

1. Benang
2. Beban
3. Mistar
4. Stopwatch
5. Statif

b. Langkah kerja :

1. Potong tali dengan 3 ukuran masing-masing 15 cm, 20 cm, dan 30 cm.
2. Ikatkan tali yang berukuran 15 cm pada tiang statif.
3. Ikatkan beban pada tali benang yang berukuran 15 cm.
4. Simpangkan beban dengan sudut sebesar 40° kemudian lepaskan beban bersamaan dengan menekan stopwatch. Hitung hingga mendapatkan 10 ayunan, apabila sudah tepat pada hitungan ke 10 matikan stopwatch. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.
5. Ulangi percobaan nomor 3 dan 4 dengan mengganti panjang tali yang berukuran 20 cm. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.

6. Ulangi percobaan nomor 3 dan 4 dengan mengganti panjang tali yang berukuran 30 cm. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.
7. Hitunglah nilai periode getar ayunan bandul dengan menggunakan rumus ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$
8. Hitunglah kembali nilai periode getar ayunan bandul dengan menggunakan rumus

$$T = \frac{t}{n}$$
9. Tuliskan hasil perhitungannya ke dalam tabel

c. Tabel Hasil Pengamatan

Panjang Tali (cm)	Jumlah ayunan (n)	Waktu (t)	Periode (T)
15	10		
20	10		
30	10		

d. Lembar Perhitungan

Cara 1

$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	$T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$
$T_1 = 2\pi \sqrt{\quad}$	$T_2 = 2\pi \sqrt{\quad}$	$T_3 = 2\pi \sqrt{\quad}$
$T_1 = \quad \text{s}$	$T_2 = \quad \text{s}$	$T_3 = \quad \text{s}$

Cara 2

$T_1 = \frac{t}{n}$	$T_2 = \frac{t}{n}$	$T_3 = \frac{t}{n}$
$T_1 = \quad$	$T_2 = \quad$	$T_3 = \quad$
$T_1 = \quad \text{s}$	$T_2 = \quad \text{s}$	$T_3 = \quad \text{s}$

Ket : apabila hasil perhitungan dari cara 1 dengan cara 2 menghasilkan nilai yang sama maka hasil perhitungan dapat dimasukkan ke dalam tabel percobaan

e. Analisis data

1. Bagaimanakah hasil periode getar yang diperoleh pada tiap-tiap panjang tali yang berbeda-beda?

Jawab :

2. Bagaimana hubungan antara periode getar dengan panjang tali pada ayunan bandul?

Jawab :

3. Gambarkan grafik hubungan antara periode getar dengan frekuensi getar

Jawab :



JELASKAN !!!

1. Jelaskan hubungan antara periode getar dengan panjang tali berdasarkan hasil pengamatanmu melalui grafik hasil pengamatan :

Keterangan :



2. Jelaskan hubungan antara periode getar dengan panjang tali berdasarkan hasil pengamatanmu secara matematis :



Keterangan :

3. Buatlah kesimpulan terhadap percobaan yang telah kamu lakukan dan apakah hasil percobaan sudah sesuai dengan prediksimu?

Jawab :

LEMBAR KERJA SISWA 3

Nama :

No absen :

Kelompok :

Pokok Bahasan : Persamaan Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan Pada GHS

Indikator : Melakukan percobaan ayunan bandul sederhana

Tujuan : Melalui metode eksperimen, siswa mampu menentukan pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul sederhana

Dasar Teori

Secara umum, persamaan simpangan (x) setiap saat pada grafik x - t tersebut diberikan dengan persamaan :

$$x = A \sin \omega t \quad \text{.....(2.1)}$$

Dengan mensubstitusikan persamaan $\omega = \frac{2\pi}{T}$ kita mendapatkan bentuk :

$$x = A \sin \frac{2\pi}{T} t \quad \text{.....(2.2)}$$

$$x = A \sin 2\pi f t \quad \text{.....(2.3)}$$

Keterangan :

x : simpangan (m)

A : amplitudo (m)

T : periode (s)

f : frekuensi (Hz)

t : waktu lama beban bergerak (s)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

Simpangan pada persamaan di depan dapat diartikan sebagai posisi pusat massa beban setiap saat. Dari posisi ini, kita dapat mencari kecepatan gerak beban. Kecepatan merupakan turunan posisi. Jadi, kecepatan gerak benda atau kecepatan getaran pegas dicari dengan persamaan :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \quad \text{....(2.4)}$$

$$\vec{v} = \frac{d(A \sin \omega t)}{dt} \quad \dots(2.5)$$

Keterangan :

\vec{v} : Kecepatan getar (m/s)

A : Amplitudo (m)

ω : Kecepatan sudut (rad/s)

Sehingga, besar kecepatan getar dicari dengan persamaan berikut :

$$v = A \cos \omega t \quad \dots(2.6)$$

Dari persamaan getar tersebut, nilai maksimum yang dapat dicapai $\cos \omega t$ adalah 1. Jika keadaan ini tercapai, kecepatan getar akan mencapai kecepatan maksimum, yang dirumuskan sebagai :

$$v_m = A \quad \dots(2.7)$$

$$v_m = A \frac{2\pi}{T} \quad \dots(2.8)$$



AYO DISKUSI

- Bagaimana pengaruh panjang tali terhadap kecepatan maksimum ayunan bandul? Bagaimana hubungan antara periode getar dengan kecepatan maksimum pada getaran harmonis sederhana?

Tuliskan jawaban anda pada kolom prediksi!!!



PREDIKSI

Tuliskan prediksi kalian pada kolom di bawah ini!

.....

.....

.....

.....

.....

.....



OBSERVASI

Setelah menuliskan dan mengungkapkan hasil prediksi kalian, marilah kita membuktikan melalui kegiatan berikut:

a. Alat dan bahan :

1. Benang
2. Beban
3. Mistar
4. Stopwatch
5. Statif

b. Langkah kerja :

1. Potong tali dengan 3 ukuran masing-masing 15 cm, 20 cm, dan 30 cm.
2. Ikatkan tali yang berukuran 15 cm pada tiang statif.
3. Ikatkan beban pada tali benang yang berukuran 15 cm.
4. Simpangkan beban dengan sudut sebesar 40° kemudian lepaskan beban bersamaan dengan menekan stopwatch. Hitung hingga mendapatkan 10 ayunan, apabila sudah tepat pada hitungan ke 10 matikan stopwatch. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.
5. Ulangi percobaan nomor 3 dan 4 dengan mengganti panjang tali yang berukuran 20 cm. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.
6. Ulangi percobaan nomor 3 dan 4 dengan mengganti panjang tali yang berukuran 30 cm. Catat waktu yang ditunjukkan oleh stopwatch untuk 10 ayunan tersebut ke dalam tabel.
7. Hitunglah nilai periode getar ayunan bandul dengan menggunakan rumus ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$
8. Tuliskan hasil perhitunganmu ke dalam tabel
9. Kemudian tentukan kecepatan maksimum pada tiap-tiap periode yang berbeda-beda dan tuliskan hasil perhitunganmu ke dalam tabel.

c. Tabel Hasil Pengamatan

Panjang Tali (cm)	Jumlah ayunan (n)	Waktu (t)	Periode (T)	Kecepatan Maksimum (v_m)
15	10			
20	10			
30	10			

d. Lembar Perhitungan

$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$	$T_3 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$
$T_1 = 2\pi \sqrt{\quad}$	$T_2 = 2\pi \sqrt{\quad}$	$T_3 = 2\pi \sqrt{\quad}$
$T_1 = \quad \text{s}$	$T_2 = \quad \text{s}$	$T_3 = \quad \text{s}$
$v_1 = A \frac{2}{T}$	$v_2 = A \frac{2}{T}$	$v_3 = A \frac{2}{T}$
$v_1 = \quad$	$v_2 = \quad$	$v_3 = \quad$
$v_1 = \quad$	$v_2 = \quad$	$v_3 = \quad$

e. Analisis data

1. Bagaimanakah hasil periode getar yang diperoleh pada tiap-tiap jumlah ayunan?
Jawab :
2. Bagaimanakah hasil kecepatan maksimum yang diperoleh berdasarkan nilai pada tiap-tiap periode getarnya?
Jawab :
3. Bagaimana pengaruh periode getar terhadap kecepatan maksimum pada ayunan bandul?
Jawab :
4. Gambarkan grafik hubungan antara periode getar dengan kecepatan maksimum pada getaran harmonis sederhana berdasarkan hasil pengamatan kalian
Jawab :

5. Bagaimanakah waktu yang ditempuh pada tiap-tiap panjang tali yang berbeda?
Jawab :
6. Tuliskan persamaan simpangan getaran harmonis sederhana dari ayunan bandul pada tiap-tiap periode berdasarkan hasil perhitungan kalian.
Jawab :

7. Tuliskan persamaan kecepatan getaran harmonis sederhana dari ayunan bandul pada tiap-tiap periode berdasarkan hasil perhitungan kalian.

Jawab :

8. Tuliskan persamaan percepatan getaran harmonis sederhana dari ayunan bandul pada tiap-tiap periode berdasarkan hasil perhitungan kalian.

Jawab :



JELASKAN !!!

1. Jelaskan hubungan antara panjang tali dengan kecepatan maksimum berdasarkan hasil pengamatanmu melalui grafik hasil pengamatan :

Keterangan :



2. Jelaskan hubungan antara panjang tali dengan kecepatan maksimum berdasarkan hasil pengamatanmu secara matematis :

Keterangan :

3. Buatlah kesimpulan terhadap percobaan yang telah kamu lakukan dan apakah hasil percobaan sudah sesuai dengan prediksimu?

Jawab :

LEMBAR KERJA SISWA 4

Nama :

No absen :

Kelompok :

Pokok Bahasan : Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada GHS

Indikator : Memahami hukum kekekalan energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

Tujuan : Melalui diskusi kelompok, siswa mampu menentukan pengaruh suatu besaran yang terdapat dalam energi mekanik pada getaran harmonis sederhana

Dasar Teori

Ketika berhadapan dengan gaya yang tidak konstan, kita akan lebih mudah dengan menggunakan pendekatan energi. Untuk menekan atau meregang pegas, harus dilakukan kerja. Dengan demikian energi potensial disimpan pada pegas yang teregang atau tertekan. Energi potensial pegas dinyatakan dengan :

$$E = \frac{1}{2} kx^2 \quad \dots(2.1)$$

Keterangan :

EP : energi potensial pegas (joule)

k : konstanta pegas (N/m)

x : pertambahan panjang pegas (m)

sedangkan energi kinetik pada pegas yang berayun di sekitar titik keseimbangannya dinyatakan dengan :

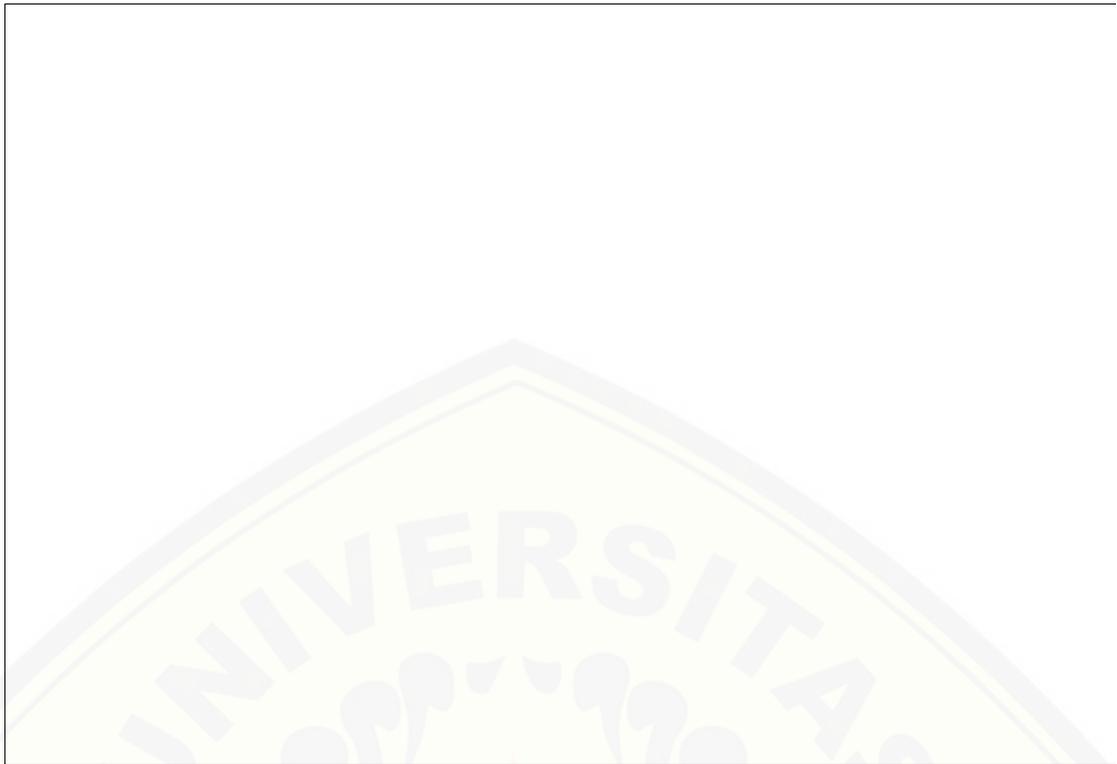
$$E = \frac{1}{2} mv^2 \quad \dots(2.2)$$

Keterangan :

EK : energi kinetik pegas (joule)

m : massa benda (kg)

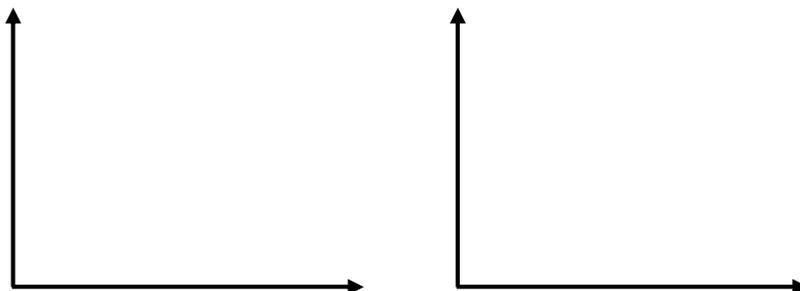
v : kecepatan (m/s)

**b. Tabel Hasil Analisis Matematis**

No	Posisi Pegas	Energi Potensial	Energi Kinetik

c. Analisis data

1. Kapan energi potensial maksimum pada getaran pegas dicapai?
Jawab :
2. Kapan energi potensial minimum pada getaran pegas dicapai?
Jawab :
3. Kapan energi kinetik maksimum pada getaran pegas dicapai?
Jawab :
4. Kapan energi kinetik minimum pada getaran pegas dicapai?
Jawab :
5. Gambarkan grafik hubungan dari tiap-tiap energi dengan posisi untuk mencapai nilai minimum dan maksimum
Jawab :



**JELASKAN !!!**

1. Jelaskan hubungan dari tiap-tiap energi dengan posisi untuk mencapai nilai minimum dan maksimum berdasarkan grafik hasil pengamatan :



Keterangan :



Keterangan :

2. Jelaskan kapan nilai maksimum dan minimum pada tiap-tiap energi dicapai berdasarkan hasil pengamatanmu secara matematis :

Keterangan :

Keterangan :

3. Buatlah kesimpulan terhadap percobaan yang telah kamu lakukan dan apakah hasil percobaan sudah sesuai dengan prediksimu?

Jawab :

LAMPIRAN I. KISI-KISI POST TEST

KISI-KISI SOAL *POST-TEST*

Satuan Pendidikan : SMA

Mata Pelajaran : FISIKA

Kelas/Semester : X/Genap

Alokasi Waktu : 2 x 45 Menit

Jumlah Soal : 10 Soal

Jenis Soal : Essay

Materi : Getaran Harmonis Sederhana

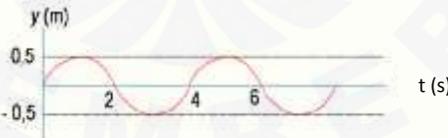
Kompetensi Inti : KI.3. Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

Kompetensi Dasar : 3.11. Menganalisis hubungan antara gaya dan getaran dalam kehidupan sehari-hari

Indikator Pembelajaran	Klasifikasi	Jenis Soal	Nomor Soal	Soal	Kunci Jawaban	Skor
• Menerapkan konsep karakteristik	C3	Essay	3	Sebuah pegas menghasilkan 12 getaran dalam 40 detik. Tentukan periode dan frekuensi dari getaran pegas tersebut!	Diketahui : $n = 12$ getaran $t = 40$ detik	2
					Ditanya : a. $T = \dots?$	2

getaran harmonis pada ayunan bandul dan getaran pegas					<p>b. $f = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> <p>a. $T = \frac{t}{n} = \frac{4}{1} = 3.3 \text{ s}$</p> <p>b. $f = \frac{n}{t} = \frac{1}{4} = 0.30 \text{ Hz}$</p>	<p>3</p> <p>3</p>
	C3	<i>Essay</i>	4	Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 64 cm dan beban massa sebesar 200 gram. Tentukan periode getaran bandul matematis tersebut jika percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s ² ?	<p>Diketahui : $l = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$</p> <p>$g = 10 \text{ m/s}^2$</p> <p>Ditanya : $T = \dots?$</p> <p>Jawab : $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$</p> <p>$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,6}{1}}$</p> <p>$T = 2\pi \sqrt{0.064}$</p> <p>$T = 2\pi \cdot 0,25$</p> <p>$T = 0,5\pi \text{ sekon}$</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>3</p>
<ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi besaran-besaran dalam getaran harmonis sederhana 	C1	<i>Essay</i>	1	Sebutkan syarat-syarat getaran harmonis!	<p>Jawab :</p> <ul style="list-style-type: none"> Gerakannya periodik (bolak-balik). Gerakannya selalu melewati posisi keseimbangan. Percepatan atau gaya yang bekerja pada benda sebanding dengan posisi/simpangan benda. 	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p>

				<ul style="list-style-type: none"> • Arah percepatan atau gaya yang bekerja pada benda selalu mengarah ke posisi keseimbangan. 	3
C2	Essay	2	<p>Jelaskan pengertian dari besaran besaran berikut ini dan tuliskan persamaannya :</p> <p>a. Periode</p> <p>b. Frekuensi</p>	<p>Jawab :</p> <p>a. Periode diartikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran. Periode disimbolkan dengan huruf T dan mempunyai satuan detik (s).</p> $T = \frac{t}{n}$ <p>Keterangan :</p> <p>T : Periode (s)</p> <p>t : Waktu (s)</p> <p>n : banyaknya getaran</p>	2
				<p>b. Frekuensi diartikan sebagai banyaknya getaran yang dilakukan tiap satu satuan waktu. Frekuensi disimbolkan dengan f dan mempunyai satuan hertz atau Hz.</p> $f = \frac{1}{T}$	3

				<p>periode 0,2 sekon dan amplitudo 2 cm. Tentukan besar energi potensial saat simpangannya 1 cm</p>	<p>$A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $y = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$ Ditanya : EP =? Jawab : $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi \text{ rad/s}$ $k = m\omega^2 = 0,2 \cdot (10\pi)^2$ $= 0,2 \cdot 100\pi^2$ $= 20\pi^2 \text{ kg}\cdot\text{rad}^2/\text{s}^2$ $E_p = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y^2$ $E_p = \frac{1}{2} \cdot 20\pi^2 \cdot (0,01)^2$ $E_p = 10\pi^2 \cdot 0,0001$ $E_p = 0,001\pi^2 \text{ Joule}$</p>	<p>2</p> <p>3</p> <p>3</p>
<ul style="list-style-type: none"> Menentukan persamaan simpangan pada getaran harmonis sederhana 	C4	<i>Essay</i>	7	<p>Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut</p>  <p>Maka persamaan simpangannya adalah...</p>	<p>Diketahui : $t \text{ satu getaran} = 4 \text{ s}$ $A = 0,5 \text{ m}$ Ditanya : $y = \dots?$ Jawab : $T = \frac{t}{n} = \frac{4}{1} = 4 \text{ s}$ $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = 0,5\pi \text{ rad/s}$ $y = A \sin \omega t$</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>3</p>

<ul style="list-style-type: none"> Menentukan persamaan kecepatan pada getaran harmonis sederhana 	<p>C5</p>	<p><i>Essay</i></p>	<p>8</p>	<p>Sebuah balok bermassa 0,5 kg dihubungkan dengan sebuah pegas ringan dengan konstanta 200 N/m. Kemudian sistem tersebut berosilasi harmonis. Jika diketahui simpangan maksimumnya adalah 3 cm, maka kecepatan maksimum adalah....</p>	<p>$y = 0,5 \sin 0,5\pi$</p> <p>Diketahui : $y_m = \text{Amplitudo} = 3$ $\text{cm} = 0,03 \text{ m}$ $k = 200\text{N/m}$ $m = 0,5 \text{ kg}$</p> <p>Ditanya : $v_m = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> $T_p = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,5}{200}} = 0,1\pi \text{ s}$ $v_m = A$ $v_m = A \frac{2\pi}{T} = 0,03 \cdot \frac{2\pi}{0,1\pi}$ $= 0,03 \cdot 20$ $= 0,03 \cdot 20$ $= 0,6 \text{ m/s}$	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>3</p>
	<p>C4</p>	<p><i>Essay</i></p>	<p>9</p>	<p>Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut</p>	<p>Diketahui : $y = 0,5 \sin 0,5\pi$ $A = 0,5 \text{ m}$ $\omega = \pi \text{ rad/s}$</p> <p>Ditanya : $v = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> $v = A \cos \omega$	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p>

				Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi$ maka persamaan kecepatan getarnya adalah...	$v = 0,25\pi \cos 0,5\pi$	3
<ul style="list-style-type: none"> Menentukan persamaan percepatan pada getaran harmonis sederhana 	C4	<i>Essay</i>	10	<p>Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut</p> <p>Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi$ maka persamaan percepatan getarnya adalah...</p>	<p>Diketahui : $y = 0,5 \sin 0,5\pi$ $A = 0,5 \text{ m}$ $\omega = 0,5\pi \text{ rad/s}$</p> <p>Ditanya : $v = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> $a = -A\omega^2 \sin \omega$ $a = -0,5 \cdot (0,5\pi)^2 \sin 0,5\pi$ $a = -0,5 \cdot 0,25\pi^2 \sin 0,5\pi$ $a = -0,125\pi^2 \sin 0,5\pi$	<p>2</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>3</p>
Total Skor						100

LAMPIRAN J. SOAL POST-TEST

SOAL POST-TEST

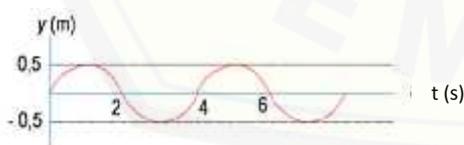
Nama :

Kelas :

No. Absen :

Kerjakan dengan benar soal-soal berikut!

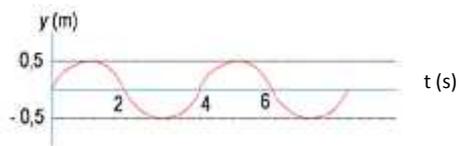
1. Sebutkan syarat-syarat getaran harmonis!
2. Jelaskan pengertian dari besaran-besaran berikut ini dan tuliskan persamaannya :
 - a. Periode
 - b. Frekuensi
3. Sebuah pegas menghasilkan 12 getaran dalam 40 detik. Tentukan periode dan frekuensi dari getaran pegas tersebut!
4. Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 64 cm dan beban massa sebesar 200 gram. Tentukan periode getaran bandul matematis tersebut jika percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 ?
5. Benda 100 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 s dan amplitudo 2 cm. Besar energi kinetik pada saat simpangannya 1 cm adalah...
6. Sebuah benda yang massanya 200 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon dan amplitudo 2 cm. Tentukan besar energi potensial saat simpangannya 1 cm...
7. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Maka persamaan simpangannya adalah...

8. Sebuah balok bermassa 0,5 kg dihubungkan dengan sebuah pegas ringan dengan konstanta 200 N/m. Kemudian sistem tersebut berosilasi harmonis. Jika diketahui simpangan maksimumnya adalah 3 cm, maka kecepatan maksimum adalah....

9. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan kecepatan getarnya adalah...

10. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan percepatan getarnya adalah...

Jawaban :

LAMPIRAN K. REKAPITULASI NILAI AKTIVITAS BELAJAR SISWA

L.1 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Afektif pada Pertemuan I

No Absen	Aspek yang Dinilai												Jumlah Skor	Nilai
	Tanggung Jawab			Disiplin			Bertanya			Berdiskusi				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1			√			√	√					√	10	83
2	√			√				√		√			5	42
3			√			√	√					√	10	83
4			√			√		√				√	11	92
5			√			√		√		√			9	75
6	√			√			√			√			4	33
7		√				√		√				√	10	83
8			√			√		√				√	11	92
9			√			√		√				√	11	92
10		√				√		√		√			8	67
11		√				√	√				√		8	67
12			√			√		√				√	11	92
13			√			√		√				√	11	92
14			√			√		√				√	11	92
15			√	√			√				√		6	50
16	√			√			√				√		4	33

17		√		√			√				√		5	42
18		√				√		√				√	10	83
19		√				√		√				√	10	83
20			√			√	√					√	10	83
21			√			√		√				√	11	92
22		√				√		√				√	10	83
23		√				√		√				√	10	83
24		√				√	√				√		8	67
25		√				√		√				√	10	83
26		√				√	√					√	8	67
27			√			√		√				√	11	92
28			√			√			√			√	12	100
29			√			√	√				√		9	75
30			√			√			√			√	12	100
31			√			√			√			√	12	100
32			√			√			√			√	12	100
33		√				√		√				√	10	83
34			√			√		√				√	11	92
35			√			√			√			√	12	100
36			√			√			√			√	12	100
Jumlah Skor	3	24	63	5	0	93	11	38	18	7	8	75	345	2876
Rata-Rata (%)	83			91			62			83				

L.2 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Afektif pada Pertemuan II

No Absen	Aspek yang Dinilai												Jumlah Skor	Nilai
	Tanggung Jawab			Disiplin			Bertanya			Berdiskusi				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1			√			√	√					√	10	83
2		√			√			√				√	8	67
3			√			√	√					√	10	83
4			√			√		√				√	11	92
5			√		√			√				√	9	75
6		√			√		√					√	7	58
7		√				√			√			√	11	92
8			√			√			√			√	12	100
9			√			√		√				√	11	92
10			√			√		√				√	10	83
11			√			√	√					√	9	75
12			√			√		√				√	11	92
13			√			√		√				√	11	92

14			√			√		√			√	11	92
15			√			√		√			√	10	83
16		√		√				√			√	7	58
17			√			√		√			√	10	83
18			√			√			√		√	12	100
19		√				√			√		√	11	92
20			√			√			√		√	12	100
21			√			√			√		√	12	100
22		√				√			√		√	11	92
23		√				√			√		√	11	92
24		√				√	√				√	8	67
25			√			√		√			√	11	92
26		√				√	√				√	8	67
27			√			√		√			√	11	92
28			√			√			√		√	12	100
29			√			√	√				√	9	75

30			√			√			√			√	12	100
31			√			√			√			√	12	100
32			√			√			√			√	12	100
33		√				√		√				√	10	83
34			√			√		√				√	11	92
35			√			√			√			√	12	100
36			√			√			√			√	12	100
Jumlah Skor	0	20	78	1	6	96	7	30	42	0	22	75	377	3144
Rata-Rata (%)	91			95			73			90				

L.3 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Afektif pada Pertemuan III

No Absen	Aspek yang Dinilai												Jumlah Skor	Nilai
	Tanggung Jawab			Disiplin			Bertanya			Berdiskusi				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1			√			√		√				√	11	92
2			√			√			√			√	12	100

3			√			√			√			√	12	100
4			√			√			√			√	12	100
5		√			√				√			√	10	83
6			√		√			√				√	10	83
7			√			√			√			√	12	100
8			√			√			√			√	12	100
9			√			√	√					√	10	83
10			√			√			√			√	12	100
11		√				√		√				√	9	75
12		√				√			√			√	10	83
13		√				√		√				√	9	75
14			√			√			√			√	12	100
15			√		√			√				√	10	83
16			√		√			√				√	10	83
17			√			√		√				√	11	92
18			√			√			√			√	12	100
19		√				√			√			√	10	83

20			√			√			√			√	12	100
21			√			√			√			√	12	100
22			√			√			√			√	12	100
23			√			√			√			√	12	100
24			√			√			√		√		11	92
25			√			√			√			√	12	100
26		√				√			√		√		10	83
27			√			√			√			√	12	100
28			√			√			√			√	12	100
29			√			√		√				√	11	92
30			√			√		√				√	11	92
31			√			√			√			√	12	100
32			√			√			√			√	12	100
33			√			√		√				√	11	92
34			√			√		√				√	11	92
35			√			√			√			√	12	100
36			√			√			√			√	12	100

Jumlah Skor	0	12	90	0	8	96	1	22	72	0	12	90	403	3358
Rata-Rata (%)	94			96			88			94				

L.4 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Afektif pada Pertemuan IV

No Absen	Aspek yang Dinilai												Jumlah Skor	Nilai
	Tanggung Jawab			Disiplin			Bertanya			Berdiskusi				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1			√			√		√				√	11	92
2		√				√			√			√	11	92
3			√			√		√				√	11	92
4			√			√		√				√	11	92
5		√			√				√			√	10	83
6			√		√			√				√	10	83
7			√			√			√			√	12	100
8			√			√			√			√	12	100
9			√			√		√				√	11	92

10			√			√		√			√	12	100
11			√			√	√				√	10	83
12			√			√		√			√	12	100
13			√			√	√				√	11	92
14			√			√		√			√	12	100
15			√			√	√				√	11	92
16			√			√		√			√	12	100
17			√			√	√				√	12	100
18			√			√		√			√	12	100
19		√				√		√			√	10	83
20			√			√		√			√	12	100
21			√			√		√			√	12	100
22			√			√		√			√	12	100
23			√			√		√			√	12	100
24			√			√	√				√	10	83
25			√			√		√			√	12	100

Digital Repository Universitas Jember

26		√				√		√			√		9	75
27			√			√			√			√	12	100
28			√			√			√			√	12	100
29			√			√		√			√		10	83
30			√			√			√			√	12	100
31			√			√			√			√	12	100
32			√			√			√			√	12	100
33			√			√		√				√	11	92
34			√			√		√				√	11	92
35			√			√			√			√	12	100
36			√			√			√			√	12	100
Jumlah Skor	0	8	96	0	4	102	0	29	66	0	10	93	408	3401
Rata-Rata (%)	96		98			88			95					

L.5 Nilai Akhir Aktivitas Belajar Siswa Ranah Afektif Per Indikator

NO	INDIKATOR AKTIVITAS SISWA YANG DINILAI	RATA-RATA SKOR TIAP PERTEMUAN (%)				RATA- RATA (%)	KRITERIA
		I	II	III	IV		
1	Tanggung Jawab	83	91	94	96	91	Sangat Aktif
2	Disiplin	91	95	96	98	95	Sangat Aktif
3	Bertanya	62	73	88	88	78	Aktif
4	Berdiskusi	83	90	94	95	91	Sangat Aktif
Jumlah		319	349	372	377	354	
Rata-Rata (%)		80	87	93	94	89	

L.1 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Psikomotorik pada Pertemuan I

No Absen	Indikator Aktivitas Belajar																					Jumlah Skor	Nilai
	Mengidentifikasi Masalah			Merumuskan Hipotesis			Menyiapkan Alat dan Bahan Percobaan			Melakukan Percobaan			Mencatat Data Hasil Percobaan			Menggambar Grafik Hasil Percobaan			Mempresentasikan Hasil Percobaan				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1			√			√			√			√		√			√			√		18	86
2		√		√			√			√					√			√			√	14	67
3			√			√			√			√			√		√			√		19	90
4			√			√			√			√			√			√	√			19	90
5		√			√				√	√					√		√				√	16	76
6		√			√		√			√				√			√		√			11	52
7			√			√			√			√			√		√		√			18	86
8			√			√			√			√			√			√	√			19	90
9			√			√			√			√			√			√	√			19	90
10		√			√				√	√					√			√			√	17	81
11		√			√				√		√			√			√		√			14	67

12		√				√			√			√			√			√			20	95	
13			√			√			√			√			√		√					18	86
14		√				√			√			√			√					√		20	95
15		√			√			√			√			√				√				14	67
16		√			√		√			√			√			√		√				13	62
17		√			√			√		√			√			√		√				11	52
18		√				√			√			√			√					√		19	90
19		√				√			√			√			√					√		19	90
20			√			√			√		√			√		√			√			17	81
21			√			√			√			√			√		√			√		20	95
22			√			√			√			√			√		√		√			19	90
23			√			√			√			√			√				√			21	100
24		√			√				√			√		√			√		√			15	71
25			√			√			√			√			√			√		√		18	86
26		√			√				√		√			√			√		√			14	67
27			√			√			√			√			√			√		√		19	90

28			√			√			√			√			√			√			√	21	100
29			√			√			√			√		√			√			√		18	86
30			√			√			√			√		√			√			√		18	86
31			√			√			√			√		√			√			√		18	86
32			√			√			√			√		√			√			√		19	90
33			√			√			√			√		√			√			√		18	86
34			√			√			√			√		√			√			√		21	100
35			√			√			√			√		√			√			√		19	90
36			√			√			√			√		√			√			√		21	100
Jumlah Skor	0	28	66	1	18	78	3	4	93	5	10	78	1	16	81	0	44	42	18	12	36	634	3016
Rata-Rata(%)	87			90			93			86			91			80			61				

L.2 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Psikomotorik pada Pertemuan II

No Absen	Indikator Aktivitas Belajar																					Jumlah Skor	Nilai
	Mengidentifikasi Masalah			Merumuskan Hipotesis			Menyiapkan Alat dan Bahan Percobaan			Melakukan Percobaan			Mencatat Data Hasil Percobaan			Menggambar Grafik Hasil Percobaan			Mempresentasikan Hasil Percobaan				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1			√			√			√			√			√			√			√	19	90
2		√			√			√			√			√			√			√		17	81
3			√			√			√			√			√			√			√	19	90
4			√			√			√			√			√			√	√			19	90
5			√		√				√	√					√			√			√	18	86
6		√				√		√			√			√			√		√			14	67
7			√			√			√			√			√			√			√	20	95
8			√			√			√			√			√			√			√	20	95
9			√			√			√			√			√			√	√			19	90
10		√				√			√			√			√			√			√	19	90
11			√		√				√			√			√			√			√	16	76

12		√				√			√			√			√			√		20	95
13			√			√			√			√		√				√		19	90
14		√				√			√			√			√			√		20	95
15			√		√			√			√		√		√			√		16	76
16			√		√			√		√			√		√	√				16	76
17		√				√		√		√			√		√	√				15	71
18			√			√			√			√			√			√		21	100
19		√				√			√			√			√			√		20	95
20			√			√			√	√			√		√	√				18	86
21			√			√			√			√			√			√		21	100
22			√			√			√			√			√	√				19	90
23			√			√			√			√			√			√		21	100
24		√				√			√		√		√		√			√		17	81
25			√			√			√			√		√		√		√		20	95
26		√			√				√			√		√		√		√		17	81
27			√			√			√			√			√	√				19	90

28			√			√			√			√			√			√			√	21	100
29			√			√			√			√			√			√			√	19	90
30			√			√			√			√			√			√	√			19	90
31			√			√			√			√			√			√	√			19	90
32			√			√			√			√			√			√		√		20	95
33			√			√			√			√			√			√		√		20	95
34			√			√			√			√			√			√			√	21	100
35			√			√			√			√			√			√		√		19	90
36			√			√			√			√			√			√			√	21	100
Jumlah Skor	0	18	81	0	12	90	0	10	93	1	14	84	0	10	93	0	20	78	10	28	36	678	3221
Rata-Rata(%)	92			94			95			92			95			91			68				

L.3 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Psikomotorik pada Pertemuan III

No Absen	Indikator Aktivitas Belajar																					Jumlah Skor	Nilai	
	Mengidentifikasi Masalah			Merumuskan Hipotesis			Menyiapkan Alat dan Bahan Percobaan			Melakukan Percobaan			Mencatat Data Hasil Percobaan			Menggambar Grafik Hasil Percobaan			Mempresentasikan Hasil Percobaan					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1			√			√			√			√			√	√			√			20	95	
2		√				√			√			√			√	√			√			19	90	
3			√			√			√			√			√			√			√	21	100	
4			√			√			√			√			√			√			√	21	100	
5		√				√			√			√			√			√			√	20	95	
6		√			√				√		√				√			√			√	18	86	
7			√			√			√			√			√			√			√	21	100	
8			√			√			√			√			√			√			√	21	100	
9			√			√		√		√			√			√			√			√	19	90
10			√			√			√		√			√			√			√		√	19	90
11			√			√			√		√			√		√			√		√	17	81	
12			√			√			√		√			√		√			√		√	19	90	

13			√			√			√			√			√			√			19	90	
14			√			√			√			√			√			√			21	100	
15			√			√			√			√			√			√			21	100	
16			√		√				√			√		√				√			19	90	
17		√			√				√			√			√			√			19	90	
18			√			√			√			√			√			√			21	100	
19			√			√			√			√			√			√			20	95	
20			√			√		√				√			√			√			20	95	
21			√			√			√			√			√			√			21	100	
22			√		√				√			√			√			√			19	90	
23			√			√			√			√			√			√			21	100	
24		√			√				√			√		√				√			17	81	
25			√			√			√			√			√			√			20	95	
26		√				√			√			√			√			√			20	95	
27			√			√		√				√			√			√			18	86	
28			√			√			√		√			√				√			√	19	90

29			√			√			√			√			√			√		√		20	95	
30			√			√			√			√			√			√		√		21	100	
31			√			√			√		√			√			√		√		√		20	95
32			√			√		√			√			√			√		√		√		19	90
33			√			√			√			√			√			√		√		21	100	
34			√			√			√			√			√			√		√		20	95	
35			√			√			√			√			√		√		√		√		19	90
36			√			√			√			√			√			√		√		21	100	
Jumlah Skor	0	12	90	0	10	93	0	9	96	0	12	90	0	10	93	0	16	87	0	30	63	711	3379	
Rata-Rata(%)	94			95			94			94			95			95			86					

L.4 Rekapitulasi Nilai Aktivitas Belajar Siswa Ranah Psikomotorik pada Pertemuan IV

No Absen	Indikator Aktivitas Belajar																					Jumlah Skor	Nilai	
	Mengidentifikasi Masalah			Merumuskan Hipotesis			Menyiapkan Alat dan Bahan Percobaan			Melakukan Percobaan			Mencatat Data Hasil Percobaan			Menggambar Grafik Hasil Percobaan			Mempresentasikan Hasil Percobaan					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1			√			√			√			√			√			√		√			20	90
2		√				√			√			√			√		√		√				18	86
3			√			√			√			√			√			√			√		21	100
4			√			√			√			√			√			√			√		21	100
5			√			√			√			√			√			√			√		21	100
6			√			√			√			√			√		√		√				19	90
7			√			√			√			√			√			√			√		21	100
8			√			√			√			√			√			√			√		21	100
9			√		√				√			√			√			√			√		20	95
10			√			√			√		√			√			√			√			19	90
11			√			√			√		√			√			√		√				18	86
12			√	√	√	√			√		√			√			√			√			21	100
13			√			√			√			√			√			√		√			20	95
14			√			√			√			√			√			√			√		21	100
15			√			√			√			√			√			√			√		21	100
16			√		√				√			√		√			√			√			18	86
17		√			√				√			√			√		√			√			18	86

18		√				√			√			√			√			√			√	19	90
19			√			√			√			√			√			√		√		20	95
20			√			√		√			√			√			√		√		19	90	
21			√			√			√			√			√			√		√		21	100
22			√		√				√			√			√			√		√		19	90
23			√			√			√			√			√		√			√		20	95
24		√			√				√			√		√			√		√			17	81
25			√			√			√			√			√			√		√		21	100
26		√				√			√			√			√			√		√		20	95
27			√			√		√			√			√			√		√		√	20	95
28			√			√			√			√		√			√		√		√	19	90
29			√			√			√			√			√			√		√		20	95
30			√			√			√			√			√			√		√		21	100
31			√			√			√			√			√			√		√		21	100
32			√			√		√			√			√			√		√		√	20	95
33			√			√			√			√			√			√		√		21	100
34			√			√			√			√			√		√		√		√	19	90
35		√				√			√			√			√			√		√		19	90
36			√			√			√			√			√			√		√		21	100
Jumlah Skor	0	12	90	0	10	93	0	6	99	0	6	99	0	10	93	0	12	90	1	22	72	715	3395
Rata-Rata(%)	94			95			97			97			95			94			88				

L.5 Nilai Akhir Aktivitas Belajar Siswa Ranah Psikomotorik Per Indikator

NO	INDIKATOR AKTIVITAS SISWA YANG DINILAI	RATA-RATA SKOR TIAP PERTEMUAN (%)				RATA-RATA (%)	KRITERIA
		I	II	III	IV		
1	Mengidentifikasi Masalah	87	92	94	94	92	Sangat Aktif
2	Merumuskan Hipotesis	90	94	95	95	94	Sangat Aktif
3	Menyiapkan Alat dan Bahan Percobaan	83	95	94	97	92	Sangat Aktif
4	Melakukan Percobaan	86	92	94	97	92	Sangat Aktif
5	Mencatat Data Hasil Percobaan	91	95	95	95	94	Sangat Aktif
6	Menggambar Grafik Hasil Percobaan	80	91	95	94	90	Aktif
7	Mempresentasikan Hasil Percobaan	61	68	86	88	76	Aktif
Jumlah		578	627	653	660	630	
Rata-Rata (%)		83	90	93	94	90	

LAMPIRAN L. HASIL BELAJAR**1. Daftar Hasil Belajar Siswa**

NO. ABSEN SISWA	NILAI HASIL BELAJAR	
	KELAS EKSPERIMEN	KELAS KONTROL
1	65	69
2	64	62
3	79	50
4	72	53
5	70	48
6	68	53
7	68	43
8	66	64
9	86	48
10	61	52
11	68	51
12	80	75
13	86	53
14	81	55
15	72	63
16	74	87
17	76	40
18	72	56
19	80	67
20	84	43
21	77	56
22	68	78
23	97	56
24	81	53
25	66	40
26	86	40
27	80	43
28	75	68
29	91	56
30	82	62
31	83	70
32	88	42
33	79	72
34	71	54

35	74	55
36	82	55

2. Analisis Uji t (*Independent Sample T-Test*) Menggunakan SPSS Versi 23

Uji normalitas dan uji-t dilakukan dengan menggunakan program SPSS versi 23 dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov* dan *Independent Sample T-Test* dengan prosedur sebagai berikut :

A. Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan sebelum melakukan uji *Independent Sample T-Test*, hal ini dilakukan untuk menunjukkan bahwa data yang digunakan berasal dari data yang memiliki varian sama, artinya data terdistribusi normal. Berikut prosedur uji normalitas :

1. Membuka lembar kerja *Variable View* pada SPSS 23, kemudian membuat dua variabel data pada lembar kerja tersebut.
 - a. Variabel pertama : Kelas_Eksperimen
Tipe Data : *Numeric, Width 8 Desimal Places 0*
 - b. Variabel kedua : Kelas_Kontrol
Tipe Data : *Numeric, Width 8 Desimal Places 0*
2. Memasukkan semua data pada *Data View*.
3. Dari basis menu :
 - a. Pilih menu *Analyze*, klik submenu *Nonparametric Test*, pilih *1 Sample K-S*
 - b. Selanjutnya pada *Test Variable List* diisi nilai Hasil Belajar (Pengetahuan Kelas Kontrol dan Pengetahuan Kelas Eksperimen), pada *Option* klik *Description* dan pada *Test Distribution* pilih *Normal*
 - c. Klik *OK*

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
KELAS_EKSPERIMEN	36	76,44	8,399	61	97
KELAS_KONTROL	36	56,44	11,450	40	87

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		KELAS_EKSPE RIMEN	KELAS_KONTR OL
N		36	36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	76,44	56,44
	Std. Deviation	8,399	11,450
Most Extreme Differences	Absolute	,093	,182
	Positive	,093	,182
	Negative	-,092	-,075
Test Statistic		,093	,182
Asymp. Sig. (2-tailed)		,200 ^{c,d}	,104 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Hipotesis Statistik :

H_0 : sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

H_a : sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal

Pedoman dalam pengambilan keputusan :

- Jika nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima
- Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka hipotesis nihil (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_a) ditolak

Hasil Analisis Data :

Untuk uji normalitas yang perlu dibaca adalah 2 item paling akhir pada tabel *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*, yaitu nilai dari *Test Statistic* dan *Asymp. Sig. (2-tailed)*. Berdasarkan tabel tersebut pada kelas eksperimen diperoleh nilai *Test Statistic* sebesar 0,093 dan *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,200 yaitu lebih besar dari 0,05. Sedangkan pada kelas kontrol diperoleh nilai *Test Statistic* sebesar 0,182 dan *Asymp. Sig. (2-tailed)* sebesar 0,104 yaitu lebih besar dari 0,05. Oleh karena itu, sesuai dengan pedoman pengambilan keputusan di atas dapat

disimpulkan bahwa hipotesis nihil H_0 diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak atau dengan kata lain yaitu sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

B. Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *Independent Sample T-Test* dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS versi 23 dengan prosedur sebagai berikut :

1. Membuka lembar kerja *Variable View* pada SPSS 23, Kemudian membuat dua variabel data pada lembar kerja tersebut.
 - a. Variabel pertama : Kelas
Tipe Data : *Numeric, Width 8, Desimal Places 0*
 - b. Variabel kedua : Nilai
Tipe Data : *Numeric, Width 8, Desimal Places 0*
 - c. Untuk variabel kelas, pada kolom *Values* di klik, kemudian akan keluar tampilan *Value Labels*.
 - Pada *Bans Value* diisi 1 kemudian *Value Label* di isi Kelas Eksperimen, lalu klik *Add*
 - Pada *Bans Value* diisi 2 kemudian *Value Label* di isi Kelas Kontrol, lalu klik *Add*
2. Memasukkan semua data pada *Data View*.
3. Dari baris menu :
 - a. Pilih menu *Analyze*, pilih submenu *Compare Means*
 - b. Pilih menu *Independent Samples T-Test*, klik variabel nilai pindahkan ke *Test Variable*, klik variabel kelas pindahkan ke *Grouping Variable*
 - c. Selanjutnya klik *Define Groups*, kemudian akan keluar tampilan *Define Groups*
 - d. Pada *Use Spesified Values*, *Group 1* diisi 1, *Group 2* diisi 2, lalu klik *Continue*
 - e. Klik *OK*

Hasil output SPSS 23 *Independent Samples T-Test* sebagai berikut :

Group Statistics

	KELAS	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
NILAI	KELAS EKSPERIMEN	36	76,44	8,399	1,400
	KELAS KONTROL	36	56,44	11,450	1,908

Keterangan :

Hasil output pada tabel *Group Statistics* di atas dapat menunjukkan perbedaan rata-rata nilai hasil belajar siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Terlihat bahwa rata-rata (*Mean*) kelas eksperimen lebih tinggi dari pada rata-rata (*Mean*) kelas kontrol atau ($76,44 > 56,44$). Untuk mengetahui signifikan tidaknya hasil belajar siswa dapat dilihat pada tabel output *Independent Samples T-Test*.

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
NILAI	Equal variances assumed	1,791	,185	8,450	70	,000	20,000	2,367	15,280	24,720
	Equal variances not assumed			8,450	64,207	,000	20,000	2,367	15,272	24,728

Keterangan :

1. Aturan Homogen :

Jika signifikansi $\leq 0,05$ maka varians data tidak homogen

Jika signifikansi $> 0,05$ maka varians data homogen

2. Aturan Uji-t

Jika $t_{t_i} \leq t_{t_{\alpha}}$ maka H_0 diterima (H_1 ditolak)

Jika $t_{t_i} > t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak (H_1 diterima)

Hipotesis Statistik :

$H_0 : X_E = X_K$ (tidak ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen terhadap hasil belajar kelas kontrol dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana)

$H_a : X_E > X_K$ (ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen terhadap hasil belajar kelas kontrol dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana)

Pedoman dalam pengambilan keputusan :

- a. Jika nilai $t_{t_i} \leq t_{\alpha}$ maka H_0 diterima (H_1 ditolak)
- b. Jika nilai $t_{t_i} > t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak (H_1 diterima)

Langkah-langkah dalam menganalisis data pada hasil output SPSS 23 untuk uji-t :

1. Baca *Lavene's Test for Equality of Variances* untuk uji homogenitas (perbedaan varians) dengan aturan sebagai berikut :
Jika signifikansi $\leq 0,05$ maka varians data tidak homogen
Jika signifikansi $> 0,05$ maka varians data homogen
2. Jika homogen, maka gunakan *Equal Variances Assumed* pada lajur kiri untuk melihat nilai t_{t_i} dan nilai sig. (2-tailed) pada lajur *t-test for Equality of Means* dengan aturan sebagai berikut :
Jika nilai $t_{t_i} \leq t_{\alpha}$ maka H_0 diterima (H_1 ditolak)
Jika nilai $t_{t_i} > t_{\alpha}$ maka H_0 ditolak (H_1 diterima)
3. Jik tidak homogen, maka gunakan *Equal Variances not Assumed*

Hasil Analisis Data :

Pada tabel *Lavene's Test for Equality of Variances*, tampak bahwa sig = 0,185. Karena nilai sig. $> 0,05$ atau $0,185 > 0,05$ maka dapat dikatakan data yang diuji memiliki varians homogen, sehingga lajur yang dibaca adalah *Equal Variances Assumed*. Berdasarkan data lajur *Equal Variances Assumed* menunjukkan bahwa nilai Sig. (2-tailed) menghasilkan 0,000 jika dibagi 2 Sig. (1-tailed) menghasilkan $0,000 > 0,05$. Oleh karena itu, sesuai dengan pedoman pengambilan keputusan,

maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis nihil (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima atau dengan kata lain : Ada perbedaan antara hasil belajar kelas eksperimen yaitu kelas yang menggunakan model pembelajaran POE (*Prediction, Observation, Explanation*) disertai LKS berbasis representasi matematik dan grafik terhadap hasil belajar kelas kontrol yaitu kelas yang menggunakan model kooperatif dalam pembelajaran materi getaran harmonis sederhana di SMA Negeri 1 Kencong.



LAMPIRAN M. JADWAL PELAKSANAAN PENELITIAN**Jadwal Pelaksanaan Penelitian Kelas Eksperimen**

No	Hari/Tanggal	Waktu	Kegiatan	Materi
1	Rabu, 10 Mei 2017	08.45 – 10.15	RPP 1	Karakteristik Getaran Harmonis Sederhana
2	Rabu, 17 Mei 2017	08.45 – 10.15	RPP 2	Periode dan Frekuensi Gerak Harmonis Sederhana
3	Kamis, 18 Mei 2017	13.45 – 14.30	RPP 3	Persamaan Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan
4	Rabu, 24 Mei 2017	08.45 – 10.15	RPP 4	Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada GHS
5	Selasa, 30 Mei 2017	11.00 – 12.00	<i>Post-Test</i>	Gerak Harmonis Sederhana

Jadwal Pelaksanaan Penelitian Kelas Kontrol

No	Hari/Tanggal	Waktu	Kegiatan	Materi
1	Rabu, 10 Mei 2017	10.15 – 11.00	RPP 1	Karakteristik Getaran Harmonis Sederhana
2	Rabu, 17 Mei 2017	10.15 – 11.00	RPP 2	Periode dan Frekuensi Gerak Harmonis Sederhana
3	Kamis, 18 Mei 2017	12.15 – 13.45	RPP 3	Persamaan Simpangan, Kecepatan, dan Percepatan
4	Rabu, 24 Mei 2017	10.15 – 11.00	RPP 4	Hukum Kekekalan Energi Mekanik pada GHS
5	Rabu, 31 Mei 2017	11.00 – 12.00	<i>Post-Test</i>	Gerak Harmonis Sederhana

LAMPIRAN O. LEMBAR JAWABAN SISWA

1. KELAS EKSPERIMEN

a. Nilai Tertinggi

SOAL POST-TEST

Nama : _____

Kelas : X MIPA 5

No. Absen : 23

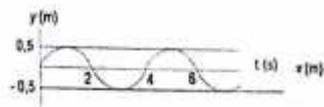
(97)

Kerjakan dengan benar soal-soal berikut!

- Sebutkan syarat-syarat getaran harmonis!
- Jelaskan pengertian dari besaran-besaran berikut ini dan tuliskan persamaannya :
 - Periode
 - Frekuensi
- Sebuah pegas menghasilkan 12 getaran dalam 40 detik. Tentukan periode dan frekuensi dari getaran pegas tersebut!
- Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 64 cm dan beban massa sebesar 200 gram. Tentukan periode getaran bandul matematis tersebut jika percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 ?
- Benda 100 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 s dan amplitudo 2 cm. Besar energi kinetik pada saat simpangannya 1 cm adalah...
- Sebuah benda yang massanya 200 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon dan amplitudo 2 cm. Tentukan besar energi potensial saat simpangannya 1 cm...
- Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut

Maka persamaan simpangannya adalah...

- Sebuah balok bermassa 0,5 kg dihubungkan dengan sebuah pegas ringan dengan konstanta 200 N/m. Kemudian sistem tersebut berosilasi harmonis. Jika diketahui simpangan maksimumnya adalah 3 cm, maka kecepatan maksimum adalah....
- Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan kecepatan getarnya adalah...

10. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan percepatan getarnya adalah...

Jawaban :

1. Syarat-syarat gerak harmonis:

- besar gaya berbanding⁻¹ dengan simpangan 3
- arah percepatan selalu tertuju pada titik kesetimbangan 3
- getarannya selalu melewati titik kesetimbangan 2

2 a) Periode = waktu yang dibutuhkan untuk mencapai satu getaran

$$T = \frac{t}{n}$$

b) Frekuensi = banyaknya getaran yang dihasilkan dalam setiap waktu / sekon.

$$f = \frac{n}{t}$$

3. Diket: $n = 12$

$$t = 40 \text{ s}$$

Dit: a) Periode

b) Frekuensi

Jawab: a) $T = \frac{1}{n}$

$$= \frac{40}{12}$$

$$= 3,33 \text{ s}$$

b) $f = \frac{n}{t}$

$$= \frac{12}{40}$$

$$= 0,3 \text{ Hz}$$

4. Diket: $L = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$

$$m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Dit: P ?

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

$$= 2\pi \sqrt{\frac{0,64}{10}}$$

$$= 2\pi \sqrt{0,064}$$

$$= 2\pi \cdot 0,25$$

$$= 0,5\pi \text{ s}$$

5. Diket: $m = 100 \text{ gr} = 0,1 \text{ kg}$

$$T = 0,2 \text{ s}$$

$$A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$$

$$y = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

Dit: E_k ?

Jawab: $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$= \frac{2\pi}{0,2}$$

$$= 10\pi \text{ rad/s}$$

$$v = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$$

$$= 10\pi \sqrt{0,02^2 - 0,01^2}$$

$$= 10\pi \sqrt{0,0004 - 0,0001}$$

$$= 10\pi \sqrt{0,0003} \text{ m/s}$$

$$= 10\pi \cdot 0,02$$

$$= 0,2\pi$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot (0,2\pi)^2$$

$$= 0,05 \cdot 0,04\pi^2$$

$$= 0,002\pi^2 \text{ Joule}$$

6. Diket = $m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$
 $T = 0,2 \text{ s}$
 $A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$
 $y = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$

Dit = E_p ? 2

Jawab = $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 $= \frac{2\pi}{0,2}$
 $= 10\pi \text{ rad/s}$

$k = m\omega^2$
 $= 0,2 \cdot (10\pi)^2$
 $= 0,2 \cdot 100\pi$
 $= 20\pi^2 \text{ kg rad/s}^2$

$E_p = \frac{1}{2} k y^2$
 $= \frac{1}{2} \cdot 20\pi^2 \cdot (0,01)^2$
 $= 10\pi^2 \cdot 0,0001$
 $= 0,001 \pi^2 \text{ Joule}$

8. Diket = $m = 0,5 \text{ kg}$
 $k = 200 \text{ N/m}$
 $y \text{ maks} = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m} = \text{Amplitudo}$

Dit = $v \text{ maks}$? 2

Jawab = $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,5}{200}} = 2\pi \sqrt{0,0025}$
 $v \text{ maks} = A\omega = 2\pi \cdot 0,05 = 0,1\pi \text{ s}$
 $= 0,03 \cdot \frac{2\pi}{0,1\pi}$
 $= 0,03 \cdot 20$
 $= 0,6 \text{ m/s}$

9. Diket = $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$

$A = 0,5$
 $\omega = 0,5\pi$

Dit = v ? 2

Jawab = $A\omega \cos \omega t$
 $v = 0,5 \cdot 0,5\pi \cos 0,5\pi t$
 $= 0,25\pi \cos 0,5\pi t$

10. Dit = $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$

$A = 0,5$
 $\omega = 0,5\pi$

Dit = a ? 2

Jawab = $-A\omega^2 \sin \omega t$
 $a = -0,5(0,5\pi)^2 \sin 0,5\pi t$
 $= -0,5 \cdot 0,25\pi^2 \sin 0,5\pi t$
 $= -0,125\pi^2 \sin 0,5\pi t$

7. Diket = $A = 0,5$

$n = 2$

$t = 4$

$T = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ s}$

Dit = pers simpangan ? 2

Jawab = $T = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ s}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi$

$y = A \sin \omega t$
 $= 0,5 \sin 0,5\pi t$

b. Nilai Terendah

SOAL POST-TEST

Nama : _____

Kelas : X MIPA 5

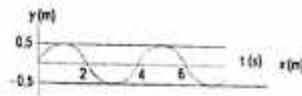
No. Absen : 10

(61)

Kerjakan dengan benar soal-soal berikut!

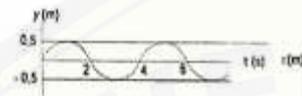
1. Sebutkan syarat-syarat getaran harmonis!
2. Jelaskan pengertian dari besaran-besaran berikut ini dan tuliskan persamaannya :
 - a. Periode
 - b. Frekuensi
3. Sebuah pegas menghasilkan 12 getaran dalam 40 detik. Tentukan periode dan frekuensi dari getaran pegas tersebut!
4. Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 64 cm dan beban massa sebesar 200 gram. Tentukan periode getaran bandul matematis tersebut jika percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 ?
5. Benda 100 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 s dan amplitudo 2 cm. Besar energi kinetik pada saat simpangannya 1 cm adalah...
6. Sebuah benda yang massanya 200 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon dan amplitudo 2 cm. Tentukan besar energi potensial saat simpangannya 1 cm...
7. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut


Maka persamaan simpangannya adalah...
8. Sebuah balok bermassa 0,5 kg dihubungkan dengan sebuah pegas ringan dengan konstanta 200 N/m. Kemudian sistem tersebut berosilasi harmonis. Jika diketahui simpangan maksimumnya adalah 3 cm, maka kecepatan maksimum adalah....
9. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan kecepatan getarnya adalah...

10. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan percepatan getarnya adalah...

Jawaban :

1. Syarat - syarat getaran harmonis :
 1. Gerakannya periodik 2
 2. Besarnya selalu melewati posisi kesetimbangan 2
 3. Percepatan / gaya yang bekerja pada benda sebanding dengan posisi simpangan 3
2. a. Periode : waktu yang diperlukan untuk melakukan getaran
- b. frekuensi : banyak getaran yang terjadi dalam setiap waktu 4
3. Diket : $n = 12$
 $t = 40$ s
 Dit : T ?
 f ?
 Jawab : $T = \frac{t}{n} = \frac{40}{12}$
 $f = \frac{n}{t} = \frac{12}{40}$ 10
4. Diket : $L = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$
 $m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 Dit : T ?
 Jawab : $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 3
 $= 2\pi \sqrt{\frac{0,64}{10}}$
 $= 2\pi \sqrt{0,064}$ 10
 $= 2\pi \cdot 0,25$
 $= 0,5\pi \text{ sekon}$ 3

5. Diket: $m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$
 $T = 0,2 \text{ s}$
 $A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$
 $y = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$

Dit: Ef? \checkmark

Jawab: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi \text{ rad/s}$

(8)
$$v = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$$

$$= 10\pi \sqrt{0,02^2 - 0,01^2}$$

$$= 10\pi \sqrt{0,0004 - 0,0001} = 10\pi \sqrt{0,0003}$$

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,1 (10\pi \sqrt{0,0003})^2$$

6. Diket: $m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$
 $T = 0,2 \text{ s}$
 $A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$
 $y = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$

Dit: Ep? \checkmark

Jawab: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi \text{ rad/s}$

(7)
$$F = m \omega^2 y$$

$$= 0,2 (10\pi)^2 \cdot 0,01$$

$$= 0,2 (100\pi)$$

$$= 20\pi^2 \text{ kg} \cdot \text{rad}^2/\text{s}^2$$

(9) $y = 0,5 \sin \pi t$

$A = 0,5 \text{ m}$

$\omega = \pi \text{ rad/s}$

$v?$ \checkmark

$v = A \omega \cos \omega t$

$v = 0,5 \pi \cos \pi t$

(7)

8. Diket: $m = 0,5 \text{ kg}$
 $k = 200 \text{ N/m}$
 $y = 3 \text{ cm}$

Dit: v maks? \checkmark

Jawab: $T \text{ pegas} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{0,5}{200}} = 0,05\pi$

(8)
$$v \text{ maks} = \frac{A \omega}{A} = 0,03 \cdot \frac{2\pi}{0,05\pi}$$

$$= 0,03 \cdot 40$$

$$= 1,2 \text{ m/s}$$

D. $y = 0,5 \sin \pi t$

$A = 0,5 \text{ m}$ \checkmark

$\omega = \pi \text{ rad/s}$

$v?$ \checkmark

$a = -A \omega^2 \sin \omega t$ \checkmark

$v = -0,5 \pi^2 \sin \omega t$ \checkmark

31
30
61

2. KELAS KONTROL

a. Nilai Tertinggi

SOAL POST-TEST

Nama : Feby Eta Rahmawati

Kelas : X MIPA 6

No. Absen : 16

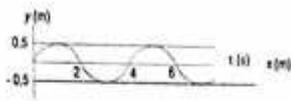
87

Kerjakan dengan benar soal-soal berikut!

1. Sebutkan syarat-syarat getaran harmonis!
2. Jelaskan pengertian dari besaran-besaran berikut ini dan tuliskan persamaannya :
 - a. Periode
 - b. Frekuensi
3. Sebuah pegas menghasilkan 12 getaran dalam 40 detik. Tentukan periode dan frekuensi dari getaran pegas tersebut!
4. Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 64 cm dan beban massa sebesar 200 gram. Tentukan periode getaran bandul matematis tersebut jika percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 ?
5. Benda 100 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 s dan amplitudo 2 cm. Besar energi kinetik pada saat simpangannya 1 cm adalah...
6. Sebuah benda yang massanya 200 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon dan amplitudo 2 cm. Tentukan besar energi potensial saat simpangannya 1 cm...
7. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut

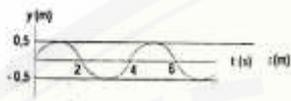
Maka persamaan simpangannya adalah...

8. Sebuah balok bermassa 0,5 kg dihubungkan dengan sebuah pegas ringan dengan konstanta 200 N/m. Kemudian sistem tersebut berosilasi harmonis. Jika diketahui simpangan maksimumnya adalah 3 cm, maka kecepatan maksimum adalah....
9. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan kecepatan getarnya adalah...

10. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan percepatan getarnya adalah...

Jawaban :

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

$$= \frac{1}{2} \cdot 200 \cdot 0,03^2 \sin^2 (10\pi) t$$

$$= 0,9 \sin^2 (10\pi) t$$

7) Diket : $A = 0,5$
 $\omega = \frac{2\pi}{T}$
 $= \frac{2\pi}{0,4}$
 $= 0,5\pi$

Ditanya : persamaan simpangannya z

Jawab : $y = A \sin \omega t$
 $y = 0,5 \sin (0,5\pi) t$

7

8) Diket : $m = 0,5 \text{ kg}$
 $k = 200 \text{ N/m}$
 $z_{\text{max}} = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$
 $v_{\text{max}} = \dots ?$

Jawab : $v_{\text{max}} = A \omega$
 $= 0,03 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$
 $= 0,03 \left(\frac{200}{0,5} \right)$
 $= 0,03 \times 400$
 $= 12 \text{ m/s}$

6

19
13
50

- ① a. Geraknya periodik (bolak-balik) 2
 b. selalu melewati posisi kesetimbangan 2 (10)
 c. Percepatannya sebanding dengan simpangan berda. 3
 d. ~~Percepatannya~~ Arah percepatannya selalu ke posisi kesetimbangan.

- ② a. Periode adalah banyaknya waktu pada saat melakukan satu kali getaran. 2
 Persamaannya $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 2

- b. Frekuensi adalah banyaknya getaran yang dihasilkan pada satu satuan waktu. 2 (8)

Persamaannya $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ 2

- ③ Diket: $n = 12$
 $t = 40 \text{ s}$ 2
 Ditanya: f dan T 2

Jawab: $f = \frac{n}{t}$ 3
 $= \frac{12}{40 \text{ s}} = 0,3 \text{ Hz}$
 $T = \frac{t}{n}$
 $= \frac{40}{12} = 3,33 \text{ s}$ (10)

- ④ Diket: $L = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$
 $m = 200 \text{ gram} = 0,2 \text{ kg}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 2

Ditanya: T 2
 Jawab: $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 3
 $= 2\pi \sqrt{\frac{0,64}{10}}$
 $= 2\pi \sqrt{0,064 \text{ s}}$ 3
 $= 2\pi \times 0,08 \text{ s}$
 $= 0,16 \pi \text{ s}$

$\frac{32}{53}$
 $\frac{37}{37}$

- ⑤ Diket: $m = 100 \text{ gr} = 0,1 \text{ kg}$
 $T = 0,2 \text{ s}$ 2
 $A = 2 \text{ cm}$
 $x = 1 \text{ cm}$
 $E_k = \dots ?$ 2

Jawab: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi \text{ rad/s}$
 $k = m\omega^2$
 $= 0,1 \times 100\pi^2$ 2
 $= 10\pi^2$
 $E_k = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2 \omega t$
 $= \frac{1}{2} \times \pi^2 \times 1^2 \cos^2 (10\pi) t$
 $= \frac{\pi^2}{2} \cos^2 (10\pi) t$ (8)

- ⑥ Diket: $m = 200 \text{ gr} = 0,2 \text{ kg}$
 $T = 0,2 \text{ s}$
 $A = 2 \text{ cm}$ 2
 $E_p = \dots ?$ 2

Jawab: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2} = 10\pi \text{ rad/s}$
 $k = m\omega^2$
 $= 0,2 \times 100\pi^2$ 3
 $= 20\pi^2 \text{ kg rad}^2/\text{s}^2$

(9)

9) Diket : $y = 0,5 \sin 0,5 \pi t$
 $= A \sin w t$ 2

Ditanya : persamaan kecepatan getarnya 2

Jawab : $v = \frac{dy}{dt}$
 $= \frac{d(0,5 \sin 0,5 \pi t)}{dt}$
 $= 0,5 \cdot 0,5 \pi \cos (0,5 \pi t)$ 10
 $= 0,25 \pi \cos (0,5 \pi t)$ 3

10) Diket : $y = 0,5 \sin 0,5 \pi t$ 2

Ditanya : persamaan percepatan getarnya 2

Jawab : $a = -A\omega^2 \sin w t$
 $= -0,5 \pi \cdot 0,5 \pi \sin (0,5 \pi t)$
 $= -0,25 \pi^2 \sin (0,5 \pi t)$ 2 9

b. Nilai Terendah

SOAL POST-TEST

Nama : M. WILDAK T.R

Kelas : X MIPA C

No. Absen : 25

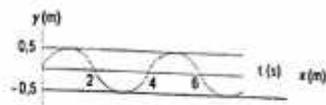
40

Kerjakan dengan benar soal-soal berikut!

- Sebutkan syarat-syarat getaran harmonis!
- Jelaskan pengertian dari besaran-besaran berikut ini dan tuliskan persamaannya :
 - Periode
 - Frekuensi
- Sebuah pegas menghasilkan 12 getaran dalam 40 detik. Tentukan periode dan frekuensi dari getaran pegas tersebut!
- Sebuah bandul matematis memiliki panjang tali 64 cm dan beban massa sebesar 200 gram. Tentukan periode getaran bandul matematis tersebut jika percepatan gravitasi bumi sebesar 10 m/s^2 ?
- Benda 100 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 s dan amplitudo 2 cm. Besar energi kinetik pada saat simpangannya 1 cm adalah...
- Sebuah benda yang massanya 200 gram bergetar harmonik dengan periode 0,2 sekon dan amplitudo 2 cm. Tentukan besar energi potensial saat simpangannya 1 cm...
- Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut

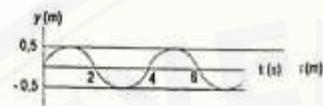
Maka persamaan simpangannya adalah...

- Sebuah balok bermassa 0,5 kg dihubungkan dengan sebuah pegas ringan dengan konstanta 200 N/m. Kemudian sistem tersebut berosilasi harmonis. Jika diketahui simpangan maksimumnya adalah 3 cm, maka kecepatan maksimum adalah....
- Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan kecepatan getarnya adalah...

10. Sebuah tali digetarkan, kemudian perambatan gelombang tali dinyatakan dalam grafik berikut



Jika persamaan simpangannya $y = 0,5 \sin 0,5\pi t$ maka persamaan percepatan getarnya adalah...

Jawaban :

- I 1. Geraknya beraturan 1
 2. dapat kembali ke titik awal 2
 3. Geraknya bolak-balik 2

2. Periode : waktu yg dibutuhkan dalam suatu getaran 2
 frekwensi : Banyak getaran dalam 1 detik 4

3. Diket : $n = 12$
 $t = 40 \text{ (s)}$ 2

Ditanya : T ? 2
 F ?

$F = \frac{n}{t}$ $F = \frac{12}{40} = 0,3$ 2

$T = \frac{1}{F}$ $T = \frac{1}{0,3} = 3,3$ 2

4. diket : $l = 64 \text{ cm} = 0,64 \text{ m}$ $m = 200 \text{ gr}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 3

$T = 2\pi\sqrt{\frac{0,64}{10 \text{ m/s}^2}}$

$T = 2\pi\sqrt{0,064}$ 3

$T = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,8$ 8

$T = 6,28 \cdot 0,8$

$\begin{array}{r} 6,28 \\ \times 0,8 \\ \hline 5024 \\ 000 \\ \hline 5024 \end{array}$

$T = 5,024$

5) diket : $m = 0,5 \text{ kg}$ 2
 $k = 200$

$A = 3 \text{ cm}$
 $\text{Dit} = V?$ $W = 200 \cdot 0,5 = 20$

$V = A \cdot W$
 $0,03 \cdot 20 = 0,6 \text{ m/s}^2$ 6

6 diket : $m = 200 \text{ gr}$ $A = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ 5)
 $T = 0,2$

$\text{dit} \cdot \text{EP} = \frac{1}{2} k \cdot y^2$ 2

$= \frac{1}{2} 2\pi^2$ 2 4

$= 0,01^2$

7) dit $T = 6 \text{ s}$ 2

$y = a \sin \cdot \omega t$ 3

$= 0,5 \sin \cdot \omega t$ 5

LAMPIRAN O. FOTO KEGIATAN

1. Tahapan Prediction



2. Tahapan Observation



3. Tahapan Explanation



4. Kegiatan Post-Test Kelas Eksperimen

