



**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) HUKUM NEWTON
GRAVITASI BERBASIS MULTIREPRESENTASI TERINTEGRASI
PhET SIMULATION UNTUK MENINGKATKAN
HASIL BELAJAR FISIKA SISWA SMA**

SKRIPSI

Oleh

Ferdy Sugianto

NIM 140210102001

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) HUKUM NEWTON
GRAVITASI BERBASIS MULTIREPRESENTASI TERINTEGRASI
PhET SIMULATION UNTUK MENINGKATKAN
HASIL BELAJAR FISIKA SISWA SMA**

SKRIPSI

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

Oleh :

Ferdy Sugianto

NIM. 140210102001

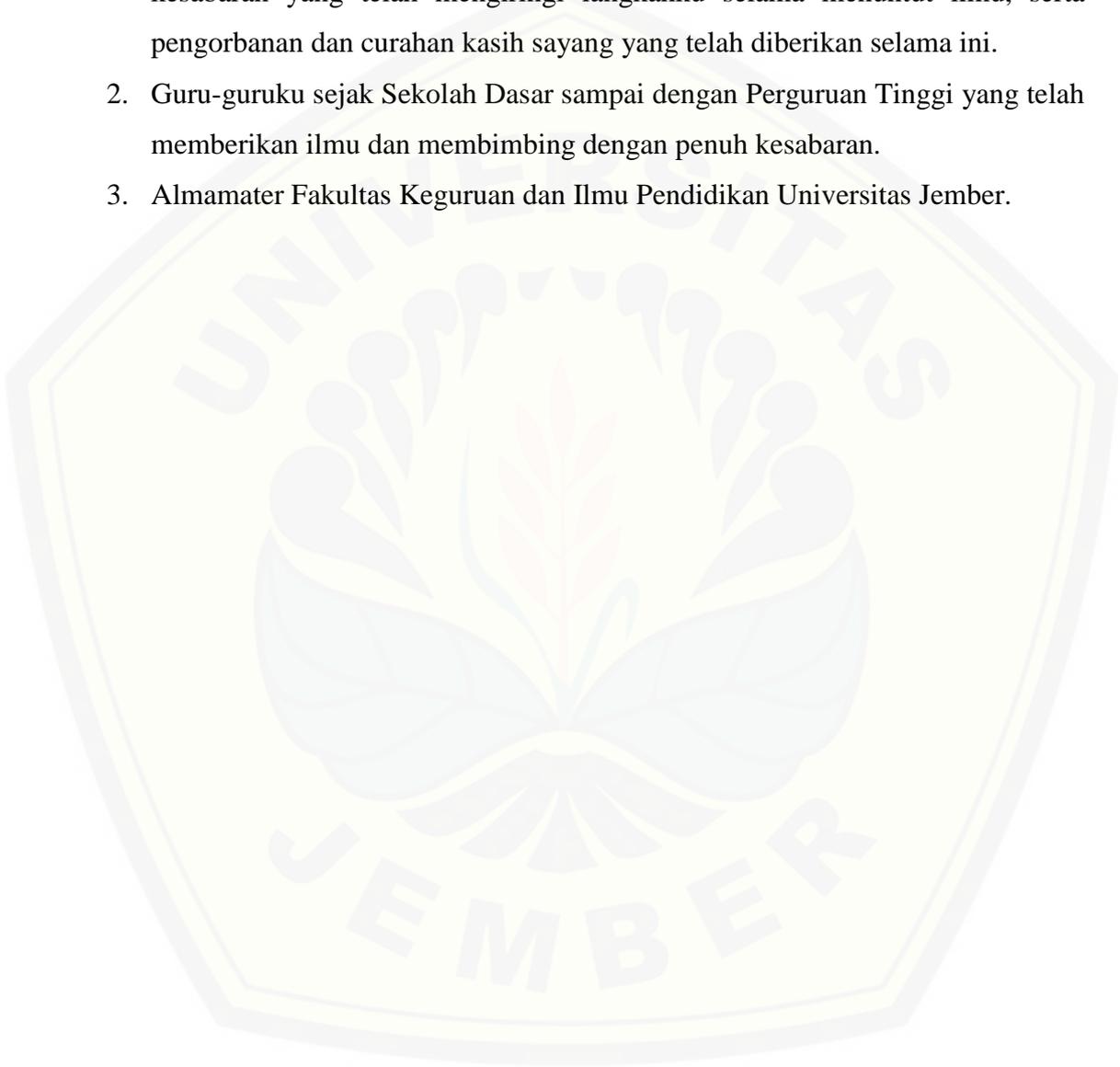
**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua. Terima kasih atas segala doa yang tiada henti, dukungan, kegigihan, kesabaran yang telah mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, serta pengorbanan dan curahan kasih sayang yang telah diberikan selama ini.
2. Guru-guruku sejak Sekolah Dasar sampai dengan Perguruan Tinggi yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Almamater Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTO

Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri
(terjemahan surat *al-ankabut* ayat 6)^{*)}



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ferdy Sugianto

NIM : 140210102001

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresntasi Terintegrasi *PhET Simulation* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA” 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pertanyaan ini tidak benar.

Jember, 04 Juni 2018

Yang Menyatakan,

Ferdy Sugianto

140210102001

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) HUKUM NEWTON
GRAVITASI BERBASIS MULTIREPRESENTASI TERINTEGRASI
PhET SIMULATION UNTUK MENINGKATKAN
HASIL BELAJAR FISIKA SISWA SMA**

Oleh :

Ferdy Sugianto

NIM. 140210102001

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresntasi Terintegrasi *Phet Simulation* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa di SMA” karya Ferdy Sugianto telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si

Drs. Alex Harijanto, M.Si

NIP 19650713 199003 1 002

NIP. 19641117 1991031 1 001

Anggota II,

Anggota III,

Drs.Sri Handono Budi Prastowo, M.Si

Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

NIP.1958318 198503 1 004

NIP. 19641230 199302 1 001

Mengesahkan

Dekan,

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

NIP 19680802 199303 1 004

RINGKASAN

Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi *Phet Simulation* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA; Ferdy Sugianto, 140210102001; 2018; 75 halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Fisika merupakan mata pelajaran yang menekankan pada penguasaan konsep, namun pada pelaksanaannya terkadang siswa tidak mampu memahami konsep fisika yang dipelajari. Konsep fisika cenderung bersifat abstrak dan dalam bentuk pengetahuan fisik serta logika matematik, jadi bakat individu cukup berpengaruh dalam penguasaannya. Salahsatu materi fisika yang bersifat abstrak dan sulit untuk divisualisasikan adalah materi hukum Newton tentang gravitasi. Oleh sebab itu dibutuhkan media praktikum *virtual* yang mampu memvisualisasikan materi hukum Newton tentang gravitasi, sehingga dapat dilakukan percobaan. Media praktikum virtual yang paling populer digunakan dalam proses pembelajaran saat ini yaitu aplikasi *Physics Education Teknologi (PhET)*. Namun agar pembelajaran materi fisika hukum Newton tentang gravitasi bersifat efektif dan efisien, media praktikum *Phet Simulation* tidak dapat langsung diberikan pada siswa, diperlukan suatu bahan ajar yang dapat menuntun siswa melakukan pembelajaran menggunakan media praktikum *Phet Simulation*. Bahan ajar dapat berupa lembar kerja siswa (LKS). Lembar kerja siswa (LKS) yang dikembangkan harus mampu membuat siswa dapat memahami konsep fisika materi hukum gravitasi Newton yang bersifat abstrak dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan suatu pendekatan yang mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa. Salahsatu pendekatan yang mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa adalah pendekatan multirepresentasi. Oleh sebab itu maka dikembangkan lembar kerja siswa (LKS) materi hukum Newton tentang gravitasi berbasis pendekatan multirepresentasi, dan terintegrasi aplikasi praktikum *virtual Phet Simulation* yang dapat meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa materi hukum Newton tentang gravitasi yang bersifat abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah : 1) Mengkaji validitas LKS ; 2) Mengkaji kepraktisan LKS; dan 3) Mengkaji efektivitas LKS.

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan Tjeerd Plomp. Pemilihan pengembangan model Plomp pada penelitian ini dikarenakan pengembangan model ini memiliki kelebihan, antara lain uraian setiap fase yang detail dan sistematis, mudah dipahami dan model pengembangan ini cocok untuk diterapkan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran. Dalam penelitian pengembangan ini, model Plomp yang digunakan terdiri dari 5 fase, yaitu: 1) fase investigasi awal (*Preliminary Research*), 2) fase desain (*Design*), 3) fase realisasi/konstruksi (*Realization/Construction*), 4) fase tes, evaluasi, dan revisi dan 5) fase implementasi.

Hasil yang didapat dari kegiatan penelitian yaitu lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah melalui tahap validasi ahli dan validasi pengguna dengan nilai validasi akhir 4,15 dan dikategorikan valid. LKS ini telah layak digunakan pada kegiatan pembelajaran. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah diuji coba lapangan dan dikategorikan praktis. Hal ini dapat dilihat dari nilai kepraktisan yang diperoleh tiap sub bab masing-masing yaitu sub bab pertama 3,57, sub bab kedua 3,28, dan sub bab ketiga 3,42. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah diuji coba lapangan dan dikategorikan efektif, dengan nilai *N-gain* efektivitas akhir 0,75 dan berkategori efektivitas tinggi. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah melalui tahap desiminasi (penyebar luasan) dan dikategorikan efektif, dengan nilai rata-rata *N-gain* 0,71 dan berkategori efektivitas tinggi.

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah SWT. atas segala limpahan berkah, rahmat serta hidayah-Nya serta junjungan Nabe Besar Muhammad SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresntasi Terintegrasi *Phet Simulation* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa di SMA”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

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

1. Bapak Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menerbitkan surat permohonan izin penelitian;
2. Ibu Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah menyetujui pengajuan judul dan pembibingan skripsi;
3. Bapak Drs. Bambang Supriadi, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memfasilitasi dalam izin melaksanakan skripsi;
4. Bapak Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Drs. Alex Harijanto, M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
5. Bapak Sri Handono Budi Prastowo, M.Si selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si selaku dosen penguji Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
6. Bapak Ahmad Rosyidi, S.Pd, M.Pd selaku kepala sekolah SMA Negeri Pakusari yang telah memberikan izin penelitian;

7. Bapak Mohamad Zaenal Mahfud, S.Pd.,M.Si selaku kepala sekolah SMA Muhammadiyah 3 Jember yang telah memberikan izin penelitian.
8. Bapak Drs. Suryadi,M.Pd selaku kepala sekolah SMAN Plus Sukowono yang telah memberikan izin penelitian.
9. Bapak Fauzul Albab, S.Pd, M.Pd selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri Pakusari yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian.
10. Bapak Saihun Atiq,S.Pd selaku guru mata pelajaran fisika SMA Muhammadiyah 3 Jember yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian.
11. Ibu Santi,S.Pd selaku guru mata pelajaran fisika SMAN Plus Sukowono yang telah memfasilitasi dalam pelaksanaan penelitian.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Besar harapan penulis bila segenap pembaca memberikn kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

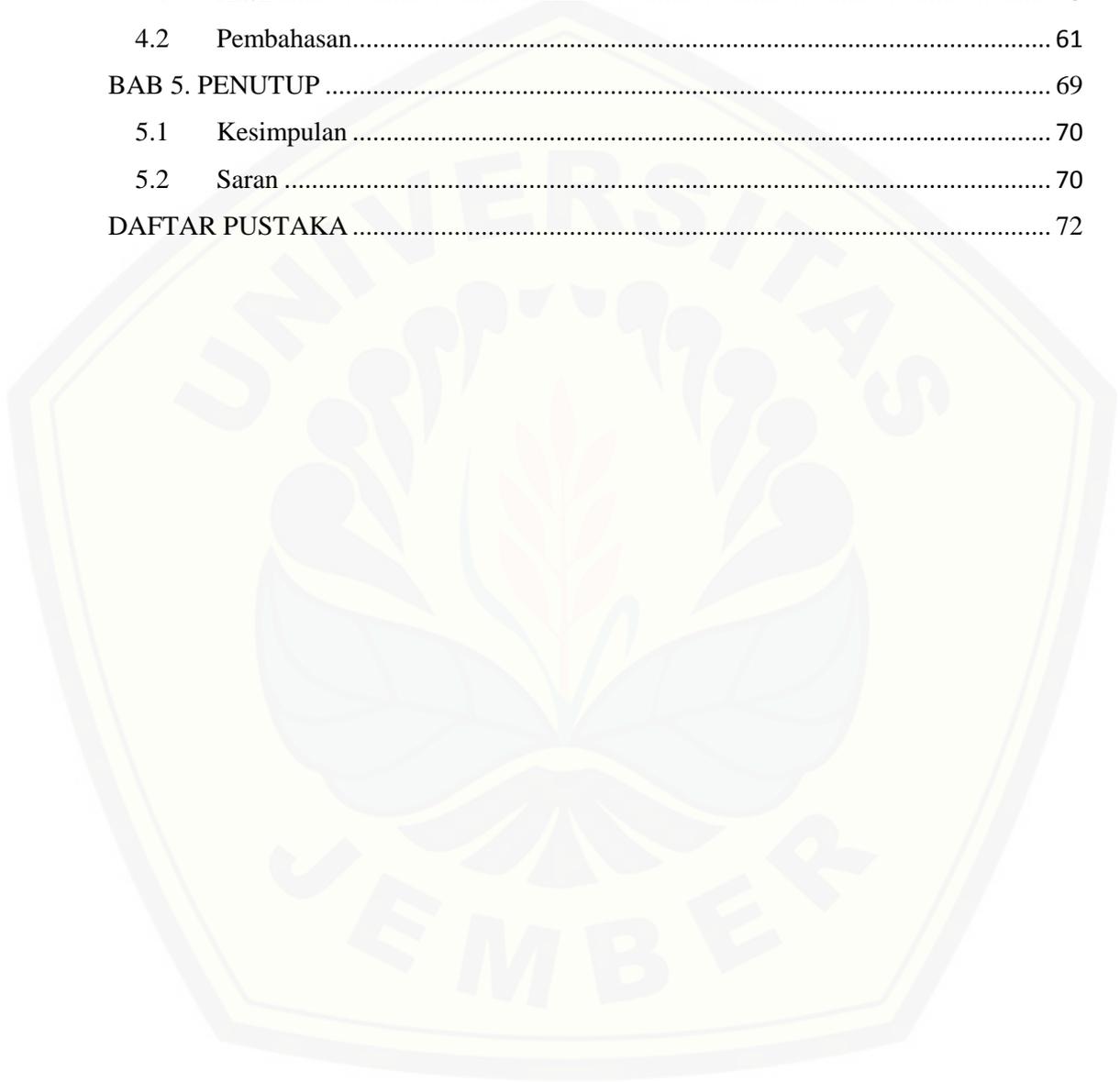
Jember, 04 Juni 2018

Penulis,

DAFTAR ISI

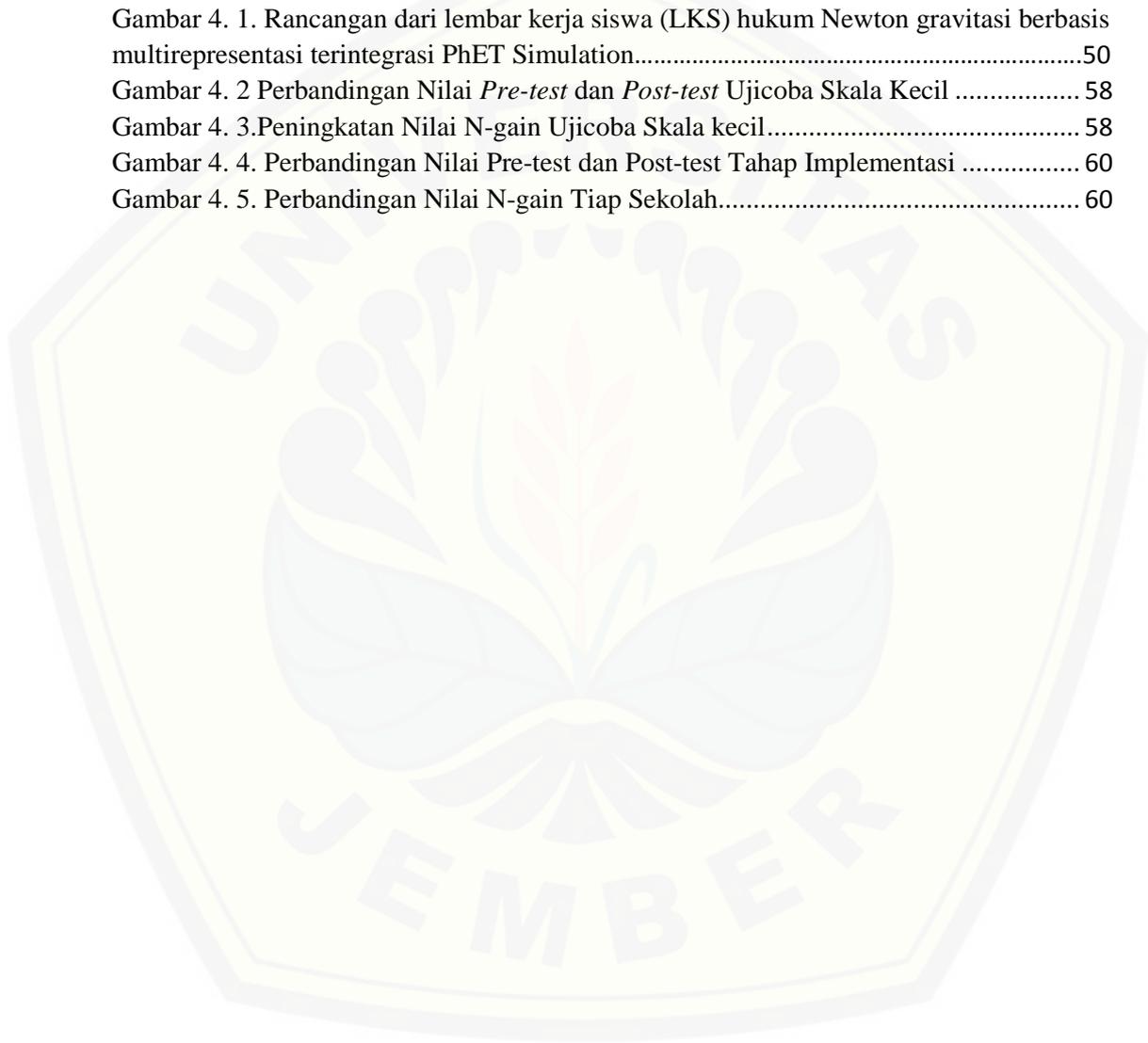
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
SKRIPSI.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pembelajaran Fisika	6
2.2 Bahan Ajar	7
2.3 Lembar Kerja Siswa (LKS).....	11
2.4 Simulasi <i>PhET</i>	16
2.5 Multirepresentasi.....	18
2.6 Hasil belajar	20
2.7 Kualitas Hasil Pengembangan	22
2.8 Hukum Newton Gravitasi	24
2.9 Lembar Kerja Siswa Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi <i>PhET Simulation</i> Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA.....	28
BAB 3. METODE PENELITIAN	29
3.1 Jenis Penelitian.....	29

3.2	Definisi Operasional Variabel.....	29
3.3	Desain Penelitian	30
3.4	Prosedur Penelitian	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Hasil	45
4.2	Pembahasan.....	61
BAB 5. PENUTUP		69
5.1	Kesimpulan	70
5.2	Saran	70
DAFTAR PUSTAKA		72



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema langkah penyusunan LKS.....	12
Gambar 2. 2. Simulasi <i>PhET Gravity Force Lab</i>	17
Gambar 2. 3. Simulasi <i>PhET My Solar System</i>	18
Gambar 3. 1. Alur pengembangan model Plomp (Hobri, 2010).....	31
Gambar 3. 2. peta konsep materi hukum Newton gravitasi	33
Gambar 4. 1. Rancangan dari lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi PhET Simulation.....	50
Gambar 4. 2 Perbandingan Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Ujicoba Skala Kecil	58
Gambar 4. 3.Peningkatan Nilai N-gain Ujicoba Skala kecil.....	58
Gambar 4. 4. Perbandingan Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Tahap Implementasi	60
Gambar 4. 5. Perbandingan Nilai N-gain Tiap Sekolah.....	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Aspek dan indikator validasi.....	23
Tabel 2. 2.Aspek Keterlaksanaan Pembelajaran	23
Tabel 3. 1. kompetensi dasar materi hukum Newton gravitasi.....	33
Tabel 3. 2. Indikator pembelajaran materi hukum Newton gravitasi.....	34
Tabel 3. 3. tujuan pembelajaran materi hukum Newton gravitasi	34
Tabel 3. 4. kategori validitas	39
Tabel 3. 5. kriteria efektifitas	42
Tabel 3. 6. Kategori kepraktisan	44
Tabel 4. 1. Hasil Analisis Data Kuantitatif Validasi Ahli	52
Tabel 4. 2. Hasil Analisis Data Kualitatif Validasi Ahli.....	53
Tabel 4. 3. Hasil Analisis Data Kuantitatif Validasi Pengguna	54
Tabel 4. 4. Hasil Analisis Data Kualitatif Validasi Pengguna	54
Tabel 4. 5. Hasil Analisis Data Kuantitatif Validasi akhir.....	55
Tabel 4. 6. Hasil Analisis Data Kepraktisan	56
Tabel 4. 7.Hasil Analisis Data Efektivitas Skala Kecil.....	57
Tabel 4. 8. Hasil Analisis Data Efektivitas Skala Besar	59

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN.....	76
LAMPIRAN B. INSTRUMEN PENGUMPULAN DATA.....	80
LAMPIRAN C. INSTRUMEN WAWANCARA.....	89
LAMPIRAN D. DATA DAN ANALISIS VALIDASI	90
LAMPIRAN E. HASIL VALIDASI.....	96
LAMPIRAN F. DATA DAN ANALISIS KEPRAKTISAN.....	105
LAMPIRAN G. HASIL KEPRAKTISAN	108
LAMPIRAN H. DATA DAN ANALISIS EFEKTIVITAS	117
LAMPIRAN I. HASIL BELAJAR SISWA.....	123
LAMPIRAN J. REVISI LKS.....	129
LAMPIRAN K. SILABUS PEMBELAJARAN.....	140
LAMPIRAN L. RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN	144
LAMPIRAN N. Kisi-kisi POST-TEST	152
LAMPIRAN O. SURAT PENELITIAN	161
LAMPIRAN P. DOKUMENTASI PENELITIAN.....	164

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan bagian dari ilmu sains, yaitu ilmu yang berkaitan dengan penjelasan terhadap gejala-gejala alam dan pengungkapannya seringkali digunakan dengan bahasa matematika (Arkundato, 2007:7.21). Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan alam yang dikembangkan berdasarkan percobaan, ada dua hal berkaitan yang tidak dapat dipisahkan, yaitu fisika sebagai produk (pengetahuan fisika yang berupa pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif), dan fisika sebagai proses (kerja ilmiah) (Wisudawati dan Sulistyowati, 2014:22). Fisika merupakan mata pelajaran yang menekankan pada penguasaan konsep, namun pada pelaksanaannya terkadang siswa tidak mampu memahami konsep fisika yang dipelajari. Menurut Kamii dalam Mahardika (2012:43) konsep fisika cenderung bersifat abstrak dan dalam bentuk pengetahuan fisik serta logika matematik, jadi bakat individu cukup berpengaruh dalam penguasaannya. Materi fisika ada yang bersifat abstrak dan konkret, materi fisika yang bersifat abstrak sulit untuk divisualisasikan, sehingga membuat siswa kesulitan dalam memahami konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak (Rahmawati, 2012). Salah satu materi fisika yang bersifat abstrak dan sulit untuk divisualisasikan adalah materi hukum Newton tentang gravitasi. Berdasarkan hasil observasi terhadap beberapa guru fisika SMA di Kabupaten Jember, yaitu di beberapa sekolah yang berada di kecamatan Pakusari, kecamatan Sukowono, dan kecamatan Sumpalsari, diperoleh informasi bahwa siswa masih kesulitan untuk memahami konsep fisika materi hukum Newton tentang gravitasi hal itu disebabkan karena karakteristik materi fisika hukum Newton tentang gravitasi yang bersifat abstrak sehingga sulit untuk dilakukan percobaan karena mencakup alam semesta. Oleh sebab itu dibutuhkan media praktikum *virtual* yang mampu memvisualisasikan materi hukum Newton tentang gravitasi, sehingga dapat dilakukan percobaan.

Menurut Jaya (2012: 81-90), laboratorium virtual dapat mendukung kegiatan praktikum di laboratorium yang bersifat interaktif, dinamis, animatif, dan

berlingkungan virtual. Menurut Newhouse dkk dalam Mahardika (2012:40) penggunaan teknologi dapat memberikan dasar untuk pemahaman konsep dan membantunya dalam menghubungkan teori dengan praktek. Media praktikum virtual yang paling populer digunakan dalam proses pembelajaran saat ini yaitu aplikasi *Physics Education Tecnologi (PhET)*. *The PhET Team* (2015) menjelaskan bawa *PhET* adalah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika, biologi, kimia dan matematika, yang diberikan secara gratis oleh Universitas Colorado untuk kepentingan pembelajran dikelas atau kepentingan individu. Simulasi disajikan secara interaktif sehingga penggunaanya dapat melakukan pembelajaran secara langsung. Namun agar pembelajaran materi fisika hukum Newton tentang gravitasi bersifat efektif dan efisien, media praktikum *Phet Simulation* tidak dapat langsung diberikan pada siswa, diperlukan suatu bahan ajar yang dapat menuntun siswa melalukan pembelajaran menggunakan media praktikum *Phet Simulation*. Hal tersebut juga sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 yaitu pendidik harus selalu mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Dan dari hasil observasi terhadap beberapa guru fisika SMA di Kabupaten Jember, yaitu guru fisika di beberapa sekolah yang berada di kecamatan Pakusari, kecamatan Sukowono, dan kecamatan Sumpersari, kegiatan pembelajaran dikelas masih belum menggunakan bahan ajar yang dikembangkan sendiri oleh guru sesuai kebutuhan siswa dan masih terpaku pada buku paket yang cenderung sulit dipahami siswa.

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar dikelas (Kurniasih dan Sani, 2014:iii). Manfaat dari pengembangan bahan ajar yaitu diperoleh bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum, dan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa, siwa tidak tergantung pada buku teks yang terkadang sulit didapatkan (Mahardika, 2012:10-11). Bahan ajar dapat berupa lembar kerja siswa (LKS), Lembar kerja siswa (LKS) adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga peserta didik diharapkan dapat materi ajar tersebut secara mandiri (Prastowo, 2011:204). Lembar kerja siswa (LKS) yang dikembangkan harus mampu membuat siswa dapat memahami konsep fisika materi hukum gravitasi Newton yang bersifat abstrak dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan suatu

pendekatan yang mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa. Salahsatu pendekatan yang mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa adalah pendekatan multirepresentasi.

Fisika merupakan mata pelajaran yang dapat di sajikan dalam berbagai bentuk representasi seperti gambar, grafik, verbal, dan matematik (Rendiyansyah, 2013). Menurut Russel dan Bowen dalam Mahardika (2012:42) menyatakan bahwa untuk memahami fisika secara konseptual, dibutuhkan kemampuan untuk merepresentasikan dan menerjemahkan masalah dan fenomena fisika kedalam bentuk representasi makroskopik, simbolik, dan mikroskopik secara simultan. Representasi menurut Goldin dalam Mahardika (2012:37) adalah suatu konfigurasi (bentuk suatu susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili, atau melambangkan sesuatu dalam suatu cara. Sedangkan multirepresentasi menurut Prain & Waldrip (2007) berarti merepresentasikan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, matematik, gambar, dan grafik.

Banyak penelitian mengenai penggunaan *Phet Simulation* dan pendekatan multirepresentasi dalam pembelajaran, diantaranya yang dilakukan oleh Sinulingga *et al* (2016), didapatkan bahwa hasil belajar fisika siswa mengalami peningkatan setelah pembelajaran menggunakan media *Phet simulation* Penelitian mengenai multirepresentasi pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Pertama penelitian tentang pengaruh lembar kerja siswa berbasis representasi verbal dan matematis (RVM) dengan setting PBL terhadap aktivitas dan hasil belajar siswa, menurut Mahardika *et al* (2017:3832) proses belajar menggunakan lembar kerja siswa berbasis representasi verbal dan matematis (RVM) dapat meningkatkan aktivitas belajar dan hasil belajar siswa. Kedua penelitian tentang pengaruh lembar kerja siswa berbasis representasi matematis dan grafik (RMG) dengan pengaturan pembelajaran POE terhadap aktivitas dan hasil belajar siswa, menurut Khowatim *et al* (2017:116) pembelajaran dengan bantuan lembar kerja siswa berbasis representasi matematis dan grafik (RMG) dengan pengaturan pembelajaran POE dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa.

Solusi dari masalah yang telah diuraikan diatas maka perlu dikembangkan lembar kerja siswa (LKS) materi hukum Newton tentang gravitasi berbasis

pendekatan multirepresentasi, dan terintegrasi aplikasi praktikum *virtual Phet Simulation* yang dapat meningkatkan penguasaan konsep fisika siswa materi hukum Newton tentang gravitasi yang bersifat abstrak. Oleh sebab itu peneliti akan melakukan penelitian pengembangan dengan judul “**Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi *PhET Simulation* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA?
2. Bagaimana kepraktisan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA?
3. Bagaimana efektifitas pembelajaran menggunakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Mengkaji validitas Lembar Kerja Siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA.
2. Mengkaji kepraktisan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA

3. Mengkaji efektivitas pembelajaran menggunakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk meningkat hasil belajar fisika siswa SMA.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) Gravitasi Newton berbasis Multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* antara lain:

1. Bagi peneliti, sebagai pengalaman untuk mengembangkan pengetahuan yang telah diperoleh di bangku perkuliahan sebagai bekal terjun ke dunia pendidikan.
2. Bagi guru, sebagai media alternatif dalam proses pembelajaran Fisika secara mandiri, khususnya materi gravitasi.
3. Bagi siswa, dengan menggunakan bahan ajar lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* dapat meningkatkan kualitas belajar fisika siswa.
4. Bagi mahasiswa, sebagai informasi untuk mengadakan penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Belajar adalah suatu aktivitas atau suatu proses untuk memperoleh pengetahuan, meningkatkan keterampilan, memperbaiki perilaku, sikap, dan mengokohkan kepribadian (Suyono dan Hariyanto, 2015:9). Belajar merupakan suatu proses, suatu kegiatan dan bukan suatu hasil atau tujuan. belajar bukan hanya mengingat, akan tetapi lebih luas daripada itu, yakni mengalami. Hasil belajar bukan suatu penguasaan hasil latihan, melainkan perubahan kelakuan (Hamalik, 2013:36). Tujuan belajar adalah sejumlah hasil belajar, yang umumnya meliputi pengetahuan, keterampilan dan sikap yang baru, yang diharapkan tercapai oleh siswa (Hamalik, 2013:73).

Pembelajaran merupakan terjemahan dari *instruction*, yaitu merujuk pada proses pengajaran yang berpusat pada tujuan atau *goal directed teaching process* yang dapat direncanakan sebelumnya (*preplanned*). Tujuan yang dimaksud adalah perubahan perilaku dalam konteks pengalaman yang sebagian besar sengaja dirancang. Menurut Merrill dalam Arkundato (2007:7.19) pembelajaran adalah suatu kegiatan dimana seseorang dengan sengaja diubah dan dikontrol, dengan maksud agar dapat bertingkah laku atau bereaksi sesuai kondisi tertentu. Menurut Degeng dalam Arkundato (2007:7.19) pembelajaran adalah upaya membelajarkan siswa. Dengan demikian, pembelajaran adalah upaya membelajarkan siswa melalui kegiatan memilih, menetapkan dan mengembangkan metode pembelajaran yang optimal dalam mencapai hasil yang diinginkan berdasarkan kondisi pembelajaran. Upaya membelajarkan siswa tidak sebatas pada interaksi siswa dengan guru sebagai sumber belajar, namun interaksi dengan semua sumber belajar yang dapat dipakai untuk mencapai hasil pembelajaran yang diinginkan (Arkundato, 2007:7.19)

Fisika merupakan bagian dari ilmu sains, yaitu ilmu yang yang berkaitan dengan penjelasan terhadap gejala-gejala alam dan pengungkapannya seringkali digunakan dengan bahasa matematika (Arkundato, 2007:7.21). Fisika merupakan salah satu bidang studi di tingkat SMA yang mendasari perkembangan teknologi maju dan konsep hidup harmonis dengan alam. Selain mempelajari fenomena alam,

fisika juga memberikan pelajaran yang baik kepada manusia untuk hidup selaras berdasarkan hukum alam. Pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan serta pengurangan dampak bencana alam tidak akan berjalan secara optimal tanpa pemahaman yang baik tentang fisika (Sarah & Maryono. 2014 : 37). Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan IPA yang dikembangkan berdasarkan percobaan , ada dua hal berkaitan yang tidak dapat dipisahkan, yaitu IPA sebagai produk (pengetahuan IPA yang berupa pengetahuan faktual, konseptual, prosedural ,dan metakognitif), dan IPA sebagai proses (kerja ilmiah) (Wisudawati dan Sulistyowati, 2014:22) . Menurut Kamii dalam Mahardika (2012:43) produk fisika cenderung bersifat abstrak dan dalam bentuk pengetahuan fisik serta logika matematik, jadi bakat individu cukup berpengaruh dalam penguasaannya. Kedua hal tersebut yang menyebabkan tidak berhasilnya penguasaan konsep fisika siswa

Dengan demikian pembelajaran fisika merupakan suatu proses belajar mengajar yang dilakukan oleh pendidik dan peserta didik untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap melalui gejala alam yang memungkinkan penelitian dengan percobaan dan menerapkan bagaimana gejala tersebut terjadi dengan gambaran menurut pemikiran manusia.

2.2 Bahan Ajar

Bahan Ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan tersebut bisa saja berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Dan salah satu guru yang ideal adalah mereka yang mempersiapkan perangkat mengajar dan mempersiapkan bahan ajar secara efektif. Semua guru perlu mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan peserta didik, yakni bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan lingkungan sosial peserta didik (Kurniasih dan Sani, 2014: iii)..

Disamping itu, dengan adanya bahan ajar akan sangat membantu peserta didik dalam memperoleh alternatif bahan ajar disamping buku-buku teks yang sulit diperoleh. Dan hal yang terpenting dengan adanya bahan ajar yang dibuat sendiri

oleh guru akan sangat mempermudah para guru dalam melaksanakan proses pembelajaran disekolah (Kurniasih dan Sani, 2014: iii).

Dengan demikian bahan ajar adalah segala bahan yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran. Bdikembangkan sendiri oleh guru sesuai kebutuhan kurikulum dan kebutuhan peserta didik, untuk mempermudah proses pembelajaran.

2.2.1 Manfaat Penyusunan Bahan Ajar

Menurut Mahardika (2012:10-11), ada sejumlah manfaat yang dapat diperoleh apabila seorang guru mengembangkan bahan ajar sendiri, yakni, antara lain :

- a. Diperoleh bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum yang berlaku pada saat itu, dan sesuai dengan kebutuhan belajar siswa.
- b. Tidak terlalu tergantung kepada buku referensi atau buku teks yang kadang-kadang harganya mahal dan sulit didapatkan.
- c. Bahan ajar menjadi lebih kaya karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai buku referensi.
- d. Menambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis bahan ajar.
- e. Bahan ajar akan mampu membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan siswa, karena siswa akan merasa lebih percaya kepada gurunya.

2.2.2 Komponen Bahan Ajar

Departemen Pendidikan Nasional (2008: 145-162) memberikan cakupan bahan ajar meliputi :

- a. Judul
- b. Materi pembelajaran
- c. Standar kompetensi
- d. Kompetensi dasar
- e. Indikator
- f. Petunjuk belajar
- g. Tujuan yang di capai

- h. Informasi pendukung
- i. Latihan
- j. Produk (hasil)
- k. Penilaian

2.2.3 Prosedur Pengembangan Bahan Ajar

Prosedur pengembangan bahan ajar pada dasarnya menggunakan prosedur riset yang secara umum langkah sebagai berikut :

- a. Identifikasi masalah pembelajaran yang terjadi di kelas melalui review buku ajar yang ada, review literatur, observasi kelas pada saat pemanfaatan bahan ajar dan telaah dokumen.
- b. Analisis kurikulum dengan menganalisis standar kompetensi, kompetensi dasar, merumuskan indikator, dan merumuskan tujuan pembelajaran.
- c. Menyusun draft buku bahan ajar berdasarkan teoritik, validasi ahli dan mengetahui kesesuaian draft dengan landasan teoritiknya, dan menggunakan instrumen validasi.
- d. Revisi draft bahan ajar berdasarkan validasi ahli sehingga hasilnya lebih baik dan sesuai dengan teori (Akbar, 2015:36).

2.2.4 Standar Bahan Ajar

Menurut Mahardika (2012:30-34), suatu bahan ajar dikatakan memenuhi standar apabila memenuhi :

- a. Keterbacaan bahan ajar

Keterbacaan (*readability*) suatu bahan ajar adalah merupakan bagian dari komponen kebahasaan, yang menunjukkan kemudahan suatu bacaan itu untuk dibaca.

- b. Kegrafikan bahan ajar

Depdiknas (2008), menyatakan komponen kegrafikan antara lain mencakup : a) penggunaan font, jenis, dan ukuran; b) layout atau tata letak; c) ilustrasi, gambar, foto; dan d) desain tampilan.

c. Kelayakan isi bahan ajar

Belawati (2006) mengatakan bahwa kelayakan isi bahan ajar sangat penting untuk diperhatikan sehingga buku/ bahan ajar tidak menyebarkan kesalahan-kesalahan konsep atau “miskonsepsi” . kesalahan-kesalahan konsep atau miskonsepsi akan dibawa pembelajar kejenjang pendidikan selanjutnya atau kedalam kehidupannya.

2.2.5 Jenis Bahan Ajar

Bahan ajar memiliki beragam jenis, ada yang cetak maupun noncetak. Bahan ajar noncetak meliputi bahan ajar dengan audio seperti kaset, radio, piringan hitam, dan compact disc dan film. Bahan ajar multimedia interaktif (interactive teaching material) seperti CAI (Computer Assisted Instruction), compact disk (CD) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (web based learning materials). Sedangkan bahan ajar cetak yang sering dijumpai antara lain berupa handout, buku, modul, dan lembar kerja siswa (Ika, 2013:5).

Sedangkan menurut Ellington dan Race dalam Mahardika (2012:21) mengelompokkan jenis bahan ajar dalam lima jenis yaitu : 1) bahan ajar cetak seperti handouts, lembar kerja, dan bahan ajar mandiri, 2) bahan ajar display yang tidak diproyeksikan seperti poster, model, foto dan bahan ajar display diam diproyeksikan seperti slide film strip, 3) bahan ajar audio seperti audio disc, dan tapes, dan audio yang dihubungkan dengan visual diam seperti program slide suara, film strips bersuara, 4) bahan ajar video seperti siaran TV, rekaman video, dan 5) bahan ajar komputer seperti computer assisted instruction.

Dengan demikian terdapat dua jenis bahan ajar yaitu bahan ajar cetak dan bahan ajar noncetak. Bahan ajar cetak adalah bahan ajar yang disajikan dalam bentuk kertas misalnya (modul, lks, buku teks dll), sedangkan bahan ajar noncetak adalah bahan ajar yang disajikan tidak dalam bentuk kertas misalnya (video, audio, bahan ajar berbasis web, dll).

2.3 Lembar Kerja Siswa (LKS)

2.3.1 Definisi Lembar Kerja Siswa (LKS)

Lembar kerja siswa adalah lembaran (LKS) adalah lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. LKS biasanya berupa petunjuk, langkah untuk menyelesaikan suatu tugas, suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kompetensi dasar yang akan dicapainya (Depdiknas, 2004:18). Lembar kerja siswa (LKS) adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga peserta didik diharapkan dapat materi ajar tersebut secara mandiri. Dalam LKS, peserta didik akan mendapatkan materi, ringkasan, dan tugas yang berkaitan dengan materi yang diberikan dan pada saat yang bersamaan peserta didik diberikan materi serta tugas yang berkaitan dengan materi tersebut (Prastowo, 2011:204).

Dari beberapa pengertian LKS diatas dapat disimpulkan bahwa lembar kerja siswa (LKS) merupakan petunjuk belajar yang digunakan siswa untuk mempermudah pelaksanaan proses pembelajaran.

2.3.2 Fungsi Lembar Kerja Siswa (LKS)

Fungsi Lembar kerja siswa (LKS) Menurut Prastowo (2011) adalah :

- a. Sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan peserta didik.
- b. Sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan.
- c. Sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih.
- d. Memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik.

2.3.3 Tujuan Penyusunan Lembar Kerja Siswa (LKS)

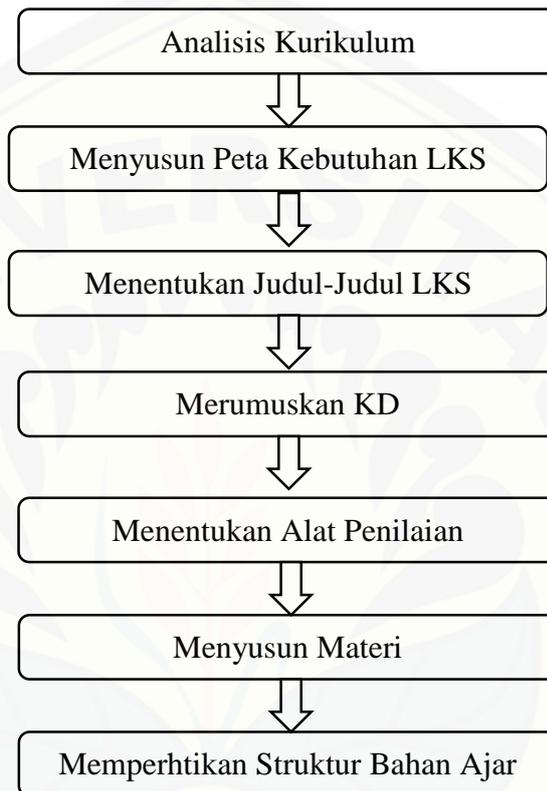
Tujuan penyusunan lembar kerja siswa (LKS) Menurut Prastowo (2011) adalah :

- a. Menyajikan bahan ajar yang memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan.
- b. Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan.
- c. Melatih kemandirian belajar peserta didik.

d. Memudahkan pendidik dalam memberikan tugas kepada peserta didik

2.3.4 Langkah Penyusunan Lembar Kerja Siswa (LKS)

Langkah- langkah penyusunan lembar kerja siswa Menurut Prastowo (2011) terdapat beberapa langkah-langkah yaitu :



Gambar 2. 1 Skema langkah penyusunan LKS

a. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum merupakan langkah pertama dalam penyusunan LKS. Langkah ini dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar LKS. Pada umumnya, dalam menentukan materi, langkah analisisnya dilakukan dengan cara melihat materi pokok, pengalaman belajar, serta materi yang akan diajarkan. Selanjutnya juga harus memahami kompetensi yang perlu dimiliki peserta didik. Jika semua langkah tersebut telah dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu menyusun peta kebutuhan lembar kerja siswa (LKS).

b. Menyusun peta kebutuhan LKS

Peta kebutuhan LKS sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah LKS yang harus ditulis serta melihat urutan LKS nya. Urutan LKS sangat dibutuhkan dalam menentukan prioritas penulisan. Langkah ini biasanya diawali dengan analisis kurikulum dan sumber belajar.

c. Menentukan Judul LKS

Judul LKS ditentukan atas dasar kompetensi-kompetensi dasar atau pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Satu kompetensi dasar dapat dijadikan sebagai judul LKS apabila kompetensi tersebut tidak terlalu besar. Adapun besarnya kompetensi dasar dapat dideteksi, antara lain dengan cara apabila diuraikan ke dalam materi pokok mendapat maksimal 4 MP, maka kompetensi tersebut dapat dijadikan sebagai satu judul LKS. Namun, apabila kompetensi dasar itu bisa diuraikan menjadi lebih dari 4 MP maka harus dipikirkan kembali apakah kompetensi dasar itu perlu dipecah, contohnya menjadi dua judul LKS. Jika judul-judul LKS telah ditentukan, maka langkah selanjutnya yaitu mulai melakukan penulisan.

d. Penulisan LKS

Untuk menulis LKS, langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merumuskan kompetensi dasar

Untuk merumuskan kompetensi dasar, dapat dilakukan dengan menurunkan rumusnya langsung dari kurikulum yang berlaku.

2. Menentukan alat penilaian

Penilaian dilakukan terhadap proses kerja dan hasil kerja peserta didik

3. Menyusun Materi

Untuk menyusun materi LKS, ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan. Berkaitan dengan isi atau materi LKS, perlu diketahui bahwa materi LKS sangat tergantung pada kompetensi dasar yang akan dicapainya. Materi LKS dapat berupa informasi pendukung, yaitu gambaran umum atau ruang lingkup substansi yang akan dipelajari. Materi dapat diambil dari berbagai sumber seperti buku, majalah, internet, jurnal hasil penelitian dan sebagainya. Supaya pemahaman peserta didik terhadap materi lebih kuat.

Maka dapat saja di dalam LKS ditunjukkan referensi yang digunakan agar peserta didik bisa membaca lebih jauh tentang materi tersebut. Selain itu, tugas-tugas harus ditulis secara jelas guna mengurangi pertanyaan dari peserta didik tentang hal yang seharusnya peserta didik dapat melakukannya.

4. Memperhatikan struktur

Langkah terakhir dalam penyusunan sebuah LKS. Memahami struktur penyusunan LKS, jika bagian-bagian LKS terbalik dalam penyusunannya maka LKS tidak akan terbentuk.

2.3.5 Komponen Lembar Kerja Siswa (LKS)

Menurut Prastowo (2011), dilihat dari strukturnya bahan ajar LKS lebih sederhana dari pada modul, namun lebih kompleks dari pada buku. Bahan ajar berupa lembar kerja siswa (LKS) terdiri atas enam komponen utama yang meliputi:

a. Judul

Judul sering disebut kepala tulisan. Judul merupakan identitas atau cermin dari bahasan yang akan dipelajari. Pada lembar kerja siswa (LKS) perlu dicantumkan judul materi tersebut, hal ini berguna untuk memberikan informasi kepada peserta didik materi yang akan dipelajari pada pertemuan tersebut.

b. Petunjuk Belajar

Petunjuk adalah sesuatu tanda untuk menunjukkan atau memberi tahu atau memberi informasi. Petunjuk belajar adalah tanda atau perintah yang digunakan untuk memberi informasi saat proses belajar mengajar.

c. Kompetensi yang akan dicapai

Kompetensi merupakan seperangkat pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang harus dimiliki, dihayati, dikuasai, dan diaktualisasikan oleh guru dalam melaksanakan tugas keprofesionalan. Pada lembar kerja siswa (LKS) dicantumkan kompetensi yang akan dicapai guna untuk memberikan pernyataan terhadap apa yang peserta didik harus lakukan saat mengikuti proses belajar pembelajaran untuk menunjukkan pengetahuannya, keterampilan dan sikap sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan. Pada bagian kompetensi yang akan dicapai ini meliputi kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator, tujuan, dan

pengalaman belajar yang akan diperoleh peserta didik dengan belajar materi hukum newton tentang gerak.

d. Informasi Pendukung

Informasi adalah penerangan, keterangan, pemberitahuan, kabar atau berita. Informasi juga merupakan keterangan atau bahan yang dapat mendukung dalam pengerjaan lembar kerja siswa (LKS). Informasi pendukung yang diharapkan dalam lembar kerja siswa ini adalah informasi pendukung untuk membantu peserta didik mendapatkan apa yang sebenarnya harus dicari, dipahami, dan sebagainya. Pada lembar kerja siswa (LKS) yang dirancang informasi pendukung berupa peta konsep dari materi hukum Newton gravitasi, dimana adanya cakupan-cakupan materi yang akan dipelajari oleh siswa.

e. Langkah-Langkah Kerja

Langkah kerja adalah pedoman bagi siapa saja yang melakukan pekerjaan tersebut secara konsisten. Dalam konteks lembar kerja peserta didik langkah kerja yang diaksud adalah pedoman atau penuntun yang digunakan siswa untuk melakukan kegiatan eksperimen atau praktikum, dapat menggunakan lembar kerja siswa (LKS) tersebut secara tepat, benar dan konsisten. Supaya apa yang diharapkan dari lembar kerja siswa (LKS) tersebut dapat tercapai.

f. Penilaian

Penilaian adalah proses sistematis pengumpulan, analisis, dan interpretasi informasi untuk menentukan sejauh mana siswa mencapai tujuan pembelajaran. Penilaian secara umum bertujuan untuk menilai pencapaian kompetensi peserta didik dan memperbaiki proses pembelajaran, sedangkan tujuan penilaian secara khusus adalah mengetahui kemajuan, hasil belajar siswa dan mendiagnosa kesulitan belajar, memberika umpan balik/perbaikan proses belajar mengajar dan penentuan kenaikan kelas. Dalam lembar kerja siswa ini yang dinilai adalah bagaimana pemahaman peserta didik setelah menggunakan lembar kerja siswa(LKS) yang sudah dirancang.

2.3.6 Jenis Lembar Kerja Siswa (LKS)

Jenis-jenis lembarkerja siswa Menurut Prastowo (2011) yaitu sebagai berikut:

- a. LKS yang membantu peserta didik menemukan sebuah konsep. LKS jenis ini memuat apa yang harus dilakukan peserta didik, meliputi melakukan, mengamati, dan menganalisis.
- b. LKS yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan.
- c. LKS yang berfungsi penuntun belajar. LKS bentuk ini berisi pertanyaan atau isian yang jawabannya ada di dalam buku teks.
- d. LKS yang berfungsi sebagai penguatan. LKS jenis ini diberikan kepada peserta didik setelah selesai mempelajari topik pelajaran tertentu.
- e. LKS yang berfungsi sebagai petunjuk praktikum. LKS jenis ini mengkaitkan tujuan pembelajaran dengan kegiatan praktikum yang dilakukan.

2.4 Simulasi *PhET*

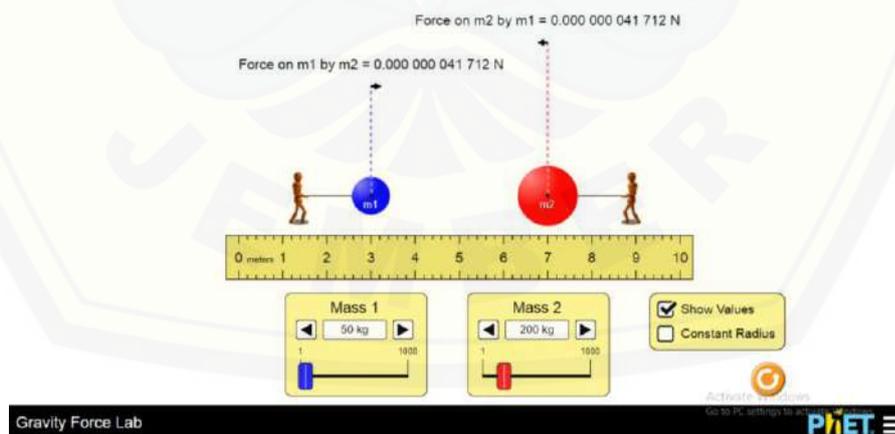
Team PhET (2015) menjelaskan bahwa *PhET* adalah aplikasi yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika, biologi, kimia, dan matematika, yang diberikan secara gratis oleh Universitas Colorado untuk kepentingan individu. Simulasi disajikan secara interaktif sehingga penggunaanya dapat melakukan pembelajaran secara langsung. *Physics Education Tecnologi (PhET)* termasuk *Virtual laboratory* “ *Virtual Laboratory* atau lebih dikenal dengan *virtual lab* merupakan pengembangan teknologi komputer sebagai suatu bentuk objek multimedia interaktif untuk mensimulasikan percobaan laboratorium ke dalam komputer tersebut” (Agustine.*et al*, 2014 : 33).

Simulasi ini dirancang untuk menjadi sangat interaktif, menarik, dan lingkungan belajar terbuka yang memberikan umpan balik animasi untuk pengguna. Model simulasi yang akurat secara fisik, sangat visual, representasi dinamis untuk semua prinsip fisika. Bersamaan dengan itu, simulasi ini dirancang untuk membangun jembatan antara pemahaman siswa tentang kejadian sehari-hari dengan prinsip-prinsip fisika yang mendasarinya (Finkelstein.*et al*, 2005 : 3-4).

PhET Team (2015), Simulasi *PhET* merupakan gambar bergerak atau animasi interaktif yang dibuat layaknya permainan dimana siswa dapat belajar dengan melakukan eksplorasi. Simulasi-simulasi tersebut menekankan korespondensi antara fenomena nyata dan simulasi komputer kemudian menyajikannya dalam model-model konseptual fisis yang mudah dimengerti siswa. Untuk membantu siswa memahami konsep visual, simulasi *PhET* menganimasikan besaran-besaran fisika dengan menggunakan gambar dan control intuitif seperti klik dan tarik pada mouse, penggaris, dan tombol. Simulasi juga menyediakan instrument pengukuran seperti penggaris, stopwatch, voltmeter, dan thermometer untuk mendorong adanya eksplorasi kuantitatif. Pada saat alat-alat ukur digunakan secara interaktif. Hasil pengukuran akan langsung ditampilkan atau dianimasikan. Hal ini secara efektif akan menggambarkan hubungan sebab akibat dan merepresentasikan parameter percobaan.

Dengan demikian aplikasi *PhET Simulation* adalah aplikasi laboratorium virtual pembelajaran fisika, biologi, kimia, dan matematika, yang mampu mewakili kejadian sesungguhnya di alam. Aplikasi ini disajikan secara interaktif untuk kepentingan pembelajaran dikelas maupun individu.

2.4.1 Simulasi *PhET Gravity Force Lab*



Gambar 2. 2. Simulasi *PhET Gravity Force Lab*

Simulasi *PhET gravity force lab* merupakan simulasi praktikum virtual gravitasi Newton, untuk mencari hubungan antara variabel gaya gravitasi (F), Massa partikel (m), dan jarak antar partikel (r), dan untuk membuktikan besarnya

konstanta gravitasi (G). untuk melakukan praktikum dapat dilakukan dengan cara mengatur besarnya massa partikel satu (m_1) yang berwarna biru, dan massa partikel dua (m_2) yang berwarna merah, menggunakan tombol panah kanan atau kiri. Dapat juga merubah besarnya jarak antar partikel dengan cara menggeser partikel satu maupun partikel dua kekanan atau kekiri. Untuk mengukur nilai jarak antar partikel dapat menggunakan penggaris yang telah disediakan. Besarnya gaya gravitasi yang dihasilkan langsung ditampilkan pada layar.

2.4.2 Simulasi *PhET My Solar System*



Gambar 2. 3. Simulasi *PhET My Solar System*

Simulasi *PhET my solar system* merupakan simulasi praktikum virtual hukum Kepler dan hukum Kepler menurut Newton. Simulasi ini dapat digunakan untuk membuktikan hukum I Kepler, hukum II Kepler, hukum III Kepler, dan hukum Kepler Menurut Newton. Untuk melakukan percobaan kita dapat mengatur besarnya massa planet (m), besarnya kecepatan planet (v), serta mengukur jari-jari orbit planet (R) menggunakan penggaris (*ruller*) yang telah tersedia dalam simulasi, dan waktu orbit planet sudah ditampilkan pada layar.

2.5 Multirepresentasi

2.5.1 Pengertian Multirepresentasi

Menurut Goldin dalam Mahardika (2012:37) representasi adalah suatu konfigurasi (bentuksuatu susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili atau

melambangkan sesuatu dalam suatu cara. Representasi merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menyimbolkan objek atau proses.

Sedangkan multirepresentasi menurut Prain & Waldrip dalam Mahardika (2012:37) berarti merepresentasikan ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, matematik, gambar, dan grafik. Menurut Dabutar dalam Mahardika (2012:45) multirepresentasi merupakan bentuk representasi yang memadukan antara verbal (teks), gambar nyata, atau grafik. Dengan demikian Multirepresentasi adalah menyajikan kembali suatu konsep yang akan/telah disampaikan dalam berbagai format, yaitu verbal, matematis, gambar, dan grafik.

2.5.2 Fungsi Multirepresentasi

Menurut Ainsworth dalam Mahardika (2012:38) multirepresentasi memiliki tiga fungsi utama yaitu :

a. Multirepresentasi sebagai pelengkap

Multirepresentasi digunakan untuk memberikan representasi yang berisi informasi pelengkap atau membantu melengkapi proses kognitif.

b. Multirepresentasi sebagai pembatas interpretasi

Sebagai pembatas interpretasi, multirepresentasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterrepresentasi dalam menggunakan representasi yang lain.

c. Multirepresentasi sebagai pembangun pemahaman

Sebagai pembangun pemahaman, multirepresentasi digunakan untuk mendorong siswa membangun pemahaman konsep terhadap situasi secara mendalam.

2.5.3 Format Multirepresentasi

Waldrip dalam Mahardika (2012:45-47) mengatakan bahwa penyajian multirepresentasi dapat dikelompokkan secara khusus seperti pengetahuan tentang: gambar, model table, grafik, dan diagram.

a. Representasi Verbal

Representasi verbal diperlukan untuk memberikan definisi dari suatu konsep, sehingga representasi dari suatu konsep.

b. Representasi Matematik

Representasi matematik sangat diperlukan untuk menyelesaikan persoalan kuantitatif. Namun penggunaan representasi matematik ini akan banyak ditentukan keberhasilannya oleh penggunaan representasi kualitatif yang baik. Pada proses tersebutlah tampak bahwa siswa tidak seharusnya menghafalkan semua rumus matematik.

c. Representasi Gambar

Suatu konsep akan menjadi lebih jelas ketika dapat direpresentasikan dalam bentuk gambar. Gambar dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang masih bersifat abstrak. dalam fisika banyak bentuk diagram yang sering digunakan (sesuai konsep), antara lain : diagram gerak, diagram bebas benda (*free body diagram*), diagram garis medan (*field line diagram*), diagram rangkaian listrik (*electrical circuit diagram*), diagram sinar (*ray diagram*), diagram muka gelombang (*wave front diagram*), diagram energy keadaan (*energy state diagram*).

d. Representasi Grafik

Penjelasan yang panjang terhadap suatu konsep dapat direpresentasikan dalam suatu grafik. Oleh karena itu kemampuan dalam membuat dan membaca grafik adalah suatu keterampilan yang sangat diperlukan.

2.6 Hasil belajar

Hasil belajar merupakan hasil yang diperoleh siswa setelah terjadinya proses pembelajaran yang ditunjukkan dengan nilai tes yang diberikan oleh guru setiap selesai memberikan materi pelajaran pada suatu pokok bahasan. Hasil belajar adalah hasil dari suatu interaksi tindak belajar mengajar dan biasanya ditunjukkan dengan nilai tes yang diberikan guru. Hasil belajar merupakan tujuan akhir dilaksanakannya kegiatan pembelajaran di sekolah.

Hasil belajar dapat ditingkatkan melalui usaha sadar yang dilakukan secara sistematis mengarah kepada perubahan yang positif yang kemudian disebut dengan proses belajar. Akhir dari proses belajar adalah perolehan suatu hasil belajar siswa. Jika dikaji lebih mendalam, maka hasil belajar dapat tertuang dalam taksonomi

Bloom, yakni dikelompokkan dalam tiga ranah (domain) yaitu domain kognitif atau kemampuan berpikir, domain afektif atau sikap, dan domain psikomotor atau keterampilan. Tujuan Penilaian hasil belajar yaitu untuk mengetahui capaian penguasaan kompetensi oleh setiap peserta didik sesuai rencana pembelajaran. Ditinjau dari dimensi kompetensi yang ingin dicapai, ranah yang perlu dinilai meliputi ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif (Sani, 2015 :204-206).

Hasil Belajar siswa adalah kemampuan-kemampuan yang dimiliki oleh siswa setelah siswa menerima pengalaman belajarnya. Perkembangan pengetahuan siswa di dalam proses pembelajaran merupakan salah satu aspek dalam hasil belajar siswa. Hasil belajar siswa merupakan perubahan tingkah laku siswa yang mencakup bidang kognitif, afektif dan psikomotor. Hasil belajar siswa adalah pola-pola perbuatan, nilai-nilai, pengertian- pengertian, sikap-sikap, apresiasi, dan keterampilan. Hasil belajar berupa hal-hal berikut ini.

- a. Informasi *Verbal*, merupakan kemampuan mengungkapkan pengetahuan dalam bentuk bahasa baik secara lisan maupun secara tertulis.
- b. Keterampilan *Intelektual*, merupakan suatu kemampuan mempresentasikan konsep dan lambang. Terdiri dari kemampuan mengategorisasi, kemampuan analitis-sintesis fakta-konsep dan mengembangkan prinsip keilmuan.
- c. Strategi Kognitif, merupakan kemampuan dalam menyalurkan dan mengarahkan aktivitas kognitif peserta didik yang meliputi penggunaan konsep dan kaidah dalam pemecahan masalah
- d. Keterampilan Motorik, merupakan kemampuan peserta didik untuk melakukan serangkaian gerak jasmani dalam koordinasi sehingga terwujud otomatisme gerak jasmani
- e. Sikap, merupakan kemampuan menerima atau menolak objek berdasarkan penilaian terhadap objek tersebut. Sikap merupakan kemampuan menjadikan nilai-nilai sebagai standar perilaku (Thobroni,2016:20).

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa merupakan kemampuan yang dimiliki oleh siswa setelah menerima pelajaran

dengan mencakup bidang kognitif, afektif dan psikomotor. Hasil belajar dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal yang dihayati oleh peserta didik. Hasil belajar dapat ditinjau pada aspek kognitif, sehingga peneliti mengukur pada salah satu aspek, yaitu aspek kognitif.

2.7 Kualitas Hasil Pengembangan

Dalam penelitian pengembangan, hasil pengembangan dapat berupa prototipe instrument pembelajaran. Untuk memperoleh hasil pengembangan diperlukan penilaian. Nieveen dalam Hobri (2010:27) menyatakan bahwa suatu material dikatakan berkualitas jika memenuhi aspek: validitas (*validity*), kepraktisan (*practicality*), dan keefektifan (*effectiveness*).

2.7.1 Validitas (*validity*)

Validasi produk adalah upaya menghasilkan produk dengan validitas tinggi, yang dilakukan melalui uji validasi. Validasi dapat dilakukan oleh ahli dan pengguna. (Akbar.,2015:37).

a. Validasi Ahli

Validasi ahli dilakukan dengan cara seorang atau beberapa ahli pembelajaran menilai bahan ajar menggunakan instrumen validasi. Ia memberi masukan perbaikan buku ajar yang dikembangkan.

b. Validasi Pengguna

Bahan ajar yang diuji coba dalam praktik pembelajaran dikelas berarti digunakan oleh penyusunnya ataupun guru (pengguna). Pengguna akan mengetahui kehebatan atau kekurangannya dari sisi relevansi, akurasi, keterbacaan, dan kebakasaannya. Berdasarkan penilaian tersebut pengguna dapat memberi masukan perbaikan bahan ajar yang dikembangkan.

Tabel 2. 1. Aspek dan indikator validasi

No	Aspek Validasi
1	Relevansi
2	Keakuratan
3	Kelengkapan Sajian
4	Sistematika Sajian
5	Cara Penyajian
6	Kesesuaian Bahasa

(Akbar,2015:39-40).

2.7.2 Kepraktisan (*practicality*)

Dalam penelitian pengembangan Van den Akker dalam Rochmad (2011:15) menyatakan “*development research aims at making both practical and scientific contribution*”. Penelitian pengembangan bertujuan untuk keduanya, kontribusi ilmiah dan kepraktisan. Berkaitan dengan kepraktisan Nieveen dalam Hobri (2010:27) mengembangkan instrumen pembelajaran dengan mengukur tingkat kepraktisan dilihat dari apakah guru (dan pakar-pakar lainnya) mempertimbangkan instrumen mudah dan dapat digunakan oleh guru dan siswa . Dalam penelitian pengembangan instrumen yang dikembangkan dikatakan praktis jika para ahli dan praktisi menyatakan bahwa secara teoritis bahwa instrumen dapat diterapkan dilapangan dan tingkat keterlaksanaannya termasuk dalam kategori baik. Indikator yang diperlukan untuk menentukan tingkat kepraktisan adalah dengan melihat apakah komponen-komponen dari instrumen yang dikembangkan dapat dilaksanakan oleh guru dikelas.

Tabel 2. 2.Aspek Keterlaksanaan Pembelajaran

No	Aspek Yang Dinilai
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.

(Hobri,2010:107-108)

2.7.3 Efektivitas (*effectiveness*)

Efektivitas berarti berusaha untuk dapat mencapai sasaran yang telah ditetapkan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan, sesuai pula dengan rencana, baik dalam penggunaan data, sarana maupun waktu atau usaha dengan suatu aktivitas fisik maupun non-fisik (Supardi, 2013: 163). Efektivitas pembelajaran diukur dengan tercapainya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan atau dengan kata lain ketepatan dalam mengelola suatu situasi pembelajaran (Warsita, 2008:278). Van den Akker dalam Rochmad (2011:15) menyatakan "*affectiveness refer to the extent that the experiences and outcomes with the intervention are consistent with the intended aims*". Keefektifan mengacu pada tingkatan bahwa pengalaman dan hasil intervensi konsisten dengan tujuan yang dimaksud.

Nieveen dalam Hobri (2010:27) dalam kerja berkaitan dengan pengembangan instrumen pembelajaran mengukur tingkat keefektifan dilihat dari tingkat penghargaan siswa dalam mempelajari program dan keinginan siswa untuk terus menggunakan program tersebut. Dalam penelitian pengembangan indikator untuk menyatakan bahwa keterlaksanaan intervensi dikatakan efektif dapat dilihat dari komponen: (1) keteuntasan hasil belajar, (2) aktivitas siswa, (3) kemampuan guru mengelola pembelajaran, (4) respon siswa. Jadi untuk mengukur tingkat keefektifan dari instrumen pembelajaran yang dikembangkan dapat dilihat dari hasil belajar siswa menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test*.

2.8 Hukum Newton Gravitasi

Pada abad XVI Masehi, Newton mengemukakan bahwa ada suatu "gaya pada suatu jarak" yang memungkinkan dua benda atau lebih saling berinteraksi. Istilah tersebut oleh Michael Faraday, pada abad XVIII diubah menjadi istilah medan. Medan adalah tempat disekitar suatu besaran fisik yang masih dipengaruhi oleh besaran tersebut dalam satuan tertentu.

2.8.1 Gaya Gravitasi

Dalam penelitiannya, Newton menyimpulkan bahwa gaya gravitasi atau gaya tarik-menarik antara dua benda dipengaruhi jarak kedua benda tersebut, sehingga

gaya gravitasi bumi berkurang sebanding dengan kuadrat jaraknya. Bunyi hukum gravitasi Newton adalah “setiap partikel di alam semesta ini akan mengalami gaya tarik satu dengan yang lain. Besar gaya tarik-menarik ini berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar keduanya”.

Secara matematis, hukum gravitasi Newton dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F \propto \frac{Mm}{r^2}$$
$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (2.1)$$

Pada persamaan di atas muncul konstanta G. Konstanta ini merupakan nilai tetapan gravitasi bumi. Penentuan nilai G pertama kali dilakukan oleh Herry Canvendish dengan menggunakan neraca torsi, yang kemudian dikenal dengan neraca Canvendish. Percobaan tersebut menghasilkan besar tetapan gravitasi bumi yaitu $6,672 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$.

2.8.2 Medan Gravitasi

Benda akan tertarik oleh gaya gravitasi benda lain atau planet jika benda tersebut berada dalam pengaruh medan gravitasi. Medan gravitasi ini akan menunjukkan besarnya percepatan gravitasi dari suatu benda disekitar benda lain atau planet. Besarnya medan gravitasi atau percepatan gravitasi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$g = \frac{G \frac{Mm}{r^2}}{m}$$
$$g = G \frac{M}{r^2} \quad (2.2)$$

Hal yang perlu diperhatikan dalam membahas medan gravitasi atau percepatan gravitasi adalah besar percepatan gravitasi diberbagai tempat dipermukaan bumi tidaklah sama, yaitu bergantung dengan ketinggian tempat tersebut dari permukaan laut.

2.8.3 Percepatan Gravitasi

Percepatan gravitasi pada permukaan Bumi dengan jari-jari R

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (2.3)$$

$$gR^2 = GM \quad (2.4)$$

Percepatan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan Bumi adalah

$$g' = G \frac{M}{(R + h)^2} \quad (2.5)$$

$$g'(R + h)^2 = GM \quad (2.6)$$

Nilai GM pada masing-masing posisi adalah sama. Maka, dapat kita substitusi persamaan (2.5) dan (2.6) menjadi

$$g'(R + h)^2 = gR^2 \quad (2.7)$$

$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{h + R} \right)^2 \quad (2.8)$$

$$g' = \left(\frac{R}{h + R} \right)^2 g \quad (2.9)$$

Untuk mendapatkan nilai gravitasi di planet lain dapat kita cari menggunakan perbandingan percepatan gravitasi di planet tersebut dengan percepatan gravitasi Bumi. Berikut selengkapnya.

$$\frac{g_p}{g_b} = \frac{G \frac{m_p}{R_p^2}}{G \frac{m_b}{R_b^2}} = \frac{m_p}{R_p^2} \times \frac{R_b^2}{m_b} \quad (2.10)$$

$$\frac{g_p}{g_b} = \left(\frac{m_p}{m_b} \right) \times \left(\frac{R_b}{R_p} \right)^2 \quad (2.11)$$

$$g_p = \left(\frac{m_p}{m_b} \right) \times \left(\frac{R_b}{R_p} \right)^2 \times g_b \quad (2.12)$$

2.8.4 Hukum-hukum Kepler

a. Hukum I Kepler

Hukum I Kepler menyatakan sebagai berikut. “ setiap planet bergerak pada lintasan berbentuk elips dengan matahari berada pada salah satu fokusnya”.

Hukum dapat menjelaskan lintasan planet yang berbentuk elips, namun belum dapat menjelaskan kedudukan planet terhadap matahari.

b. Hukum II Kepler

Hukum II Kepler menyatakan sebagai berikut. “ suatu garis khayal yang menghubungkan matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama”. Pada selang waktu Δt_1 planet menempuh lintasan dari A ke A', dan pada selang waktu Δt_2 planet menempuh lintasan B ke B'. jika $\Delta t_1 = \Delta t_2$ maka luas AMA sama dengan BMB. Dengan konsekuensi jika planet tersebut dekat dengan matahari akan bergerak lebih cepat dibandingkan ketika jauh dari matahari.

c. Hukum III Kepler

Hukum III Kepler menyatakan sebagai berikut. “ perbandingan antara kuadrat waktu revolusi dengan pangkat tiga jarak rata-rata planet ke matahari adalah sama untuk semua planet”. Hukum III Kepler dirumuskan sebagai berikut

$$\frac{T^2}{R^3} = k \quad (2.13)$$

atau

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3} \quad (2.14)$$

2.8.5 Kesesuaian Hukum Newton dengan Hukum Kepler

Kesesuaian Hukum Newton dengan Hukum Kepler dapat dijelaskan melalui pendekatan bahwa orbit planet adalah lingkaran dan matahari terletak pada pusatnya.

Sebagaimana yang telah diketahui bahwa gaya tarik-menarik antar planet dengan matahari dapat dituliskan sebagai $F_g = G \frac{Mm}{R^2}$, karena planet bergerak dalam lintasan lingkaran maka planet akan mengalami gaya sentripetal yang besarnya adalah

$$F_s = m \frac{v^2}{R} \quad (2.15)$$

Dalam hal ini $F_g = F_s$ maka :

$$m \frac{v^2}{R} = G \frac{Mm}{R^2} \quad (2.16)$$

Sedangkan pada gerak melingkar berlaku

$$v = \omega R \text{ dengan } \omega = \frac{2\pi}{T} \quad (2.17)$$

Jika persamaan 2.7 disubstitusikan ke persamaan 2.6 akan diperoleh

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = k \quad (2.18)$$

Berdasarkan uraian diatas, dapat kita ketahui bahwa Hukum gravitasi Newton memiliki kesesuaian dengan tata edar planet yang dirumuskan oleh Kepler (Giancoli, 2005:117-125).

2.9 Lembar Kerja Siswa Hukum Newton Gravitasi Berbasis

Multirepresentasi Terintegrasi *PhET Simulation* Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA

Lembar kerja siswa (LKS) gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* adalah lembar kerja siswa materi gravitasi Newton yang setiap uraian materinya disajikan dalam bentuk format representasi (verbal, matematis, gambar, dan grafik), latihan soal yang terdapat dalam LKS ini juga disajikan dalam bentuk format representasi (verbal, matematis, gambar, dan grafik). Kegiatan praktikum yang disajikan dalam LKS ini dilaksanakan dengan menggunakan aplikasi laboratorium virtual (*PhET Simulation*), LKS ini mampu untuk melatih kemampuan multirepresentasi siswa, sehingga hasil belajar siswa juga turut meningkat. Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Mahardika *et al* (2017:3832) menyatakan bahwa proses belajar menggunakan lembar kerja siswa (LKS) berbasis representasi verbal dan matematis dapat meningkatkan aktivitas belajar dan hasil belajar siswa, Laili *et al* (2015) menyatakan pembelajaran menggunakan LKS berbasis multirepresentasi dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa SMA, dan Sinulingga *et al* (2016) menyatakan bahwa hasil belajar fisika siswa mengalami peningkatan setelah pembelajaran menggunakan media *Phet simulation*.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian *Research Development* (penelitian pengembangan). Penelitian pengembangan ini dilaksanakan untuk memperoleh suatu produk bahan ajar yang valid, praktis, dan efektif. Produk bahan ajar yang dikembangkan adalah Lembar Kerja Siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation*. LKS yang dikembangkan adalah LKS cetak materi hukum Newton gravitasi untuk siswa SMA berbasis format-format representasi pembelajaran fisika dan diintegrasikan dengan aplikasi *Phet Simulation* setiap uraian materinya.

3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional dijelaskan dengan tujuan agar tidak ada perbedaan persepsi dan pengertian yang meluas dalam penelitian ini. Istilah yang akan didefinisikan dalam hal ini adalah sebagai berikut

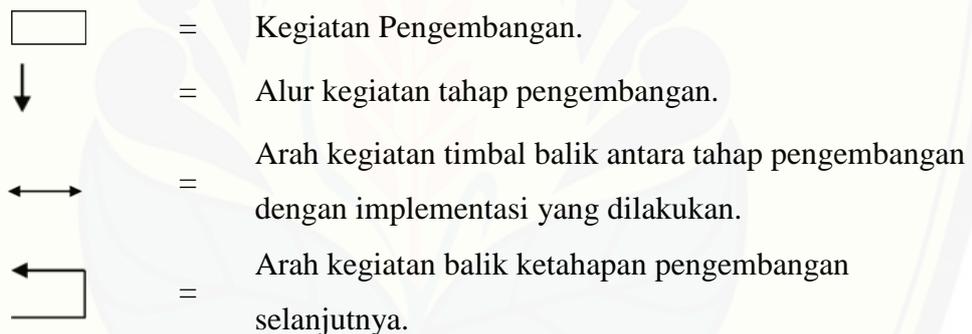
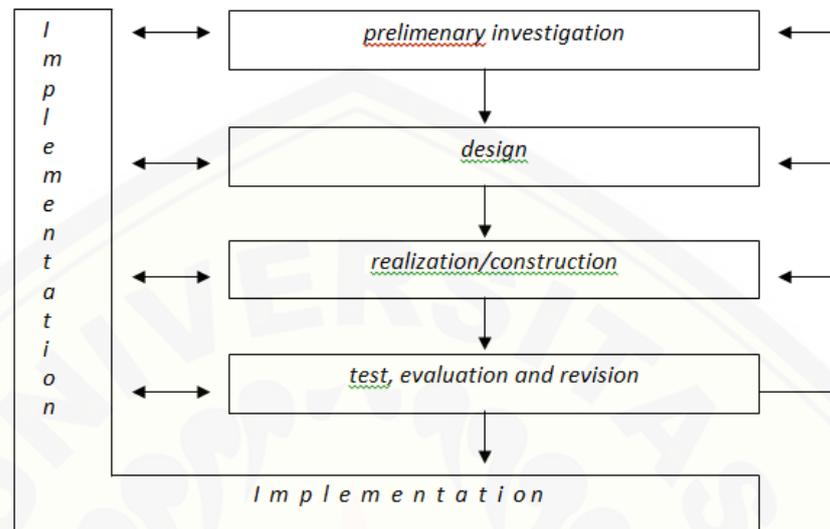
- a. Lembar Kerja Siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* adalah suatu produk berupa bahan ajar cetak materi gravitasi Newton untuk siswa SMA berbasis format representasi pembelajaran fisika dan dengan mengintegrasikan aplikasi *Phet Simulation* dalam uraian materinya.
- b. Hasil belajar adalah hasil yang diperoleh siswa setelah proses pembelajaran menggunakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation*.
- c. Validitas LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* adalah validasi ahli oleh validator yaitu 2 pakar sebagai validator ahli dan 1 guru SMA sebagai validator pengguna. Kegiatan validasi dilakukan untuk mengetahui apakah LKS sudah sebagaimana mestinya (valid) sesuai kriteria yang sudah ditentukan. Terdapat beberapa aspek yang menjadi acuan validasi yaitu :

1. Relevansi
 2. Keakuratan
 3. Kelengkapan sajian
 4. Sistematika sajian
 5. Cara penyajian
 6. Kesesuaian bahasa
- d. Kepraktisan adalah ukuran apakah lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* yang dikembangkan dapat diterapkan secara nyata di lapangan dengan kriteria baik. Kepraktisan dapat diperoleh dari data keterlaksanaan pembelajaran menggunakan LKS yang dikembangkan. Data kepraktisan didapatkan menggunakan lembar observasi saat pembelajaran berlangsung dikelas. Observasi dilakukan oleh observer yaitu 1 guru SMAN 1 Pakusari Kabupaten Jember, dan 2 mahasiswa pendidikan fisika Universitas Jember semester akhir.
- e. Efektivitas LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* adalah ukuran kemampuan LKS yang dikembangkan untuk mencapai tujuan yaitu untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa setelah diimplementasikan dalam pembelajaran di kelas. Efektivitas diukur dari hasil belajar kognitif siswa melalui soal *pre-test* dan *post-test* dalam format multirepresentasi.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan Tjeerd Plomp. Pemilihan pengembangan model Plomp pada penelitian ini dikarenakan pengembangan model ini memiliki kelebihan, antara lain uraian setiap fase yang detail dan sistematis, mudah dipahami dan model pengembangan ini cocok untuk diterapkan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran. Dalam penelitian pengembangan ini, model Plomp yang digunakan terdiri dari 5 fase, yaitu: 1) fase investigasi awal (*Preliminary Research*), 2) fase desain (*Design*), 3) fase realisasi/konstruksi (*Realization/Construction*), 4) fase tes, evaluasi, dan revisi dan

5) fase implementasi (Hobri, 2010:17). Untuk lebih jelasnya skema langkah penelitian seperti gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1. Alur pengembangan model Plomp (Hobri, 2010)

3.4 Prosedur Penelitian

Tahapan-tahapan penelitian ini disesuaikan dengan setiap tahapan model pengembangan Plomp. Menurut Plomp dalam Hobri (2010:17-24) model pengembangan Plomp memiliki tahapan sebagai berikut :

3.4.1 Tahap Investigasi Awal (*Preliminary Research*)

Tujuan fase penelitian awal adalah menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan pengembangan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis Multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang akan dikembangkan. Pada tahapan ini dilakukan kegiatan analisis terhadap (1)

permasalahan (1) kondisi siswa, (2) analisis kurikulum yaitu, analisis materi, merumuskan kompetensi dasar, dan spesifikasai kompetensi, yang di jelaskan sebagai berikut:

a. Analisis Ujung Depan

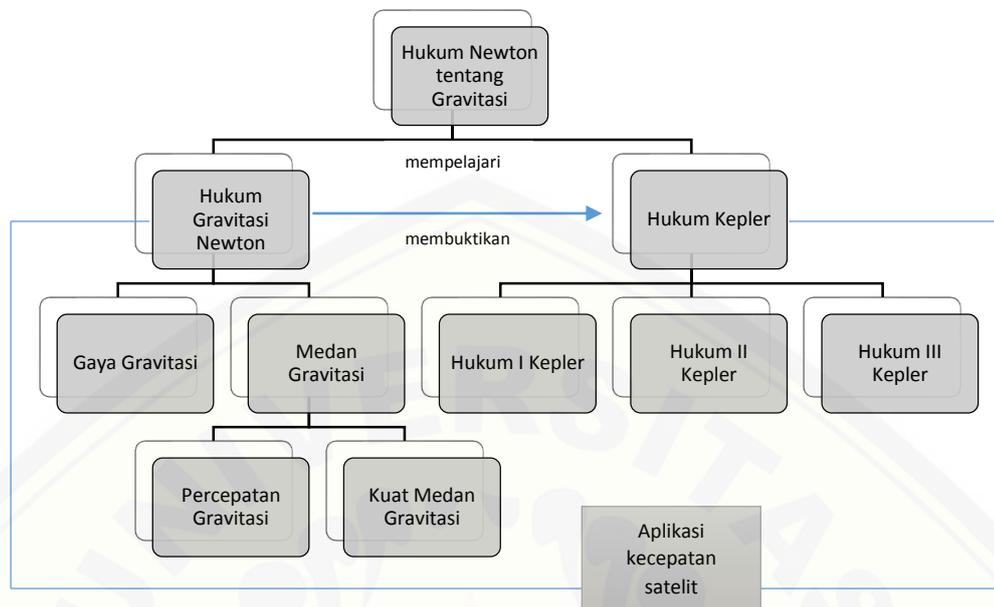
Analisis ujung depan dilakukan untuk menentukan masalah dasar yang dibutuhkan dalam penelitian. Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap beberapa guru fisika SMA di Kabupaten Jember, didapatkan informasi bahwa siswa kesulitan untuk memahami materi fisika hukum Newton gravitasi yang mencakup alam semesta dan bersifat abstrak, selain itu juga pembelajaran dikelasbelum menggunakan bahan ajar yang dikembangkan sendiri oleh guru sesuai kebutuhan siswa dan masih terpaku pada penggunaan buku paket yang sulit pahami dan juga sulit untuk didapatkan.

b. Analisis Siswa

Analisis siswa merupakan telaah tentang karakteristik siswa kelas X SMA yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan LKS, yaitu meliputi kemampuan, latar belakang pengetahuan, tingkat perkembangan kognitif siswa dan keterampilan yang dimiliki siswa. Siswa SMA kelas X rata-rata berusia 15-17 tahun, dan sesuai dengan teori Piaget, pada usia tersebut siswa dapat berpikir secara abstrak, kemampuan memahami fakta sudah lebih baik, dan kemampuan untuk menghubungkan suatu peristiwa sudah cukup matang.

c. Analisis Materi

Analisis materi ditujukan untuk merinci dan menyusun secara sistematis materi hukum Newton gravitasi yang digunakan dalam pengembangan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* , yang ditunjukkan seperti gambar 3.2 berikut:



Gambar 3. 2. peta konsep materi hukum Newton gravitasi

d. Analisis Tugas

Analisis tugas dilakukan untuk merinci isi materi dalam bentuk garis besar sesuai dengan analisis kurikulum. Analisis tugas pada penelitian pengembangan ini diuraikan dari kurikulum 2013 revisi 2016 materi gravitasi seperti pada tabel 3.1 berikut .

Tabel 3. 1. kompetensi dasar materi hukum Newton gravitasi

NO	Kompetensi Dasar
1	3.8 Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton.
2	4.8 Menyajikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari berbagai sumber informasi.

e. Spesifikasi Kompetensi

Spesifikasi kompetensi ditujukan mengkonversikan kompetensi dari analisis materi dan analisis tugas menjadi sub-sub kompetensi. Pada tahap ini dapat disebut juga dengan merumuskan tujuan pembelajaran yang menjadi dasar

dalam rancangan pengembangan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* berdasarkan hasil analisis materi dan analisis tugas.

Tabel 3. 2. Indikator pembelajaran materi hukum Newton gravitasi

NO	Indikator Pembelajaran
1	3.8.1. Memahami konsep gaya gravitasi
2	3.8.2. Menganalisis resultan gaya gravitasi dalam sistem partikel
3	3.8.3. Menganalisis hubungan antar variabel dalam gaya gravitasi
4	3.8.4. Memahami konsep medan gravitasi
5	3.8.5. Menganalisis percepatan gravitasi ditempat yang berbeda
6	3.8.6. Menganalisis hubungan antar variabel medan gravitasi
7	3.8.7 Memahami konsep hukum kepler
8	3.8.8 Menerapkan konsep hukum Kepler pada gerak satelit
9	3.8.9 Menganalisis hubungan antar variabel dalam hukum kepler

Tabel 3. 3. tujuan pembelajaran materi hukum Newton gravitasi

NO	Tujuan Pembelajaran
1	3.8.1.1. Siswa dapat mengidentifikasi teori hukum gravitasi Newton melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .
2	3.8.1.3. Siswa dapat menentukan besarnya nilai konstanta gravitasi melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .
3	3.8.2.1. Siswa dapat menganalisis resultan gaya gravitasi dalam suatu sistem partikel melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .
4	3.8.3.1. Siswa dapat menganalisis hubungan gaya gravitasi, massa partikel, dan jarak melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i>
5	3.8.4.1. Siswa dapat memahami konsep kuat medan gravitasi melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .
6	3.8.5.1. Siswa dapat membandingkan percepatan gravitasi pada planet yang berbeda melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .
7	3.8.5.2. Siswa dapat membandingkan percepatan gravitasi yang dialami benda dengan massa yang berbeda melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .
8	3.8.6.1. Siswa dapat menganalisis hubungan antar variabel medan gravitasi melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> .

-
- | | |
|----|--|
| 9 | 3.8.7.1. Siswa dapat menjelaskan hukum-hukum kepler melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> . |
| 10 | 3.8.8.1. Siswa dapat membuktikan hukum II kepler melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> . |
| 11 | 3.8.8.2. Siswa dapat menerapkan hukum III kepler untuk menentukan jari-jari orbit, periode orbit, dan kecepatan planet melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> . |
| 11 | 3.8.8.3. Siswa dapat membuktikan hukum kepler menurut newton melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> . |
| 12 | 3.8.8.4. Siswa dapat menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum kepler melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> . |
| 13 | 3.8.9.1. Siswa dapat menganalisis hubungan antar variabel dalam hukum kepler melalui LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET simulation</i> . |
-

3.4.2 Tahap Perancangan (*Desain*)

Pada tahap ini adalah merancang lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* sesuai dengan yang telah didapatkan pada fase penelitian awal. Beberapa kegiatan pada tahap perancangan yaitu (1) penyusunan rencana pembelajaran, (2) pemilihan media, (3) pemilihan format, dan (4) desain awal, yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Penyusunan rencana pembelajaran

Perumusan gambaran pembelajaran disesuaikan dengan analisis siswa, analisis materi, analisis tugas, dan spesifikasi kompetensi. Pada tahap ini adalah merumuskan gambaran pembelajaran yang akan diterapkan menggunakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi terintegrasi praktikum *virtual Phet Simulation* yang dikembangkan dengan berbasis format-format multirepresentasi di dalam kegiatan pembelajarannya.

b. Pemilihan media

Kegiatan pemilihan media pembelajaran dilakukan untuk menentukan bahan ajar yang tepat, sesuai dengan hasil analisis siswa, analisis materi, analisis tugas, dan spesifikasi kompetensi. Bahan ajar yang dipilih berupa lembar kerja siswa

(LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation*.

c. Pemilihan Format

Format lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang dikembangkan oleh peneliti yaitu lembar kerja siswa (LKS) cetak yang sesuai dengan standar BSNP, yang berukuran A4 (21x29,7) cm. LKS ini didesain secara menarik, mudah dipelajari, dan disertai praktikum-praktikum virtual. Proses pendesainan LKS yang dikembangkan oleh peneliti di desain menggunakan Microsoft Word 2010. Pengembangan LKS hukum Newton gravitasi ini berbasis format-format representasi (multirepresentasi) pembelajaran fisika dalam uraian materinya.

d. Desain awal

Rancangan kegiatan yang dilakukan sebelum mengembangkan LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi, meliputi analisis format multirepresentasi yang sesuai dengan analisis materi dan analisis tugas, penyusunan struktur/isi LKS yang dikembangkan dan penyusunan perangkat pembelajaran berupa, RPP, dan pembuatan instrumen penilaian.

3.4.3 Tahap Realisasi (*Construction*)

Tahapan realisasi/konstruksi merupakan lanjutan kegiatan dari tahap desain yang bertujuan untuk menghasilkan *prototipe 1* sebagai realisasi tahap sebelumnya. Tujuan dari tahap ini adalah menghasilkan suatu produk berupa lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation*. *Prototipe 1* inilah yang akan terus dikembangkan pada tahap pengembangan berikutnya, yaitu tahap tes, evaluasi, dan revisi untuk menentukan apakah produk memenuhi kriteria valid dan efektif.

3.4.4 Tahap Tes, Evaluasi, dan Revisi

Pada tahapan ini dilakukan kegiatan yaitu (1) validasi dan (2) uji coba lapangan (uji terbatas) yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Validasi

Kegiatan validasi merupakan proses validasi oleh validator terhadap produk lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang dikembangkan oleh peneliti sebelum dilakukan uji lapangan (uji terbatas). Validasi yang digunakan adalah validasi ahli dan validasi pengguna. Validator, instrumen validasi, metode perolehan data dijelaskan sebagai berikut.

1. Subjek Validator

Validasi pada penelitian pengembangan ini menggunakan dua dosen program studi pendidikan fisika-jurusan MIPA-universitas Jember sebagai validator ahli dan seorang guru SMAN 1 Pakusari Kabupaten Jember sebagai validator pengguna.

2. Instrumen Validasi

Data validasi didapatkan melalui instrumen lembar validasi. Lembar validasi digunakan untuk mengetahui kekurangan dari lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang dikembangkan. Selain itu lembar validasi digunakan untuk memperoleh masukan atau saran terhadap perbaikan LKS yang dikembangkan. Aspek atau kriteria yang dinilai dalam kegiatan validasi adalah 1) relevansi, 2) keakuratan, 3) kelengkapan sajian, 4) sistematika sajian, 5) cara penyajian, dan 6) kesesuaian bahasa. Lembar validasi ahli digunakan oleh validator untuk memberikan nilai, kritik dan saran terhadap LKS yang dikembangkan. Terdapat lima skala penilaian yang digunakan untuk validasi yaitu, tidak valid (nilai 1), kurang valid (nilai 2), cukup valid (nilai 3), valid (nilai 4), dan sangat valid (nilai 5) (Hobri,2010:38).

3. Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan lembar validasi oleh validator. Validator memberikan penilaian dengan cara memberikan tanda *check* (\surd) pada baris kolom yang sesuai dengan kriteria di lembar penilaian yang sudah diberikan kepada validator. Selanjutnya validator dapat menuliskan kritik dan saran bagi produk lembar kerja siswa (LKS) hukum

Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* pada bagian yang telah tersedia.

4. Teknik Analisis Data

Berdasarkan hasil penilaian dari validator, ditentukan rata-rata nilai indikator yang diberikan oleh masing-masing validator. Berdasarkan rata-rata nilai indikator yang diberikan oleh masing-masing validator. Berdasarkan rata-rata nilai indikator ditentukan rata-rata nilai untuk setiap aspek penilaian. Menurut Hobri (2010 : 52-53), mengemukakan bahwa rata-rata untuk setiap aspek dengan langkah-langkah berikut.

- a) Melakukan rekapitulasi data penilaian ke dalam tabel yang meliputi aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (V_{ji}) untuk masing-masing validator.
- b) Menentukan rata-rata nilai hasil validasi dari semua validator untuk setiap indikator dengan rumus:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n}$$

Dengan V_{ji} adalah data nilai validator ke-j terhadap indikator ke-i
n adalah banyaknya validator

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai.

- c) Menentukan rerata nilai untuk setiap aspek dengan rumus:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^m I_{ij}}{m}$$

Dengan A_i adalah rerata nilai untuk aspek ke-i

I_{ij} adalah rerata untuk aspek ke-i indikator ke-j

m adalah banyaknya indikator dalam aspek ke-i

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai.

- d) Menentukan nilai V_a atau nilai rerata total dari rerata nilai untuk semua aspek dengan rumus:

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$$

Dengan V_a adalah nilai rerata total untuk semua aspek

A_i adalah rerata nilai untuk aspek ke- i

n adalah banyaknya aspek

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai. Selanjutnya nilai V_a atau nilai rata-rata total ini dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan modul seperti tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4. kategori validitas

Kategori Validitas	Interval
Tidak Valid	$1 \leq V_a < 2$
kurang valid	$2 \leq V_a < 3$
cukup valid	$3 \leq V_a < 4$
Valid	$4 \leq V_a < 5$
sangat valid	$V_a = 5$

(Hobri,2010: 52)

Kriteria validitas lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* dapat dikatakan baik, jika minimal validitas yang dicapai adalah tingkat valid. Jika tingkat kevalidan dibawah valid, maka perlu direvisi berdasarkan masukan atau saran yang diberikan oleh validator. Selanjutnya dilakukan validasi ulang, demikian seterusnya sampai diperoleh produk lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang siap diuji coba lapangan.

b. Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan merupakan tahap yang dilakukan untuk menguji cobakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang telah di validasi untuk mendapatkan data langsung dari lapangan tentang LKS yang dikembangkan. Uji coba lapangan ini juga dapat dikatakan uji coba skala kecil. Data yang diambil dari tahap ini yaitu berupa kepraktisan (*practicality*) dan efektivitas (*effectiveness*) lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* untuk mengetahui efektivitas dari LKS yang

dikembangkan. Kegiatan ujicoba lapangan dilakukan secara berulang. Jika ujicoba LKS sub bab 1 belum memperoleh kriteria yang maksimal maka dilakukan analisis dan revisi, maka sub bab berikutnya juga dilakukan revisi mengikuti sub bab sebelumnya, lalu kemudian dilakukan ujicoba kembali. Hal tersebut terus dilakukan hingga memperoleh kriteria kepraktisan dan efektivitas yang maksimal.

1. Subjek, Tempat dan Waktu Uji Coba

a) Subjek Penelitian

Subjek ujicoba lapangan pengembangan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* adalah satu kelas siswa kelas X MIPA 4 SMAN Pakusari Kabupaten Jember.

b) Tempat Penelitian

Tempat ujicoba lapangan pengembangan lembar kerja siswa (LKS) gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* dilaksanakan di SMAN Pakusari Kabupaten Jember. Pemilihan SMAN Pakusari Kabupaten Jember sebagai tempat penelitian berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu diantaranya, SMAN Pakusari belum menggunakan bahan ajar materi gravitasi Newton yang dikembangkan sendiri oleh guru sesuai tuntutan kurikulum 2013, dan belum pernah dilakukan penelitian dengan judul yang serupa di SMAN Pakusari Kabupaten Jember.

c) Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018.

2. Efektivitas

Efektivitas berarti usaha untuk mencapai sasaran yang telah ditetapkan sesuai dengan keperluan yang diperlukan, sesuai pula dengan rencana, baik dalam penggunaan data, sarana maupun waktu atau usaha dengan suatu aktivitas fisik maupun non-fisik (Supardi, 2013:163). Efektivitas dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana lembar kerja siswa

(LKS) gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* efektif meningkatkan hasil belajar siswa. Penjelasan mengenai instrumen perolehan data, metode perolehan data dan analisis data tentang efektivitas LKS akan dijelaskan sebagai berikut.

a) Metode perolehan data

Metode perolehan data untuk efektivitas lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* ditinjau dari aspek hasil belajar menggunakan tes tertulis yang diberikan pada awal pembelajaran berupa *pretest* dan setelah kegiatan pembelajaran berakhir berupa *post test*.

b) Instrumen perolehan data

Instrumen untuk memperoleh data efektivitas lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* didapat dari data aspek hasil belajar yaitu menggunakan soal *pre test* dan *post test*.

c) Teknik Analisis data

Efektivitas lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* yang ditinjau dari aspek hasil belajar dianalisis melalui metode *N-gain* ternormalisasi yaitu dengan mengukur gain nilai siswa sebelum dan setelah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation*. Menurut Hake (1999) rumus *N-gain* ternormalisasi sebagai berikut.

$$g = \frac{S_f - S_i}{S_{max} - S_i}$$

Keterangan :

g = gain

S_f = Nilai rata-rata *post-test*

S_i = Nilai rata-rata *pre-test*

S_{max} = Nilai tertinggi yang diperoleh siswa

Dengan Kriteria efektifitas yang terinterpretasi dari nilai gain ternormalisasi seperti tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 5. kriteria efektifitas

Interval nilai (g)	Kategori
$0,70 \leq n \leq 1,00$	Tinggi
$0,30 \leq n \leq 0,70$	Sedang
$0,00 \leq n \leq 0,30$	Rendah

(Hake,1999)

3. Kepraktisan

Kepraktisan (*practicality*) merupakan kemampuan suatu instrumen pembelajaran untuk dapat diterapkan secara nyata dilapangan dengan kriteria baik (Hobri,2010:27). Kepraktisan didapatkan dari data keterlaksanaan pembelajaran menggunakan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*. Kepraktisan pada penelitian ini adalah kemampuan LKS yang dikembangkan untuk dapat diterapkan secara nyata dilapangan. Penjelasan mengenai instrumen perolehan data, metode perolehan data dan analisis data tentang kepraktisan LKS yang dikembangkan akan dijelaskan sebagai berikut.

a) Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data kepraktisan didapatkan melalui observasi yang dilakukan oleh *observer* yaitu tiga orang mahasiswa pendidikan fisika Universitas Jember yang sedang menempuh tugas akhir.

b) Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data untuk memperoleh data kepraktisan yaitu lembar observasi yang digunakan oleh *observer* untuk menilai keterlaksanaan pembelajaran menggunakan lembar kerja siswa (LKS) gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.

c) Teknik analisis data

Untuk mengetahui kepraktisan lembar kerja siswa (LKS) gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *Phet Simulation* data

didapatkan dari pengamatan oleh *observer*. Skor yang diberikan oleh *observer* pada lembar oservasi saat mengamati pembelajaran adalah dengan rentang 1 sampai 4 (1: tidak baik, 2: kurang baik, 3: baik, 4: sangat baik). Kemudian data yang didapatkan oleh *observer* dianalisis sebagai berikut.

- 1) Melakukan rekapitulasi data penilaian ke dalam tabel yang meliputi aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (P_{ji}) untuk total jumlah pertemuan.
- 2) Menentukan rata-rata nilai hasil oservasi untuk total pertemuan dan untuk setiap indikator pengamatan dengan rumus:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n P_{ji}}{n}$$

Dengan P_{ji} adalah data nilai pengamatan pertemuan ke- j terhadap indikator ke- i

n adalah banyaknya pertemuan.

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai.

- 3) Menentukan rerata nilai untuk setiap aspek pengamatan dengan rumus:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^m I_{ij}}{m}$$

Dengan A_i adalah rerata nilai untuk aspek ke- i

I_{ij} adalah rerata untuk aspek ke- i indikator ke- j

m adalah banyaknya indikator dalam aspek ke- i

Hasil yang diperoleh kemudian ditulis pada kolom dalam tabel yang sesuai.

- 4) Menentukan nilai IO atau nilai rerata total dari rerata nilai untuk semua aspek dengan rumus:

$$IO = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$$

Dengan IO adalah nilai rerata total untuk semua aspek

A_i adalah rerata nilai untuk aspek ke- i

n adalah banyaknya aspek

Selanjutnya rerata nilai aspek (IO) ini dirujuk pada interval penentuan tingkat keterlaksanaan LKS sebagai berikut.

Tabel 3. 6. Kategori kepraktisan

Kategori Kepraktisan	Interval
Tidak praktis	$1 \leq IO < 2$
Kurang praktis	$2 \leq IO < 3$
Praktis	$3 \leq IO < 4$
Sangat praktis	$IO = 4$

(Hobri,2010: 56)

Kriteria menyatakan LKS memiliki kepraktisan yang baik, jika minimal tingkat IO yang di capai adalah kategori praktis. Jika tingkat pencapaian IO dibawah praktis, maka perlu dilakukan revisi untuk selanjutnya dilakukan ujcoba berikutnya.

3.4.5 Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap ini lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* yang dihasilkan pada tahap (Tes, Evaluasi, dan Revisi) diimplementasikan atau diterapkan dalam situasi yang memungkinkan masalah terjadi secara aktual. Pada tahap ini juga dilakukan kegiatan desiminasi. Desiminasi merupakan penyebarluasan produk pada kelas atau sekolah lain di Kabupaten Jember, kegiatan desiminasi ini dilaksanakan pada tiga sekolah yang berada di kabupaten Jember yaitu SMAN Pakusari, SMA Muhammadiyah 3 Jember, SMAN Plus Sukowono. Data yang diperoleh yaitu efektivitas produk pada skala yang lebih besar.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh pada hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah melalui tahap validasi ahli dan validasi pengguna dengan nilai validasi akhir 4,15 dan dikategorikan valid. LKS ini telah layak digunakan pada kegiatan pembelajaran.
- b. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah diuji coba lapangan dan dikategorikan praktis. Hal ini dapat dilihat dari nilai kepraktisan yang diperoleh tiap sub bab masing-masing yaitu sub bab pertama 3,57, sub bab kedua 3,28, dan sub bab ketiga 3,42.
- c. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah diuji coba lapangan dan dikategorikan efektif, dengan nilai *N-gain* efektivitas akhir 0,75 dan berkategori efektivitas tinggi.
- d. Lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* telah melalui tahap desiminasi (penyebar luasan) dan dikategorikan efektif, dengan nilai rata-rata *N-gain* 0,71 dan berkategori efektivitas tinggi.

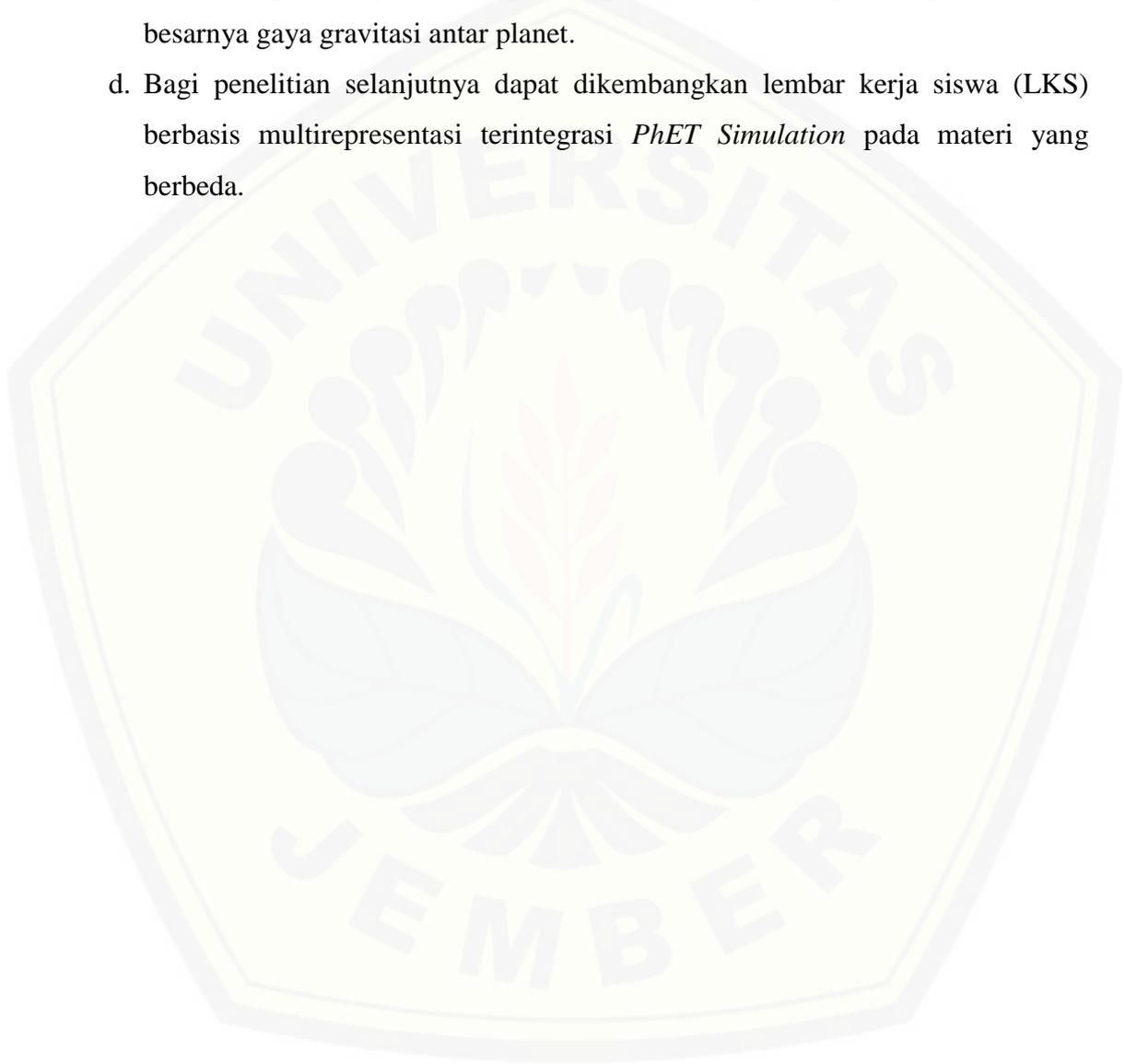
5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengembangan dan penelitian yang telah dilakukan, saran yang diajukan sebagai berikut.

- a. Sarana yang dibutuhkan untuk melakukan kegiatan percobaan menggunakan aplikasi *PhET Simulation* harus diperhatikan, khususnya pada sekolah didaerah pelosok dan pinggiran.
- b. Sebaiknya guru memberikan pengenalan terhadap siswa mengenai lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi

PhET Simulation dengan cara membimbing siswa untuk membaca dan memahami dengan baik petunjuk penggunaan LKS sebelum menggunakan LKS, agar siswa mengetahui cara belajar menggunakan LKS dengan baik.

- c. Bagi penelitian selanjutnya dapat dikembangkan media praktikum *virtual* Hukum Kepler yang lebih sempurna lagi, yaitu yang mampu merepresentasikan besarnya gaya gravitasi antar planet.
- d. Bagi penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lembar kerja siswa (LKS) berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* pada materi yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. 2015. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosda Karya
- Agustine, D., K. Wiyono., dan M. Muslim. 2014. Pengembangan *e-learning* berbantuan *virtual laboratory* untuk mata kuliah praktikum fisika dasar II di Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNSRI. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 1(1), 33-42.
- Arkundato, A. 2007. *Pembaharuan dalam Pembelajaran Fisika*. Jakarta : Universitas Terbuka.
- Arifin, S. dan K. Arikunto. 2009. *Sukses Menulis Buku Ajar dan Refrensi*. Jakarta : Grasindo.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2006. *Panduan umum pengembangan bahan ajar* dari Depdiknas.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2004. *Pengertian Lembar Kerja Siswa*. <http://lenterakecil.com> [Diakses pada 25 September 2017].
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Panduan Pengembangan Bhan Ajar*. Jakarta : Direktorat Manajemen Pendidikan Menengah.
- Finkelstein, N. D, W. K. Adams, C. J. Keller, P. B. Kohl, K. K. Perkins, N. S. Podolefsky, S. Reid. 2005. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physics Education Research*. 1(1). 0101031-0101038.
- Giancoli, D. C. 2005. *Fisika*. Jilid I. Edisi ke-6. Alih bahasa: Y. Hanum. Jakarta: Erlangga.
- Hamalik, O. 2013. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta : PT Bumi Aksara.

- Haidaria, A., I. K. Mahardika., A. Harijanto. 2017. Physics Research Aided Worksheet Based RGV To SMA With Setting Guided Discovery Learning. *Pancaran Pendidikan*. 6(2) : 106-116.
- Hasanah, H., I. K. Mahardika., B. Supriadi. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Disertai LKS Berbasis Multirepresentasi Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Fisika di SMA Kabupaten Jember. 5(2). 132.
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan : Aplikasi pada Penelitian Pendidikan Matematika*. Jember : Pena Salsabila.
- Hake, R. R. 1999. *Analyzing Change/gain Scores*. <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.Pdf>. [Diakses pada 25 September 2017].
- Jaya, H. 2012. Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan praktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. 2(1) : 81-90.
- Kurniasih, I., dan B. Sani. 2014. *Panduan Membuat Buku Teks Pelajaran Sesuai dengan Kurikulum 2013*. Surabaya : Kata Pena.
- Khowatim, S. P. K., I. K. Mahardika., A. Harijanto. 2017. Study of Simple Harmonic Motion's Subject Assisted Worksheet Based on MGR With Learning Setting of POE. *Pancaran Pendidikan*. 6(3) : 110-119.
- Laili, Y. N., I. K. Mahardika., A. A. Gani. 2015. Pengaruh Model Children Learning In Science (CLIS) Disertai LKS Berbasis Multirepresentasi Terhadap Aktivitas Belajar Siswa dan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Fisika di SMA Kabupaten Jember. 4(2). 171-175.
- Lestari, I. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi : Sesuai Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Padang : Akademia.
- Mahardika, I. K. 2012. *Representasi Mekanika dalam Pembahasan Sebuah Teori dan Hasil Penelitian Pengembangan Bahan Ajar Mekanika*. Jember : UPT Penerbitan Unej.

- Mahardika, I. K., A. Harijanto., M. S. Winata. 2017. Fluid Dynamic Learning by Student Worksheet Based RVM With Setting PBL. *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*. 4(8) : 3830-3833.
- Munandar. U. 2015. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Plomp, T dan N. Nieveen.2013. *Educational Design Research*. Netherland : Netherlands Institute for Cuririculum Development.
- Prastowo. 2011. *Panduan Kreatif Menulis Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta : Diva Press.
- Rahmawati, F., Indrawati., Rif'ati D. 2012. Penerapan Model Teaching With Analogies (TWA) dalam Pembelajaran Fisika di MA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 01(2).
- Rendiyansyah. 2013. Pengembangan Modul Fisika Berbasis Multirepresentasi Pada Materi Pokok Suhu dan Kalor. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*.
- Rochmad. 2011. Desain Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika. *Jurnal Kreano*. 3(1).
- Sani, R. A. 2015. *Pembelajaran Saintific Untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta :Bumi Aksara.
- Sinulingga. P., T. J. Hartanto., B. Santoso. 2016. Implementasi Pembelajaran Fisika Berbantuan Media Simulasi Phet untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*. 2(1). 57.
- Sunarti., dan. S. Rahmawati. 2014. *Penilaian dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta : Andi Offset.

Sarah, S. dan Maryono. 2014. Keefektifan pembelajaran berbasis potensi lokal dalam pembelajaran fisika SMA dalam meningkatkan *Living Values* siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*. 02(01) : 36-42.

Suyono. dan. Hariyanto. 2015. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.

Supardi. 2013. *Sekolah Efektif (Konsep Dasar dan Praktiknya)*. Jakarta : Rajawali Press.

Team PhET, About PhET. <https://phet.colorado.edu>. [Diakses pada tanggal 5 Oktober 2017].

Thobroni, M. 2016. *Belajar dan Pembelajaran Teori dan Praktik*. Yogyakarta:Ar-Ruzz Media.

Wisudawati, A. W., dan E. Sulistyowati. 2014. *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta : PT Bumi Aksara.

Wuryaningsih. R., dan Suharno. 2014 Penerapan Pembelajaran Fisika dengan Media Simulasi *PhET* pada Pokok Bahasan Gaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIIIA SMPN Yogyakarta.

LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN

Judul	Rumusan masalah	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode penelitian
<p>Pengembangan lembar kerja siswa (LKS) hukum Newton gravitasi berbasis Multirepresentasi terintegrasi Phet Simulation untuk siswa SMA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimanakah validitas LKS gravitasi Newton berbasis Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i> ? 2. Bagaimana keefektifan pembelajaran menggunakan LKS gravitasi Newton berbasis Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i> ? 3. Bagaimana kemampuan multirepresentasi siswa setelah pembelajaran menggunakan 	<p>- Variabel bebas : LKS berbasis gravitasi Newton Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i></p> <p>- Variabel Terikat :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kemampuan multirepresentasi siswa. 2. peningkatan hasil belajar siswa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. validitas LKS gravitasi Newton berbasis Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i> 2. kemampuan multirepresentasi siswa setelah pembelajaran menggunakan LKS gravitasi Newton berbasis Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i> : <ul style="list-style-type: none"> • verbal • matematik • gambar • grafik 3. hasil belajar siswa setelah pembelajaran menggunakan LKS gravitasi Newton 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validasi ahli mengenai kualitas dan kelayakan produk yang dilakukan oleh 2 (dua) dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember 2. Validasi empiris mengenai kualitas dan kelayakan produk yang dilakukan oleh 2 (dua) guru Fisika di SMA 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis penelitian: Pengembangan 2. Penentuan daerah penelitian: purposive sampling area 3. Penentuan sampel penelitian: cluster random sampling area 4. Desain penelitian: Tjeerd Plomp 5. Metode pengumpulan data:

Judul	Rumusan masalah	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode penelitian
	LKS gravitasi Newton berbasis Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i> ?		berbasis Multirepresentasi terintegrasi <i>Phet Simulation</i>	Kabupaten Jember 3. Validasi audiens mengenai peningkatan kemampuan multirepresentasi dan hasil belajar, melalui pembelajaran yang dilakukan oleh siswa. pertama dilakukan untuk 4 orang siswa dan kedua terhadap 20 siswa	a. Validasi ahli b. Validasi empiris c. Observasi d. Tes 6. Teknik analisa data: a. Data Kualitatif Berupa angket yang diisi oleh validator. Perhitungan presentase kualitas dan kelayakan produk menggunakan rumusan: $P_{(k)} = \frac{S}{N} \times 100\%$ Keterangan: $P_{(k)} = \text{Presentase}$

Judul	Rumusan masalah	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode penelitian
					kualitas dan kelayakan produk $S =$ Jumlah skor komponen hasil penelitian $N =$ Nilai maksimum b. Data Kuantitatif Berupa data pre-test dan post-test. Gain ternormalisasi yaitu dengan mengukur gain nilai siswa sebelum dan setelah mengikuti kegiatan

Judul	Rumusan masalah	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode penelitian
					<p>pembelajaran dengan persamaan gain ternormalisasi Hake berikut:</p> $g = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i}$ <p>Keterangan: g = gain S_f = nilai rata-rata post-test S_i = nilai rata-rata pre-test</p>

LAMPIRAN B. INSTRUMEN PENGUMPULAN DATA**B.1 Instrumen Validasi**

**INSTRUMEN VALIDASI LEMBAR KERJA SISWA (LKS) HUKUM
NEWTON GRAVITASI BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI *PhET Simulation***

Mata Pelajaran : Fisika

Pokok Bahasan : Gravitasi Newton

Kelas / Semester : X / II

Petunjuk : Berilah tanda *ceklist* (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian Bapak/ibu terhadap LKS yang dikembangkan.

Penilaian : 1 (Tidak Valid)
2 (Kurang Valid)
3 (Cukup Valid)
4 (Valid)
5 (Sangat Valid)

No.	Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
A. Relevansi						
1.	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa					
2.	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai					
3.	Latihan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa					
4.	Kedalaman dan keluasan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa					
5.	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum					
B. Keakuratan						
1.	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan					
2.	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan					
3.	Materi disajikan dengan format multirepresentasi					

C. Kelengkapan Sajian					
1.	Menyajikan informasi tentang kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa				
2.	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi				
3.	Menyajikan daftar isi				
4.	Menyajikan petunjuk penggunaan bahan ajar				
5.	Judul Kegiatan Belajar, Subjudul Kegiatan Belajar, dan Angka Halaman				
D. Sistematika Sajian					
1.	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks				
2.	Penempatan Unsur Tata Letak Konsistensi Berdasarkan Pola				
E. Cara Penyajian					
1.	Mendorong rasa keingintahuan siswa				
2.	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar				
3.	Membangun siswa membangun pengetahuannya sendiri				
4.	Mendorong siswa belajar secara berkelompok				
F. Kesesuaian Bahasa					
1.	Ketepatan penggunaan ejaan				
2.	Ketepatan penggunaan istilah				
3.	Ketepatan penyusunan struktur kalimat				
4.	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak				
5.	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa				
6.	Bahasa yang digunakan setengah formal (bahasa sehari-hari)				

Kesimpulan Penilaian Secara Umum : (lingkari salah satu yang sesuai)

LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA :

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

Mohon masukan atau saran Bapak/ Ibu guna perbaikan LKS :

B.2 Instrumen Kepraktisan

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) HUKUM
NEWTON GRAVITASI BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI *PHET Simulation***

Nama Observer :

Tempat Penelitian :

Kelas :

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 - 1: tidak baik
 - 2: kurang baik
 - 3: baik
 - 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran				
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran				
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)				
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari				
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran				
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.				

B.3 Soal Pre-test 1**SMA NEGERI PAKUSARI
SOAL PRE TEST HUKUM NEWTON GRAVITASI**

Sub Bab : Gaya gravitasi

Nama :

No absen :

Kelas :

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Bumi dan bulan tarik- menarik dengan gaya gravitasi. benarkah jika dikatakan bahwa gaya tarik bumi pada bulan lebih besar daripada gaya tarik bulan pada bumi karena massa bumi lebih besar daripada massa bulan ? jelaskan !
2. Gambarkan grafik hubungan antara massa partikel terhadap gaya gravitasi (m terhadap F) serta jarak partikel terhadap gaya gravitasi (r terhadap F) !

(Untuk soal nomor 3 dan 4)

Tiga partikel homogen A, B, C masing-masing bermassa 1 kg, 2 kg, dan 3 kg, berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (3,0) dan (0,4) dalam siswtem koordinat cartesius dengan satuan meter

3. Gambarlah posisi benda dalam koordinat cartesius beserta garis gaya dan variabel-variabel yang berpengaruh dengan simbol benar dan jelas !
4. Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A !

B.4 Soal Pre-test 2**SMA NEGERI PAKUSARI
SOAL PRE TEST HUKUM NEWTON GRAVITASI**

Sub Bab : Medan Gravitasi

Nama :

No absen :

Kelas :

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Dimanakah anda akan memiliki berat yang lebih besar, di puncak gunung yang tinggi atau di tepi pantai ? jelaskan sesuai konsep medan gravitasi bumi gravitasi bumi!
2. Gambarkan grafik hubungan antara massa partikel terhadap medan gravitasi (m terhadap g) serta jarak terhadap medan gravitasi (r terhadap g) !

(Untuk soal nomor 3 dan 4)

sebuah benda bermassa 7 kg ketika ditimbang tepat pada permukaan bumi adalah 68.6 N. Namun ketika ditimbang disuatu tempat dengan ketinggian h memiliki berat 66,5 N. jika jari-jari dan massa bumiberturut-turut adalah 6400 km dan 6×10^{24} kg.

3. berapakah besarnya percepatan gravitasi ditempat tersebut dan berapakah ketinggian tempat tersebut dari permukaan bumi ?
4. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut disertai simbol-simbol yang tepat !

B.5 Soal Pre-test 3**SMA NEGERI PAKUSARI
SOAL PRE TEST HUKUM NEWTON GRAVITASI**

Sub Bab : Hukum Kepler

Nama :

No absen :

Kelas :

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Bagaimanakah bunyi hukum 1 , 2 dan 3 Kepler tentang gerak planet mengitari matahari ?
2. Gambarkan grafik hubungan antara jari-jari rata-rata orbit planet terhadap periode orbit planet mengitari matahari (r terhadap T) !

(Untuk soal nomor 3 dan 4)

Sebuah satelit mengorbit mengelilingi bumi memiliki periode orbit 2 jam.

3. Berapakah ketinggian rata-rata satelit dari permukaan bumi jika jari-jari bumi 2400 km?
4. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut dengan simbol-simbol yang tepat !

B.6 Soal Post-test 1

**SMA NEGERI PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018**

=====
Nama :
No absen :
Kelas :
Sub Bab : Gaya Gravitasi

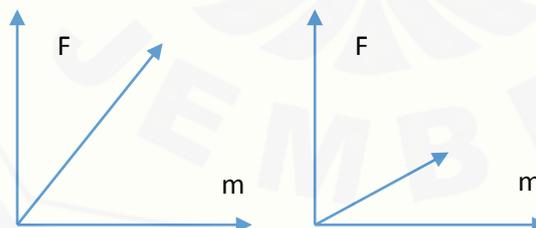
Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Planet A memiliki jari-jari yang sama dengan bumi, namun gaya gravitasi yang dirasakan oleh sebuah benda dipermukaan planet A lebih besar dari pada gaya gravitasi yang dirasakan di permukaan bumi, mengapa bisa demikian ? jelaskan sesuai konsep gaya gravitasi bumi !

(Untuk soal nomor 2 dan 3)

Tiga partikel homogen A, B, C masing-masing bermassa 4 kg, 5 kg, dan 6 kg, berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (2,0) dan (0,2) dalam siswtem koordinat cartesius dengan satuan meter

2. Gambarlah posisi benda dalam koordinat cartesius beserta garis gaya dan variabel-variabel yang berpengaruh dengan simbol benar dan jelas !
3. Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A !
4. Berikut ini adalah grafik hubungan antara massa (m) terhadap besarnya gaya gravitasi (F)



Dari grafik diatas, grafik manakah yang menunjukkan memiliki jarak antar partikel yang lebih besar ? berikan alasan sesuai teori gravitasi !

B.7 Soal Post-test 2

**SMA NEGERI 1 PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018**

=====

Nama :
No absen :
Kelas :
Sub Bab : Medan gravitasi

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Jika dua buah batu A dan B yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama dijatuhkan dari ketinggian yang sama (hambatan udara diabaikan) batu manakah yang lebih dulu mendarat di permukaan tanah, jika massa batu A lebih besar dari massa batu B ? jelaskan !

(Untuk soal nomor 2 dan 3)

sebuah benda bermassa 7 kg ketika ditimbang tepat pada permukaan bumi adalah 68.6 N. Namun ketika ditimbang disuatu tempat dengan ketinggian h memiliki berat 67,9 N. jika jari-jari dan massa bumiberturut-turut adalah 6400 km dan 6×10^{24} kg.

2. berapakah besarnya percepatan gravitasi ditempat tersebut dan berapakah ketinggian tempat tersebut dari permukaan bumi ?
3. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut disertai simbol-simbol yang tepat !
4. Buatlah grafik hubungan jarak terhadap kuat medan gravitasi yang dirasakan oleh sebuah roket (akibat bumi dan bulan) yang bergerak lurus dari permukaan bumi menuju permukaan bulan !

B.7 Soal Post-test 3

**SMA NEGERI PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018**

=====
Nama :
No absen :
Kelas :
Sub Bab : Hukum Kepler

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

1. Jelaskan sesuai kosep hukum III Kelpler, mengapa planet merkurius memiliki periode revolusi paling kecil dan Neptunus memiliki periode revolusi paling besar dalam tata surya ?
2. Dua buah satelit mengorbit 2 buah planet yang berbeda yaitu planet A dan B pada ketinggian yang sama .Planet A dan B memiliki jari-jari R yang sama. Jika massa planet A lebih besar dari massa planet B ($m_a > m_b$) Gambarkan grafik hubungan antara ketinggian satelit dari permukaan planet (r) terhadap periode orbit satelit (T) masing masing satelit sesuai kosep hukum Kepler menurut Newton !

(Untuk soal nomor 3 dan 4)

Sebuah satelit diterbangkan dan mengorbit bumi pada ketinggian 1600 km dari permukaan bumi.

3. Berapakah periode orbit satelit mengelilingi bumi, jika jari-jari bumi 6400 km?
4. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut denga simbol-simbol yang tepat !

LAMPIRAN C. INSTRUMEN WAWANCARA

INSTRUMEN WAWANCARA

Kisi-kisi pertanyaan saat wawancara berlangsung

Wawancara dengan Guru Fisika Kelas X

- a. Selama melaksanakan proses pembelajaran materi Hukum Newton gravitasi, sumber belajar apa saja yang sering Bapak gunakan dalam proses pembelajaran di kelas?

Jawab : Dalam pembelajaran Fisika saat ini tidak ada buku khusus atau yang wajib digunakan oleh siswa.

- b. Dalam pembelajaran Hukum Newton gravitasi apakah sumber belajar yang Bapak gunakan dibuat oleh Bapak sendiri atau dari buku-buku penerbit?

Jawab : Tidak ada buku khusus yang dirancang oleh pengajar sendiri. Sumber belajar yang digunakan bebas, siswa dapat meminjam buku pada kakak angkatan, mendownload di internet ataupun meminjam buku di perpustakaan.

- c. Apakah dalam pembelajaran Hukum Newton gravitasi sering dilakukan kegiatan praktikum atau percobaan yang dilakukan sendiri oleh siswa didalam kelas?

Jawab: Tidak dilakukan karena karakteristik materi gravitasi Newton yang mencakup alam semesta dan tidak memungkinkan dilakukan percobaan secara nyata.

- d. Bagaimana hasil belajar fisika siswa setelah pembelajaran yang biasa Bapak terapkan?

Jawab : Hasil belajar fisika siswa lebih rendah dibandingkan mata pelajaran yang lain.

- e. Apakah Bapak pernah menggunakan LKS berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* dalam kegiatan pembelajaran?

LKS berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* belum pernah digunakan untuk saat ini.

LAMPIRAN D. DATA DAN ANALISIS VALIDASI**D.1 Data dan Analisis Validasi Ahli LKS berbasis Multirepresentasi**

No.	Kriteria Penilaian	Penilaian Validator (V _{ji})		Rerata Tiap Indikator (I _i)	Rerata Tiap Aspek (V _i)	Rerata Total
		V1	V2			
A. Relevansi						
1	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	4	5	4,5	4,2	4,06
2	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	4	4	4		
3	Latihan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	4	4	4		
4	Kedalaman dan keluasan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa	5	4	4,5		
5	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum	4	4	4		
B. Keakuratan						
1	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan	4	4	4	4,16	
2	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan	4	4	4		
3	Materi disajikan dengan format multirepresentasi	4	5	4,5		

C. Kelengkapan Sajian					
1	Menyajikan informasi tentang kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa	4	4	4	4
2	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi	3	4	3,5	
3	Menyajikan daftar isi	4	5	4,5	
4	Menyajikan petunjuk penggunaan bahan ajar	3	5	4	
5	Judul Kegiatan Belajar, Subjudul Kegiatan Belajar, dan Angka Halaman	4	4	4	
D. Sajian Sistematika					
1	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks	4	4	4	4
2	Penempatan Unsur Tata Letak Konsistensi Berdasarkan Pola	4	4	4	
E. Cara Penyajian					
1	Mendorong rasa keingintahuan siswa	4	4	4	4
2	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar	4	4	4	
3	Membangun siswa membangun pengetahuannya sendiri	3	5	4	

4	Mendorong siswa belajar secara berkelompok	4	4	4	
F. Kesesuaian Bahasa					
1	Ketepatan penggunann ejaan	4	4	4	4
2	Ketepatan penggunaan istilah	4	4	4	
3	Ketepatan penyusunan struktur kalimat	4	4	4	
4	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak	4	4	4	
5	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa	4	4	4	
6	Bahasa yang digunakan setengah formal (bahasa sehari-hari)	4	4	4	

D.2 Data dan Analisis Validasi Pengguna LKS berbasis *Multirepresentasi*

No.	Kriteria Penilaian	Penilaian Validator (V _{ji})	Rerata Tiap Indikator (I _i)	Rerata tiap Aspek (V _i)	Rerata Total (V _a)
A. Relevansi					
1	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	5	5	4,4	4,186
2	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	4	4		
3	Latihan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa	4	4		
4	Kedalaman dan keluasan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa	4	4		
5	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum	5	5		
B. Keakuratan					
1	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan	5	5	4,33	
2	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan	4	4		
3	Materi disajikan dengan format multirepresentasi	4	4		
C. Kelengkapan Sajian					

1	Menyajikan informasi tentang kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa	4	4	4
2	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi	4	4	
3	Menyajikan daftar isi	4	4	
4	Menyajikan petunjuk penggunaan bahan ajar	4	4	
5	Judul Kegiatan Belajar, Subjudul Kegiatan Belajar, dan Angka Halaman	4	4	
D. Sistematika Sajian				
1	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks	4	4	4
2	Penempatan Unsur Tata Letak Konsistensi Berdasarkan Pola	4	4	
E. Cara Penyajian				
1	Mendorong rasa keingintahuan siswa	4	4	4,75
2	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar	5	5	
3	Membangun siswa membangun pengetahuannya sendiri	5	5	

4	Mendorong siswa belajar secara berkelompok	5	5	
F. Kesesuaian Bahasa				
1	Ketepatan penggunann ejaan	4	4	
2	Ketepatan penggunaan istilah	4	4	
3	Ketepatan penyusunan struktur kalimat	4	4	
4	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak	4	4	4
5	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa	4	4	
6	Bahasa yang digunakan setengah formal (bahasa sehari-hari)	4	4	

LAMPIRAN E. HASIL VALIDASI**E.1 Hasil Validasi Ahli**

Validator 1 : Drs. Sri Handono Budi Prastowo,M.Si

**INSTRUMEN VALIDASI LEMBAR KERJA SISWA (LKS) HUKUM
NEWTON GRAVITASI BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI *PhET Simulation***

Mata Pelajaran : Fisika

Pokok Bahasan : Gravitasi Newton

Kelas / Semester : X / II

Petunjuk : Berilah tanda *ceklist* (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian Bapak/ibu terhadap LKS yang dikembangkan.

Penilaian : 1 (Tidak Valid)
2 (Kurang Valid)
3 (Cukup Valid)
4 (Valid)
5 (Sangat Valid)

No.	Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
A. Relevansi						
1.	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓	
2.	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓	
3.	Latihan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓	
4.	Kedalaman dan keluasan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa					✓
5.	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum				✓	
B. Keakuratan						
1.	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan				✓	
2.	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan				✓	
3.	Materi disajikan dengan format multirepresentasi				✓	
C. Kelengkapan Sajian						
1.	Menyajikan informasi tentang kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa				✓	

2.	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi			✓	
3.	Menyajikan daftar isi				✓
4.	Menyajikan petunjuk penggunaan bahan ajar			✓	
5.	Judul Kegiatan Belajar, Subjudul Kegiatan Belajar, dan Angka Halaman				✓
D. Sistematika Sajian					
1.	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks				✓
2.	Penempatan Unsur Tata Letak Konsistensi Berdasarkan Pola				✓
E. Cara Penyajian					
1.	Mendorong rasa keingintahuan siswa				✓
12.	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar				✓
3.	Membangun siswa membangun pengetahuannya sendiri		✓		
4.	Mendorong siswa belajar secara berkelompok				✓
F. Kesesuaian Bahasa					
1.	Ketepatan penggunaan ejaan				✓
2.	Ketepatan penggunaan istilah				✓
3.	Ketepatan penyusunan struktur kalimat				✓
4.	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak				✓
5.	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa				✓
6.	Bahasa yang digunakan setengah formal (bahasa sehari-hari)				✓

Kesimpulan Penilaian Secara Umum : (lingkari salah satu yang sesuai)

LKS hukum Newton gravitasi berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET*

Simulation untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA :

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

Mohon masukan atau saran Bapak/ Ibu guna perbaikan LKS :

- dapat agar lebih dirinci dan penerjelas
penerapan bahan ajar.
- agar lebih diintegrasikan dalam pembelajaran
pembelajaran RBT

Jember, ----- 2017

Validator,



Drs.Sri Handono Budi Prastowo,M.Si

NIP.195803181985031004

Validator 2 : Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

**INSTRUMEN VALIDASI LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PhET Simulation**

Mata Pelajaran : Fisika

Pokok Bahasan : Gravitasi Newton

Kelas / Semester : X / II

Petunjuk : Berilah tanda *ceklist* (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian Bapak/ibu terhadap LKS yang dikembangkan.

Penilaian : 1 (Tidak Valid)
2 (Kurang Valid)
3 (Cukup Valid)
4 (Valid)
5 (Sangat Valid)

No.	Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
A. Relevansi						
1.	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa					✓
2.	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓	
3.	Latihan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓	
4.	Kedalaman dan keluasan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓	
5.	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum				✓	
B. Keakuratan						
1.	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan				✓	
2.	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan				✓	
3.	Materi disajikan dengan format multirepresentasi					✓

C. Kelengkapan Sajian					
1.	Menyajikan informasi tentang kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa			✓	
2.	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi			✓	
3.	Menyajikan daftar isi				✓
4.	Menyajikan petunjuk penggunaan bahan ajar				✓
5.	Judul Kegiatan Belajar, Subjudul Kegiatan Belajar, dan Angka Halaman			✓	
D. Sistematika Sajian					
1.	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks			✓	
2.	Penempatan Unsur Tata Letak Konsistensi Berdasarkan Pola			✓	
E. Cara Penyajian					
1.	Mendorong rasa keingintahuan siswa			✓	
2.	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar			✓	
3.	Mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri				✓
4.	Mendorong siswa belajar secara berkelompok			✓	
F. Kesesuaian Bahasa					
1.	Ketepatan penggunaan ejaan			✓	
2.	Ketepatan penggunaan istilah			✓	
3.	Ketepatan penyusunan struktur kalimat			✓	
4.	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman siswa SMA			✓	
5.	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa			✓	
6.	Bahasa yang digunakan setengah formal (bahasa sehari-hari)			✓	

Kesimpulan Penilaian Secara Umum : (lingkari salah satu yang sesuai)

LKS gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA :

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

Mohon masukan atau saran Bapak/ Ibu guna perbaikan LKS :

Jember, 18 Pebruari 2018

Validator,



Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si

NIP.196412301993021001



E.2 Hasil Validasi Pengguna

Ahmad Fauzul Albab, M.Pd

**INSTRUMEN VALIDASI LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PhET Simulation**

Mata Pelajaran : Fisika

Pokok Bahasan : Gravitasi Newton

Kelas / Semester : X / II

Petunjuk : Berilah tanda *ceklist* (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian Bapak/ibu terhadap LKS yang dikembangkan.

Penilaian : 1 (Tidak Valid)
2 (Kurang Valid)
3 (Cukup Valid)
4 (Valid)
5 (Sangat Valid)

No.	Kriteria Penilaian	Nilai				
		1	2	3	4	5
A. Relevansi						
1.	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa					✓
2.	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓	
3.	Latihan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓	
4.	Kedalaman dan keluasan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓	
5.	Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum					✓
B. Keakuratan						
1.	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan					✓
2.	Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan				✓	
3.	Materi disajikan dengan format multirepresentasi				✓	

C. Kelengkapan Sajian					
1.	Menyajikan informasi tentang kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa			✓	
2.	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi			✓	
3.	Menyajikan daftar isi			✓	
4.	Menyajikan petunjuk penggunaan bahan ajar			✓	
5.	Judul Kegiatan Belajar, Subjudul Kegiatan Belajar, dan Angka Halaman			✓	
D. Sistematika Sajian					
1.	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks			✓	
2.	Penempatan Unsur Tata Letak Konsistensi Berdasarkan Pola			✓	
E. Cara Penyajian					
1.	Mendorong rasa keingintahuan siswa			✓	
2.	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar			✓	
3.	Mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri			✓	
4.	Mendorong siswa belajar secara berkelompok			✓	
F. Kesesuaian Bahasa					
1.	Ketepatan penggunaan ejaan			✓	
2.	Ketepatan penggunaan istilah			✓	
3.	Ketepatan penyusunan struktur kalimat			✓	
4.	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman siswa SMA			✓	
5.	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa			✓	
6.	Bahasa yang digunakan setengah formal (bahasa sehari-hari)			✓	

Kesimpulan Penilaian Secara Umum : (lingkari salah satu yang sesuai)

LKS gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation* untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa SMA :

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

Mohon masukan atau saran Bapak/ Ibu guna perbaikan LKS :

LKS sudah cukup mampu menunjang pembelajaran siswa di kelas secara mandiri. Namun perlu disertai contoh pembahasan di tiap contoh permasalahan pd tiap sub-bab

Jember, 19 - 3 - 2017

Validator,



A. Fauzi Albab, M.Pd

LAMPIRAN F. DATA DAN ANALISIS KEPRAKTISAN**F.1 Data dan Analisis Kepraktisan Pertemuan Ke-1**

No.	Indikator Penilaian	Penilaian Observer			Rerata Tiap Indikator	Rerata Total
		O1	O2	O3		
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran	3	3	3	3	3,57
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran	3	3	3	3	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)	4	4	4	4	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)	4	4	4	4	
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari	4	4	4	4	
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran	4	3	3	3,33	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.	4	4	3	3,66	

F.2 Data dan Analisis Kepraktisan Pertemuan Ke-2

No.	Indikator Penilaian	Penilaian Observer			Rerata Tiap Indikator	Rerata Total
		O1	O2	O3		
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran	3	3	3	3	3,28
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran	3	3	3	3	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)	3	4	3	3.33	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)	4	4	3	3.66	
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari	4	4	2	3.33	
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran	3	4	3	3.33	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.	3	3	4	3.33	

F.3 Data dan Analisis Kepraktisan Pertemuan Ke-3

No.	Indikator Penilaian	Penilaian Observer			Rerata Tiap Indikator	Rerata Total
		O1	O2	O3		
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran	4	3	4	3.66	3,42
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran	3	4	3	3.33	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)	3	3	4	3.33	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)	3	3	4	3.33	
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari	3	3	4	3.33	
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran	4	2	4	3.33	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.	4	3	4	3.66	

LAMPIRAN G. HASIL KEPRAKTISAN

G.1 Hasil Kepraktisan Sub Bab 1

Observer 1

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : *Hana Nur Ledy*
 Tempat Penelitian : *SMAN PAKSI*
 Kelas : *XII IPA 4*

	melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari				✓
6	Keteraksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran				✓
7	Keteraksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.				✓

Jember, 08 Januari 2018
Hana Nur Ledy
 Observer
 (.....)

Petunjuk Pengisian:

- Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
- Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
- Nilailah keteraksanaan tiap indikator keteraksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :

Kriteria sebagai berikut :

- 1: tidak baik
- 2: kurang baik
- 3: baik
- 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keteraksanaan Keseluruhan tampilan pembelajaran			✓	
2	Keteraksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keteraksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)				✓
4	Keteraksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				✓
5	Keteraksanaan memberikan motivasi				

Observer 2

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : *Tri Ash Wulandari*
 Tempat Penelitian : *SMA N 1 Pakasari*
 Kelas : *XIPA 1*

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran			✓	
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)				✓
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				✓
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi				✓

	melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari				
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran			✓	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.				✓

Jember, 8 Februari 2018

 Observer
 (*Tri Ash Wulandari*)

Observer 3

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : Yuni Nurrahmanah
 Tempat Penelitian : SMA N PAKUSARI
 Kelas : X MPA 4

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran			✓	
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)				✓
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				✓
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi				✓

	melalui penguatan materi dengan kehidupan sehari-hari				
6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran			✓	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.			✓	

Jember, 8 Februari 2018

 Observer
 (Yuni Nurrahmanah)

G. 2 Hasil Kepraktisan Sub Bab 2

Observer 1

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : Elnor Laras Latif
 Tempat Penelitian : SMAN Pakuon
 Kelas : X-IPA 4 / Perkenan ke 2

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :

1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keselarasan uraian pembelajaran			✓	
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)				✓
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				✓
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari				✓

6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran				✓
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.			✓	

Jember, Februari 2021

 Observer
 (Elnor Laras Latif.....)

Observer 2

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI *PHET Simulation***

Nama Observer : *Tri Aih Wulan*
 Tempat Penelitian : *SMA NEGERI PAKUSARI*
 Kelas : *X - MIPA 4*

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran			✓	
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)			✓	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)			✓	
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari		✓		

6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran			✓	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.			✓	

Jember,

 Observer
 (*Tri Aih Wulan*)

Observer 3

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : Yuni Nurrahmahwati
 Tempat Penelitian : SMAH PAKSARI
 Kelas : X - MIPA 4 / (Pertemuan ke-2)

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran			✓	
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)			✓	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				✓
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari				✓

6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran			✓	
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar			✓	

Jember, Februari 2018

[Signature]
Observer
(Yuni Nurrahmahwati)

G.3 Hasil Kepraktisan Sub Bab 3

Observer 1

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI *PHET Simulation***

Nama Observer : Elvin Naser Lang
 Tempat Penelitian : SMAN POKUSARI
 Kelas : X-IPA 9 / Perencana Ke 3

Petunjuk Pengisian:

- Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
- Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
- Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran				✓
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)				✓
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)				✓
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari				✓

6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran				✓
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.				✓

Jember, Februari 2018

 Observer
 (Elvin Naser Lang.....)

Observer 2

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : *Tii Agh Wulandari*
 Tempat Penelitian : *SMA NEGERI PAKUSARI*
 Kelas : *X - MIPA 4*

Petunjuk Pengisian:

1. Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
2. Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
3. Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 - 1: tidak baik
 - 2: kurang baik
 - 3: baik
 - 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran			✓	
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran				✓
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)			✓	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)			✓	
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari			✓	

6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran		✓		
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.			✓	

Jember,

Agh

Observer
(*Tii Agh Wulandari*)

Observer 3

**LEMBAR KEPRAKTISAN LEMBAR KERJA SISWA (LKS) GRAVITASI
NEWTON BERBASIS MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI PHET Simulation**

Nama Observer : Juri Nurrahman
 Tempat Penelitian : SMAN PAK UTARA
 Kelas : X- MIA 1 (Pertemuan ke-3)

Perunjuk Pengisian:

- Amatilah dengan cermat pembelajaran yang sedang berlangsung.
- Pusatkanlah perhatian anda pada penggunaan LKS saat pembelajaran.
- Nilailah keterlaksanaan tiap indikator keterlaksanaan dengan cermat sesuai kriteria sebagai berikut :
 1: tidak baik
 2: kurang baik
 3: baik
 4: sangat baik

No	Indikator Penilaian	Kriteria Penilaian			
		1	2	3	4
1	Keterlaksanaan Keseluruhan tahapan pembelajaran				✓
2	Keterlaksanaan urutan kegiatan pembelajaran			✓	
3	Tingkat keterlaksanaan situasi yang dikehendaki (membentuk kelompok, bekerja secara kelompok, berdiskusi)			✓	
4	Keterlaksanaan interaksi dalam pembelajaran (siswa saling berinteraksi satu sama lain)			✓	
5	Keterlaksanaan memberikan motivasi melalui pengaitan materi dengan kehidupan sehari-hari			✓	

6	Keterlaksanaan dalam melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran			✓
7	Keterlaksanaan dalam memfasilitasi siswa belajar.			✓

Jember, Februari 2018


 Observer
 (...juri nurrahman...)

LAMPIRAN H. DATA DAN ANALISIS EFEKTIVITAS**H.1 Data dan Analisis Efektivitas Tahap Tes, Evaluasi, dan Revisi****H.1.1 Data dan Analisis Efektivitas Sub Bab 1**

Nama	Pretest	Posttest	S_f-S_i	$S_{max}-S_i$	Gain	Kriteria
A R	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A R F	37.5	50	12.5	62.5	0.2	rendah
A B B	18.75	78	59.25	81.25	0.729231	tinggi
A F D U	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
A T J	12.5	62.5	50	87.5	0.571429	sedang
A D L	12.5	62.5	50	87.5	0.571429	sedang
A M	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
D K U	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
D D R	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D R W	37.5	75	37.5	62.5	0.6	sedang
D W R H	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
D I F	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
D K	32.5	78	45.5	67.5	0.674074	sedang
D D D	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
E T P	25	75	50	75	0.666667	sedang
F Y	37.5	87.5	50	62.5	0.8	tinggi
I M	25	78	53	75	0.706667	tinggi
I B	25	78	53	75	0.706667	tinggi
L L S	32.5	50	17.5	67.5	0.259259	rendah
M A	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M Y Q H	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
M G H H	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M S D	25	78	53	75	0.706667	tinggi
M Z M	25	78	53	75	0.706667	tinggi
O R F M	2.5	78	75.5	97.5	0.774359	tinggi
P W	25	78	53	75	0.706667	tinggi
P R	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
R A	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
S S K	12.5	87.5	75	87.5	0.857143	tinggi
S K	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
S L	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
U B	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
V F	12.5	78	65.5	87.5	0.748571	tinggi
Y U	25	78	53	75	0.706667	tinggi
Y F	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
Rata-Rata	23.535714	73.671428	50.13571	76.46429	0.648255	sedang

H.1.2 Data dan Analisis Efektivitas Sub Bab 2

Nama	Pretest	Posttest	$S_f - S_i$	$S_{max} - S_i$	Gain	Kriteria
A R	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A R F	37.5	62.5	25	62.5	0.4	sedang
A B B	37.5	62.5	25	62.5	0.4	sedang
A F D U	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A T J	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A D L	12.5	87.5	75	87.5	0.857143	tinggi
A M	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
D K U	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D D R	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D R W	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D W R H	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D I F	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D K	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D D D	12.5	62.5	50	87.5	0.571429	sedang
E T P	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
F Y	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
I M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
I B	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
L L S	25	78	53	75	0.706667	tinggi
M A	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M Y Q H	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
M G H H	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M S D	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
M Z M	25	78	53	75	0.706667	tinggi
O R F M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
P W	25	78	53	75	0.706667	tinggi
P R	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
R A	25	78	53	75	0.706667	tinggi
S S K	25	78	53	75	0.706667	tinggi
S K	37.5	75	37.5	62.5	0.6	sedang
S L	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
U B	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
V F	25	78	53	75	0.706667	tinggi
Y U	7.5	87.5	80	92.5	0.864865	tinggi
Y F	25	78	53	75	0.706667	tinggi
Rata-Rata	25.21429	77.62857	52.41429	74.78571	0.696041	sedang

H.1.3 Data dan Analisis Efektivitas Sub Bab 3

Nama	Pretest	Posttest	$S_f - S_i$	$S_{max} - S_i$	Gain	Kriteria
A R	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A R F	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A B B	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A F D U	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
A T J	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A D L	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A M	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D K U	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D D R	7.5	87.5	80	92.5	0.864865	tinggi
D R W	7.5	87.5	80	92.5	0.864865	tinggi
D W R H	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D I F	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D K	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D D D	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
E T P	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
F Y	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
I M	12.5	87.5	75	87.5	0.857143	tinggi
I B	7.5	37.5	30	75	0.43	sedang
L L S	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
M A	25	78	53	75	0.706667	tinggi
M Y Q H	25	75	50	75	0.666667	sedang
M G H H	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M S D	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
M Z M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
O R F M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
P W	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
P R	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
R A	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S S K	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S K	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S L	37.5	75	37.5	62.5	0.6	sedang
U B	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
V F	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
Y U	25	78	53	75	0.706667	tinggi
Y F	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
Rata-Rata	24.35714	82.02857	57.67143	75.64286	0.759282	tinggi

H.2 Data dan Analisis Efektivitas Tahap Implementasi

H.2.1 Data dan Analisis Efektivitas SMAN Pakusari

Nama	Pretest	Posttest	$S_f - S_i$	$S_{max} - S_i$	Gain	Kriteria
A R	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A R F	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A B B	25	78	53	75	0.706667	tinggi
A F D U	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
A T J	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A D L	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A M	25	78	53	75	0.706667	tinggi
D K U	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D D R	7.5	87.5	80	92.5	0.864865	tinggi
D R W	7.5	87.5	80	92.5	0.864865	tinggi
D W R H	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D I F	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D K	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D D D	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
E T P	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
F Y	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
I M	12.5	87.5	75	87.5	0.857143	tinggi
I B	7.5	37.5	30	75	0.43	sedang
L L S	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
M A	25	78	53	75	0.706667	tinggi
M Y Q H	25	75	50	75	0.666667	sedang
M G H H	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M S D	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
M Z M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
O R F M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
P W	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
P R	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
R A	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S S K	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S K	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S L	37.5	75	37.5	62.5	0.6	sedang
U B	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
V F	37.5	78	40.5	62.5	0.648	sedang
Y U	25	78	53	75	0.706667	tinggi
Y F	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
Rata-Rata	24.35714	82.02857	57.67143	75.64286	0.759282	tinggi

H.2.2 Data dan Analisis Efektivitas SMA Muhammadiyah 3

Nama	Pretest	Posttest	$S_f - S_i$	$S_{max} - S_i$	Gain	Kriteria
A A S	37.5	87.5	50	62.5	0.8	tinggi
A N	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
A M P	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A F E P	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
A S	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
A S	25	50	25	75	0.333333	sedang
A D N	25	75	50	75	0.666667	sedang
A M F	25	75	50	75	0.666667	sedang
D P	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
D A S	25	50	25	75	0.333333	sedang
F A M	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
F N	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
J F	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
L S	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
M F	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M D M	25	75	50	75	0.666667	sedang
M I Z	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
M R R	25	75	50	75	0.666667	sedang
O N P	25	50	25	75	0.333333	sedang
P T	25	75	50	75	0.666667	sedang
P A R	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
P M	25	75	50	75	0.666667	sedang
R K B	25	75	50	75	0.666667	sedang
R A	25	75	50	75	0.666667	sedang
R R A	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
R A	25	62.5	37.5	75	0.5	sedang
S E D	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
S N	25	75	50	75	0.666667	sedang
T W	25	75	50	75	0.666667	sedang
V S D	25	87.5	62.5	75	0.833333	tinggi
Rata-Rata	25.41666667	75.41666667	50	74.58333	0.671111	sedang

H.2.3 Data dan Analisis Efektivitas SMAN Plus Sukowono

Nama	Pretest	Posttest	S_f-S_i	$S_{max}-S_i$	Gain	Kriteria
A M	37.5	80	42.5	62.5	0.68	sedang
AFFA	12.5	77.5	65	87.5	0.74286	tinggi
CRNG	35	82.5	47.5	65	0.73077	tinggi
CAC	25	77.5	52.5	75	0.7	tinggi
DIR	12.5	77	64.5	87.5	0.73714	tinggi
DR	12.5	50	37.5	87.5	0.42857	sedang
DRN	30	70	40	70	0.57143	sedang
EHS	25	82.5	57.5	75	0.76667	tinggi
FDA	25	77.5	52.5	75	0.7	tinggi
HAM	30	77.5	47.5	70	0.67857	sedang
HDOVD	25	67.5	42.5	75	0.56667	sedang
IK	12.5	79	66.5	87.5	0.76	tinggi
ILQ	10	50	40	90	0.44444	sedang
LAS	12.5	80	67.5	87.5	0.77143	tinggi
LH	12.5	82.5	70	87.5	0.8	tinggi
MINS	25	79	54	75	0.72	tinggi
M	37.5	82.5	45	62.5	0.72	tinggi
MR	10	58	48	90	0.53333	sedang
MANI	12.5	80	67.5	87.5	0.77143	tinggi
MF	20	77.5	57.5	80	0.71875	tinggi
MRFS	12.5	63	50.5	87.5	0.57714	sedang
MHA	12.5	77	64.5	87.5	0.73714	tinggi
MM	7.5	77	69.5	92.5	0.75135	tinggi
MZ	12.5	80	67.5	87.5	0.77143	tinggi
NA	25	80	55	75	0.73333	tinggi
NK	12.5	77	64.5	87.5	0.73714	tinggi
RAS	10	77.5	67.5	90	0.75	tinggi
RH	12.5	80	67.5	87.5	0.77143	tinggi
SM	12.5	80	67.5	87.5	0.77143	tinggi
SNA	13	83	70	87	0.8046	tinggi
WU	12.5	67.5	55	87.5	0.62857	sedang
YF	25	75	50	75	0.66667	sedang
YSS	12.5	81	68.5	87.5	0.78286	tinggi
SN	12	77.5	65.5	88	0.74432	tinggi
KK	10	79	69	90	0.76667	tinggi
HAW	10	77.5	67.5	90	0.75	tinggi
Rata-rata	17.4324	75.6081	58.1757	82.56757	0.70368	tinggi

LAMPIRAN I. HASIL BELAJAR SISWA

I.1 Contoh Hasil Belajar *Post test* Sub Bab 1

Nilai Terendah

50

SMA NEGERI 1 PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018

Nama : Sukron Kaspi
No absen : 31
Kelas : X MIPA 4
Sub Bab : Gaya Gravitasi

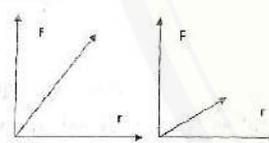
Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

- Planet A memiliki jari-jari yang sama dengan bumi, namun gaya gravitasi yang dirasakan oleh sebuah benda dipermukaan planet A lebih besar dari pada gaya gravitasi yang dirasakan di permukaan bumi, mengapa bisa demikian? jelaskan sesuai konsep gaya gravitasi bumi!

(Untuk soal nomor 2 dan 3)

Tiga partikel homogen A, B, C masing-masing bermassa 4 kg, 5 kg, dan 6 kg, berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (2,0) dan (0,2) dalam sistem koordinat cartesian dengan satuan meter

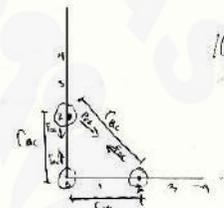
- Gambarlah posisi benda dalam koordinat cartesian beserta garis gaya dan variabel-variabel yang berpengaruh dengan simbol benar dan jelas!
- Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A!
- Berikut ini adalah grafik hubungan antara jarak (r) terhadap besarnya gaya gravitasi (F).



Dari grafik diatas, grafik manakah yang menunjukkan memiliki massa partikel yang lebih besar? berikan alasan sesuai teori gravitasi!

1) karena massa planet A massanya berbeda dengan bumi, dan massa berpengaruh terhadap gravitasi

2)



3. Dik: $m_A = 4 \text{ kg}$
 $m_B = 5 \text{ kg}$
 $m_C = 6 \text{ kg}$

Dim: ? F_R

Jwb: $F_R = \sqrt{(F_{BA})^2 + (F_{CA})^2}$

$F_{BA} = G \frac{m_A m_B}{r_{AB}^2}$
 $= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{4 \cdot 5}{2^2}$
 $= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{20}{2}$
 $= 33,35 \cdot 10^{-11}$

$F_{CA} = G \frac{m_A m_C}{r_{AC}^2}$
 $= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{4 \cdot 6}{2^2}$
 $= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{24}{2}$
 $= 20,02 \cdot 10^{-11}$

$F_R = \sqrt{(33,35 \cdot 10^{-11})^2 + (20,02 \cdot 10^{-11})^2}$
 $= \sqrt{11,122 \cdot 10^{-20} + 401,6 \cdot 10^{-20}}$
 $= \sqrt{2.713,8 \cdot 10^{-20}}$
 $F_R = 52,09 \cdot 10^{-11} \text{ N}$

A Dari grafik A memiliki nilai yg lebih besar dari grafik B, sedangkan Grafik B memiliki massa partikel lebih besar dari grafik A.

Nilai Tertinggi

87,5

SMA NEGERI 1 PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018

Nama : Dela Dwi Ryanti
No absen : 09
Kelas : X MIPA 4
Sub Bab : Gaya Gravitasi

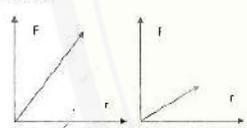
Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

- Planet A memiliki jari-jari yang sama dengan bumi, namun gaya gravitasi yang dirasakan oleh sebuah benda dipermukaan planet A lebih besar dari pada gaya gravitasi yang dirasakan di permukaan bumi, mengapa bisa demikian? jelaskan sesuai konsep gaya gravitasi bumi!

(Untuk soal nomor 2 dan 3)

Tiga partikel homogen A, B, C masing-masing bermassa 4 kg, 5 kg, dan 6 kg, berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (2,0) dan (0,2) dalam sistem koordinat cartesius dengan satuan meter

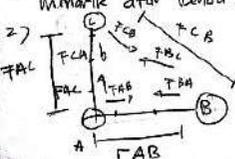
- Gambarkan posisi benda dalam koordinat cartesius beserta garis gaya dan variabel-variabel yang berpengaruh dengan simbol benar dan jelas!
- Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A!
- Berikut ini adalah grafik hubungan antara jarak (r) terhadap besarnya gaya gravitasi (F).



Dari grafik diatas, grafik manakah yang menunjukkan memiliki massa partikel yang lebih besar? berikan alasan sesuai teori gravitasi!

Jawaban

1) Karena gaya gravitasi merupakan gaya interaksi tarik menarik antar benda yang ada di alam. Karena pengaruh massanya

2) 

3) Dit = FR ?

Jawab : $F_b = \sqrt{(F_{AC})^2 + (F_{AB})^2}$

$$F_{AC} = G \frac{m_A m_C}{r_{AC}^2}$$

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{4 \cdot 6}{2^2}$$

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{24}{4}$$

$$= 3,99 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

10

$$F_{AB} = G \frac{m_A m_B}{r_{AB}^2}$$

$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{4 \cdot 5}{\left(\frac{3}{2}\right)^2}$$

$$= 2,23 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{(3,99 \cdot 10^{-11})^2 + (2,23 \cdot 10^{-11})^2}$$

$$= \sqrt{0,27 \cdot 10^{-22} + 0,29 \cdot 10^{-22}}$$

$$= \sqrt{0,56 \cdot 10^{-22}}$$

$$F_R = 2,36 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

4) Grafik 1 memiliki massa partikel yang lebih besar dari gambar 2 karena dengan jari-jari yang sama gaya gravitasi pada grafik 1 lebih besar dari gaya gravitasi grafik 2 sedangkan massa perbandingan lurus dengan gaya gravitasi

10

I.2 Contoh Hasil Belajar *Post test* Sub Bab 2

Nilai Terendah

6215

SMA NEGERI 1 PAKUNARI
ULANGAN HAHIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018

Nama : MOH. ZAINUL HASBILOFI S.
 No absen : 21
 Kelas : X MIPA 4
 Sub Bab : Medan gravitasi

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

- Jika dua buah batu A dan B yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama dijatuhkan dari ketinggian yang sama (hambatan udara diabaikan) batu manakah yang lebih dulu mendarat di permukaan tanah, jika massa batu A lebih besar dari massa batu B? Jelaskan!

(Untuk soal nomor 2 dan 3)
 sebuah benda bermassa 7 kg ketika ditimbang tepat pada permukaan bumi adalah 68,6 N. Namun ketika ditimbang disatu tempat dengan ketinggian h memiliki berat 67,9 N, jika jari-jari dan massa bumi berturut-turut adalah 6400 km dan 6×10^{24} kg.

- berapakah besarnya percepatan gravitasi ditempat tersebut dan bentuk kelinggian tempat tersebut dari permukaan bumi?
- Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut disertai simbol-simbol yang tepat!
- Buatlah grafik hubungan jarak terhadap kuat medan gravitasi yang dirasakan oleh sebuah roket (lihat bumi dan bulan) yang bergerak lurus dari permukaan bumi menuju permukaan bulan!

2. kedua batu mengembun tanah secara bersamaan karena bentuk hidat memukul dan jika hidat ada pengaruh udara

2. Jwb: $w_p = m \cdot g_p$

$g_p = \frac{w_p}{m} = \frac{68,6}{7} = 9,8 \text{ m/s}^2$

$g_h = \frac{w_h}{m} = \frac{67,9}{7} = 9,7 \text{ m/s}^2$

$\frac{g_p}{g_h} = \frac{9,8}{9,7} > \frac{g_p}{g_h} = \frac{(r+h)^2}{r^2}$

$\frac{9,8}{9,7} = \frac{(r+h)^2}{r^2}$

$(r+h)^2 = \frac{9,7}{9,8} \cdot r^2$

$r+h = \sqrt{\frac{9,7}{9,8} \cdot r^2}$

$r+h = \sqrt{\frac{9,7}{9,8} \cdot 6400^2}$

$r+h = \sqrt{6,25 \cdot 40960000}$

$r+h = \sqrt{253920000}$

$r+h = 15932,8$

$r+h = 15932,8 - 6400$

$r+h = 9532,8 \text{ km}$

10.

5.

Nilai Tertinggi

87,5

SMA NEGERI 1 PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018

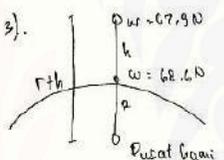
Nama : Admad Pradi P
No absen : 1
Kelas : 8 IPA 4
Sub Bah : Medan gravitasi

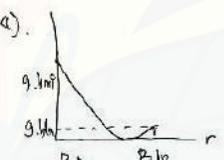
Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

- Jika dua buah batu A dan B yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama dijatuhkan dari ketinggian yang sama (hambatan udara diabaikan) batu manakah yang lebih dulu mendarat di permukaan tanah, jika massa batu A lebih besar dari massa batu B? Jelaskan!
(Untuk soal nomor 2 dan 3)
sebuah benda bermassa 7 kg ketika ditimbang tepat pada permukaan bumi adalah 68.6 N. Namun ketika ditimbang di suatu tempat dengan ketinggian h memiliki berat 67,9 N jika jari-jari dan massa bumi berturut-turut adalah 6400 km dan 6×10^{24} kg
- berapakah besarnya percepatan gravitasi ditempat tersebut dan berapakah ketinggian tempat tersebut dari permukaan bumi?
- Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut disertai simbol-simbol yang tepat!
- Buatlah grafik hubungan jarak terhadap kuat medan gravitasi yang dirasakan oleh sebuah roket (akibat bumi dan bulan) yang bergerak lurus dari permukaan bumi menuju permukaan bulan!

1). Karena batu akan mencapai permukaan bumi secara bersamaan. Karena masa batu selagai massa uji sebagai massa uji tidak berpengaruh terhadap medan gravitasi, sehingga kedua batu mengalami kecepatan yang sama. 10

2). Diket: $m = 7 \text{ kg}$
 $w_p = 68,6 \text{ N}$
 $w_h = 67,9 \text{ N}$
 $R = 6400 \text{ km}$
 $M_b = 6 \times 10^{24}$
Dit: g & h ?
Jwb: $w_p = m \cdot g_p$
 $g_p = \frac{w_p}{m} = \frac{68,6}{7} = 9,8 \text{ m/s}^2$
 10
 $g_h = \frac{w_h}{m} = \frac{67,9}{7} = 9,7 \text{ m/s}^2$
 $\frac{g_p}{g_h} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{a}{(r+h)^2}$
 $\frac{9,8}{9,7} = \frac{9,8}{9,7} \cdot \frac{(r+h)^2}{40960000}$
 $(r+h)^2 = \frac{40960000 \cdot 9,8}{9,7}$
 $(r+h)^2 = 4.128.226,8$
 $r+h = \sqrt{4.128.226,8}$
 $h = 2.034.463.2081 - 6400$
 $= 4.369.726.792 \text{ km}$

3). 

4). 

I.3 Contoh Hasil Belajar *Post test* Sub Bab 3

Nilai Terendah

37,5

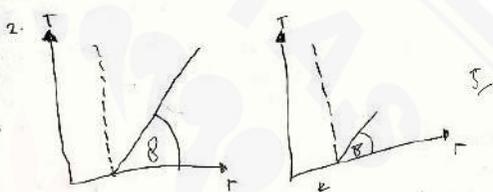
SMA NEGERI 1 PAKUSARI
 ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
 TAHUN PELAJARAN 2017/2018

Nama : Wan Bintang
 No absen : 18
 Kelas : X MIPA A
 Sub Bab : Hukum Kepler

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar !

- Jelaskan sesuai konsep hukum III Kepler, mengapa planet mars memiliki periode revolusi paling kecil dan Neptunus memiliki periode revolusi paling besar dalam tata surya ?
- Dua buah satelit mengorbit 2 buah planet yang berbeda yaitu planet A dan B pada ketinggian yang sama. Planet A dan B memiliki jari-jari R yang sama. Jika massa planet A lebih besar dari massa planet B ($m_A > m_B$) Gambarkan grafik hubungan antara ketinggian satelit dari permukaan planet (r) terhadap periode orbit satelit (T) masing masing satelit sesuai konsep hukum Kepler menurut Newton !
 (Untuk soal nomor 3 dan 4)
 Sebuah satelit diterbangkan dan mengorbit bumi pada ketinggian 1600 km dari permukaan bumi.
- Berapakah periode orbit satelit mengelilingi bumi, jika jari-jari bumi 6400 km?
- Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut dengan simbol-simbol yang tepat !

1. Karena Periode Revolusi berbanding lurus dengan Jarak Jarak-Tetap planet-planet dari matahari 5

2.  5

3. $T = R_2 = \frac{6400}{1600} = 4 = 5$

Nilai Tertinggi

87,5

SMA NEGERI 1 PAKUSARI
ULANGAN HARIAN SEMESTER GENAP
TAHUN PELAJARAN 2017/2018

Nama : Mei Vesi Sri Dewi
No absen : 20
Kelas : X IPA 4
Sub Bab : Hukum Kepler

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

1. Jelaskan sesuai konsep hukum III Kepler, mengapa planet mars memiliki periode revolusi paling kecil dan Neptunus memiliki periode revolusi paling besar dalam tata surya?
2. Dua buah satelit mengorbit 2 buah planet yang berbeda yaitu planet A dan B pada ketinggian yang sama. Planet A dan B memiliki jari-jari R yang sama. Jika massa planet A lebih besar dari massa planet B ($m_A > m_B$). Gambarkan grafik hubungan antara ketinggian satelit dari permukaan planet (r) terhadap periode orbit satelit (T) masing masing satelit sesuai konsep hukum Kepler menurut Newton!
(Untuk soal nomor 3 dan 4)
Sebuah satelit diorbitkan dan mengorbit bumi pada ketinggian 1600 km dari permukaan bumi.
3. Berapakah periode orbit satelit mengelilingi bumi, jika jari-jari bumi 6400 km?
4. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut dengan simbol-simbol yang tepat!

Jawab 1.

Neptunus memiliki jarak orbit paling besar dan mars memiliki periode orbit paling kecil. Hal itu disebabkan, karena mars memiliki jari-jari orbit paling dekat dengan matahari & neptunus paling jauh dan matahari. Menurut hukum III Kepler semakin dekat jari-jari orbit planet maka semakin kecil perantara. Jari-jari orbit planet berbanding lurus dengan periode orbit planet

3) Dik $h = 1600 \text{ km}$
Jari-jari = 6400 km
Dit: Periode 2
Jawab: $T^2 = k = \frac{4\pi^2}{gR^2}$
 $k = \frac{4\pi^2}{(9,8 \cdot 6400)^2}$
 $\frac{T^2}{R^3} = k$ 10

$\frac{T^2}{(R+h)^3} = 9,8 \cdot 10^{-14}$
 $\frac{T^2}{(6400 + 1600)^3} = 9,8 \cdot 10^{-14}$
 $\frac{T^2}{(10240000)^3} = 9,8 \cdot 10^{-14}$
 $\frac{T^2}{1.0737418} = 9,8 \cdot 10^{-14}$
 $T^2 = 1.0737418 \cdot 9,8 \cdot 10^{-14}$
 $T^2 = 10,52266362$
 $T = \sqrt{10,52266362}$
 $T = 3,2430664615$

4) 10

LAMPIRAN J. REVISI LKS J.1. Revisi Validasi

LEMBAR KERJA
SISWA GRAVITASI
NEWTON BERBASIS
MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI
PhET Simulation

DI SUSUN OEH :
Prof. Dr. I. Ketut
Mahardika, M.Si
Drs. Alex Harijanto, M.Si
Ferdy Sugianto



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

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemampuan penulis untuk menyelesaikan LKS ini. Penulisan LKS ini didorong oleh keinginan penulis untuk memperkaya pilihan bahan ajar yang dapat digunakan oleh siswa, dan membantu siswa dalam memahami konsep fisika disekolah.

Secara umum, LKS ini berisi materi pokok gravitasi Newton, kegiatan praktikum virtual, latihan soal, serta contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari. Materi pokok disajikan secara ringkas, padat, dan mudah dipahami. Tujuannya yaitu agar siswa dapat memahami konsep fisika dengan mudah.

LKS ini disajikan menggunakan pendekatan Multirepresentasi, dimana siswa dilatih untuk dapat merepresentasikan konsep fisika dalam beberapa format representasi yaitu verbal, gambar, grafik, serta matematis. Dengan LKS ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan Multirepresentasi siswa, sehingga hasil belajar siswa turut meningkat.

Semoga LKS ini dapat bermanfaat bagi guru maupun siswa. Kami terbuka dalam menerima saran serta kritik demi meningkatnya kualitas LKS ini. Serta ucapan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan terhadap penyusunan LKS ini.

Jember, Oktober 2017

Penyusun

Sebelum Revisi

LEMBAR KERJA
SISWA
GRAVITASI NEWTON
BERBASIS
MULTIREPRESENTASI
TERINTEGRASI
PhET Simulation

DI SUSUN OEH :
PENULIS
Ferdy Sugianto
DOSEN PEMBIMBING
Prof. Dr. I. Ketut
Mahardika, M.Si
Drs. Alex Harijanto, M.Si



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

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemampuan penulis untuk menyelesaikan LKS ini. Penulisan LKS ini didorong oleh keinginan penulis untuk memperkaya pilihan bahan ajar yang dapat digunakan oleh siswa, dan membantu siswa dalam memahami konsep fisika disekolah.

Secara umum, LKS ini berisi materi pokok gravitasi Newton, kegiatan praktikum virtual, latihan soal, serta contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari. Materi pokok disajikan secara ringkas, padat, dan mudah dipahami. Tujuannya yaitu agar siswa dapat memahami konsep fisika dengan mudah.

LKS ini disajikan menggunakan pendekatan Multirepresentasi, dimana siswa dilatih untuk dapat merepresentasikan konsep fisika dalam beberapa format representasi yaitu verbal, gambar, grafik, serta matematis. Dengan LKS ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan Multirepresentasi siswa, sehingga hasil belajar siswa turut meningkat.

Semoga LKS ini dapat bermanfaat bagi guru maupun siswa. Kami terbuka dalam menerima saran serta kritik demi meningkatnya kualitas LKS ini. Serta ucapan banyak terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan terhadap penyusunan LKS ini.

Jember, Oktober 2017

Penyusun

Sesudah Revisi

(Mengganti urutan nama penyusun)



Kegiatan 1 : menganalisis hubungan gaya gravitasi dengan massa partikel

Langkah Kerja :

1. Buka aplikasi *PhET Simulation*.
2. Buka simulasi *Gravity Force Lab*.
3. Atur jarak massa 1 dan massa 2 dengan jarak 5 meter menggunakan penggaris.
4. Atur massa 1 sebesar 1000 kg.
5. Atur massa 2 sebesar 100 kg.
6. Catat besarnya gaya yang bekerja pada kedua massa.
7. Rubah besarnya massa 2 sebesar 200 kg, 300 kg, 400 kg, dan 500 kg.
8. Catat data yang diperoleh pada table yang telah disediakan.

Kegiatan 2 : menganalisis hubungan antara gaya gravitasi dengan jarak

Langkah kerja :

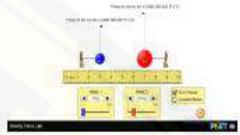
1. Atur massa 1 sebesar 1000 kg dan massa 2 500 kg.
2. Atur jarak kedua massa sejauh 2 meter menggunakan penggaris.
3. Catat besarnya gaya yang bekerja pada kedua massa.
4. Ubah besarnya jarak berturut-turut sebesar 3 m, 4 m, 5 m, dan 6 m.
5. Catat data yang diperoleh pada table yang telah disediakan.

Kegiatan 3 : mencari besarnya konstanta gravitasi

Cara 1 : Dengan menggunakan data yang telah diperoleh, hitunglah besarnya konstanta umum gravitasi (G), serta tuliskan data yang diperoleh pada tabel !

Cara 2 : Dengan menganalisis grafik yang diperoleh dari hubungan jarak (R) terhadap gaya gravitasi (F), tentukan besarnya konstanta umum gravitasi (G) !

Sebelum Revisi



Kegiatan 1 : menganalisis hubungan gaya gravitasi dengan massa partikel

Langkah Kerja :

1. Buka aplikasi *PhET Simulation*.
2. Buka simulasi *Gravity Force Lab*.
3. Atur jarak massa 1 dan massa 2 dengan jarak 5 meter menggunakan penggaris.
4. Atur massa 1 sebesar 1000 kg.
5. Atur massa 2 sebesar 100 kg.
6. Catat besarnya gaya yang bekerja pada kedua massa.
7. ubahlah besarnya massa 2 sebesar 200 kg, 300 kg, 400 kg, dan 500 kg.
8. Catat data yang diperoleh pada tabel 1.

Kegiatan 2 : menganalisis hubungan antara gaya gravitasi dengan jarak

Langkah kerja :

1. Atur massa 1 sebesar 1000 kg dan massa 2 500 kg.
2. Atur jarak kedua massa sejauh 2 meter menggunakan penggaris.
3. Catat besarnya gaya yang bekerja pada kedua massa.
4. Ubahlah besarnya jarak berturut-turut sebesar 3 m, 4 m, 5 m, dan 6 m.
5. Catat data yang diperoleh pada tabel 2.

Kegiatan 3 : mencari besarnya konstanta gravitasi

1. Buatlah grafik hubungan antara massa 2 (m_2) terhadap gaya gravitasi (F) dan grafik hubungan antara kuadrat jarak (R^2) terhadap gaya gravitasi (F) pada kolom Regraf !
2. Dengan menganalisis grafik yang diperoleh dari hubungan massa (m) terhadap gaya gravitasi (F), tentukan besarnya konstanta umum gravitasi (G) ! (kerjakan pada kolom analisa data)
3. Hitunglah nilai konstanta umum gravitasi (G) dari data yang diperoleh pada percobaan 1 dan 2 ! catat hasil perhitungannya pada tabel 1 dan 2 !

Sesudah Revisi

(Memperbaiki urutan langkah kerja praktikum)

Buatlah grafik hubungan antara:

Perubahan massa (m_1) terhadap gaya gravitasi (F)

Perubahan jarak (R) terhadap gaya gravitasi (F)

Perubahan massa (m_1) terhadap konstanta umum gravitasi (G)

Perubahan jarak (R) terhadap konstanta umum gravitasi (G)

Regraf

LKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PHET Simulation

Sebelum Revisi

Buatlah grafik hubungan antara:

Massa 2 (m_1) terhadap gaya gravitasi (F)

Kuadrat jarak (R^2) terhadap gaya gravitasi (F)

Massa 2 (m_1) terhadap konstanta umum gravitasi (G)

Kuadrat jarak (R^2) terhadap konstanta umum gravitasi (G)

Regraf

LKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PHET Simulation

Sesudah Revisi

(Menghapus kata “perubahan”)

Hukum II Kepler
 $L_1 = L_2$
 $\Delta T_1 = \Delta T_2$
 Keterangan : ΔT = waktu tempuh (s)
 L = Luas juring (m^2)

Hukum Kepler III
 $\frac{r_1^2}{a_1^3} = k$ atau $\frac{r_2^2}{a_2^3} = k \rightarrow \frac{r_1^2}{a_1^3} = \frac{r_2^2}{a_2^3}$
 Keterangan : T = periode revolusi planet (s)
 R = jarak rata-rata planet dengan matahari (m)
 a = jari-jari mayor elips

Hukum Kepler menurut Newton
 $k = \frac{r^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$
 Keterangan : G = konstanta gravitasi ($6,672 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$)
 M = massa bumi ($6 \times 10^{24} kg$)

Berita Flitka
 Bumi memiliki bentuk lintasan orbit mengelilingi matahari adalah yang paling mendekati bentuk lingkaran dibandingkan planet lain dalam tata surya.

20 IKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PHET Simulation

Sebelum Revisi

Hukum II Kepler
 $L_1 = L_2$
 $\Delta T_1 = \Delta T_2$
 Keterangan : ΔT = waktu tempuh (s)
 L = Luas juring (m^2)

Hukum Kepler III
 $\frac{r_1^2}{a_1^3} = k$ atau $\frac{r_2^2}{a_2^3} = k \rightarrow \frac{r_1^2}{a_1^3} = \frac{r_2^2}{a_2^3}$
 Keterangan : T = periode revolusi planet (s)
 R = jarak rata-rata planet dengan matahari (m)
 a = jari-jari mayor elips

Hukum Kepler menurut Newton
 $k = \frac{r^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$
 Keterangan : G = konstanta gravitasi ($6,672 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$)
 M = massa bumi ($6 \times 10^{24} kg$)

Berita Flitka
 Bumi memiliki bentuk lintasan orbit mengelilingi matahari adalah yang paling mendekati bentuk lingkaran dibandingkan planet lain dalam tata surya.

21 IKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PHET Simulation

Sesudah Revisi

(Memperbaiki penulisan rumus)

Pernahkah kalian memikirkan bagaimana kita bisa berjalan tidak melayang-layang seperti kertas terbang? Bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Untuk itu mari kita pelajari sub bab ini dengan baik.



Motivasi Belajar

Kita tentunya sering mendengar istilah gravitasi, apa itu gravitasi? Gaya gravitasi merupakan gaya interaksi tarik menarik antar benda yang ada di alam karena pengaruh massanya.. Konsep gravitasi pertama kali disampaikan oleh Newton yang berbunyi “*setiap partikel di alam semesta ini akan mengalami gaya tarik-menarik satu dengan yang lain. Besar gaya tarik-menarik ini berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya*”.

Real



Sebelum Revisi

Pernahkah kalian memikirkan mengapa buah yang jatuh dari pohonnya selalu jatuh kebawah? Bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Untuk itu mari kita pelajari sub bab ini dengan baik. Setelah mempelajari sub bab ini kalian dapat memahami konsep gaya gravitasi serta hubungan antar variabel yang mempengaruhi gaya gravitasi



Motivasi Belajar

~~Kita tentunya sering mendengar istilah gravitasi, apa itu gravitasi? Gaya gravitasi merupakan gaya interaksi tarik menarik antar benda yang ada di alam karena pengaruh massanya.. Konsep gravitasi pertama kali disampaikan oleh Newton yang berbunyi “*setiap partikel di alam semesta ini akan mengalami gaya tarik-menarik satu dengan yang lain. Besar gaya tarik-menarik ini berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya*”.~~

Real

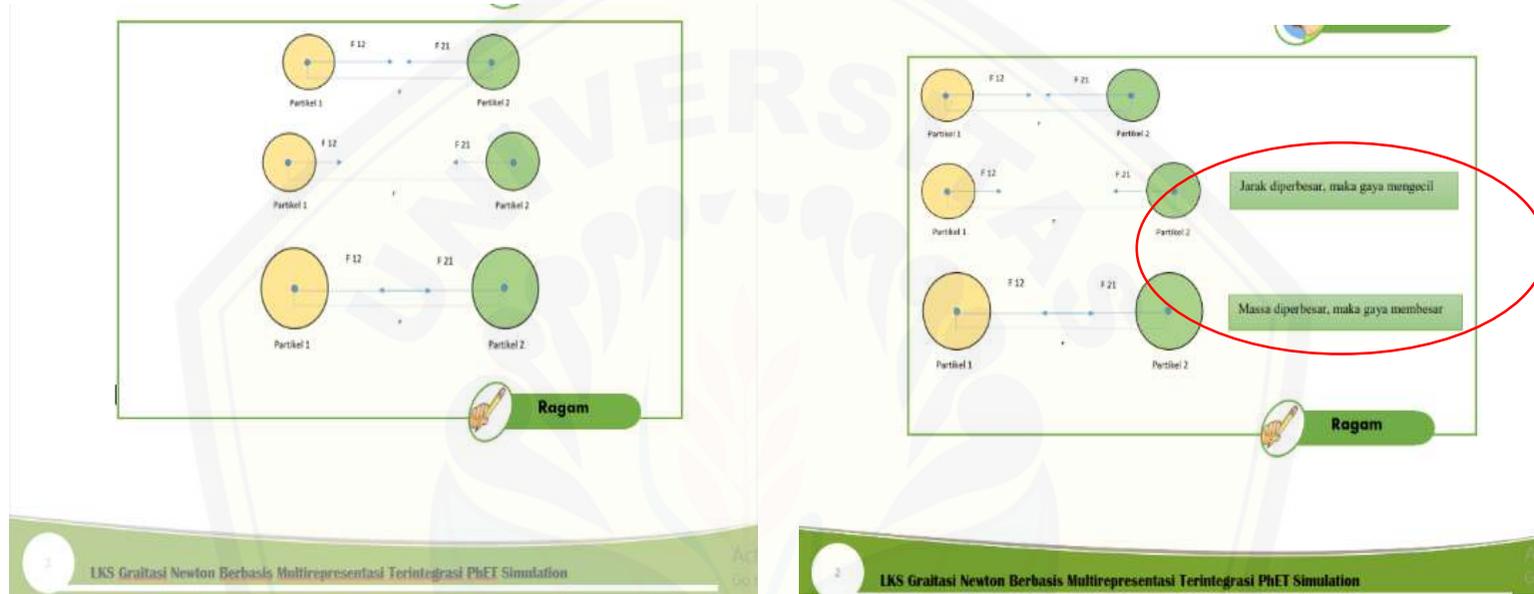


Sesudah Revisi

(Memperbaiki bagian motivasi belajar dan menambahkan manfaat mempelajari materi yang akan dipelajari)

J.2 Revisi Uji Coba Lapangan

Revisi Pertama Sub Bab 1 (Halaman 2)



Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

(Menambahkan keterangan pada representasi gambar yang disajikan)

Revisi Pertama Sub Bab 2 (Halaman 15)



Ragam

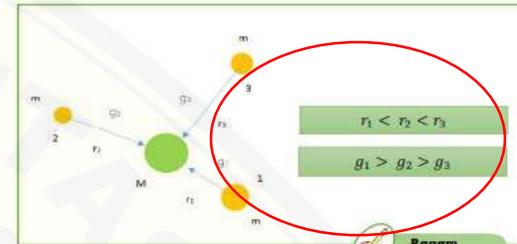
Secara matematis besarnya gaya per satuan massa yang dirasakan partikel uji adalah

$$g = \frac{F}{m} = \frac{G M m}{r^2 m}$$

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

Percepatan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan bumi secara matematis adalah

$$g = G \frac{M_b}{(r+h)^2}$$



Ragam

Secara matematis besarnya gaya per satuan massa yang dirasakan partikel uji adalah

$$g = \frac{F}{m} = \frac{G M m}{r^2 m}$$

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

Percepatan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan bumi secara matematis adalah

$$g = G \frac{M_b}{(r+h)^2}$$

dengan : g - medan gravitasi ($N \cdot kg^{-1}$)
 r - jari-jari bumi (m)
 h - ketinggian dari permukaan bumi (m)

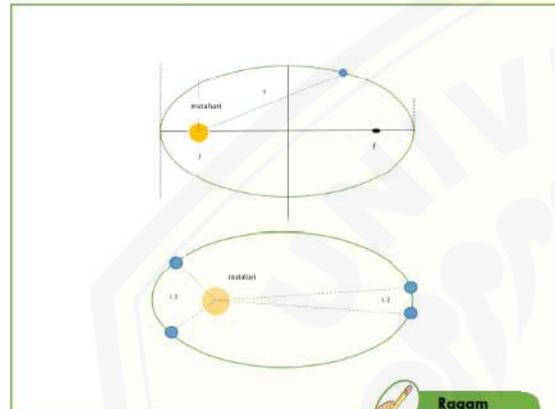


Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

(Menambahkan keterangan pada representasi gambar yang disajikan)

Revisi Pertama Sub Bab 3 (Halaman 27)



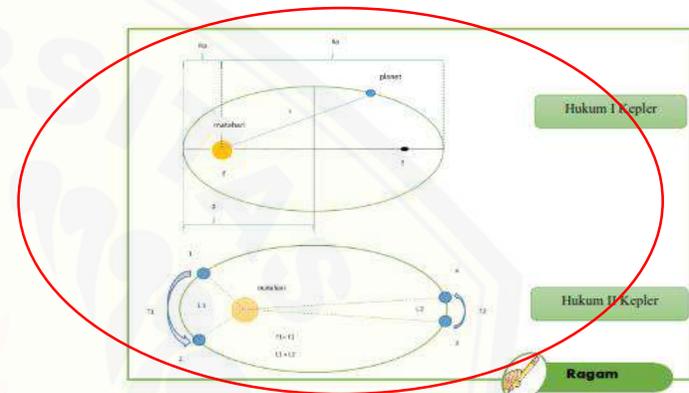
Ragam

Hukum II Kepler
 $L_1 = L_2$
 $\Delta T_1 = \Delta T_2$
 Keterangan : ΔT = waktu tempuh (s)
 L = Luas juring (m^2)

Hukum Kepler III



Sebelum Revisi



Hukum I Kepler

Hukum II Kepler

Ragam

Hukum II Kepler
 $L_1 = L_2$
 $\Delta T_1 = \Delta T_2$
 Keterangan : ΔT = waktu tempuh (s)
 L = Luas juring (m^2)

Hukum Kepler III
 $\frac{T^2}{a^3} = k$ atau $\frac{T^2}{R^3} = k \rightarrow \frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$



Sesudah Revisi

(Menambahkan keterangan pada representasi gambar yang disajikan)

Revisi Kedua Sub Bab 1 (Halaman 10)

The image shows two pages from a physics textbook, labeled 'Sebelum Revisi' (Before Revision) and 'Setelah Revisi' (After Revision). Both pages are titled 'LKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PNET Simulation'.

Sebelum Revisi (Page 10):

- Problem 1: "Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A!" (Determine the total gravitational force felt by particle A!). Below it is a "Jawab:" (Answer) section with five horizontal lines.
- Problem 2: "Berikut ini adalah grafik hubungan antara jarak (r) terhadap besarnya gaya gravitasi (F)." (The following are graphs showing the relationship between distance (r) and the magnitude of gravitational force (F)). It shows two graphs: the first has r on the x-axis and F on the y-axis, with a curve that decreases as r increases; the second has F on the x-axis and r on the y-axis, with a curve that decreases as F increases. Below the graphs is the question: "Dari grafik diatas, grafik manakah yang menunjukkan memiliki massa partikel yang lebih besar? berikan alasan sesuai teori gravitasi!" (From the graphs above, which graph shows a larger particle mass? Give reasons according to gravity theory!). Below this is a "jawab:" section with five horizontal lines.

Setelah Revisi (Page 11):

- Problem 1: "Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A!" (Determine the total gravitational force felt by particle A!). Below it is a "Jawab:" section with five horizontal lines.
- Problem 2: "Sebuah satelit yang bermassa a kg mengitari bumi dalam suatu orbit $2R$, dimana R adalah jari-jari bumi. Anggap gaya gravitasi pada massa 1 kg tepat dip permukaan bumi adalah 10 N. Hitunglah gaya gravitasi yang bekerja antara bumi dan satelit!" (A satellite of mass a kg orbits Earth in an orbit of $2R$, where R is Earth's radius. Assume the gravitational force on a mass of 1 kg at Earth's surface is 10 N. Calculate the gravitational force between Earth and the satellite!). Below this is a "Jawab:" section with five horizontal lines.

The second problem on the right page is circled in red.

Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

(Menambah jumlah soal representasi matematis pada latihan soal)

Revisi Kedua Sub Bab 2 (Halaman 22)

Buatlah grafik hubungan antara jarak terhadap kuat medan gravitasi yang dirasakan oleh sebuah roket (akibat bumi dan bulan) yang bergerak lurus dari permukaan bumi menuju permukaan bulan !

Jawab :

Regraf

FISTA
Fisikawan Kita
Isaac Newton dilahirkan pada tanggal 25 Desember 1642. Pada tahun 1679 mengerjakan proyek mekanika benda langit yaitu gravitasi dan efeknya terhadap orbit planet dengan referensi hukum Kepler. Pada 5 Juli 1687 dia mempublikasikan hukum gravitasi Newton, dia menggunakan kata latin gravitasi (berat) untuk suatu efek gaya tarik antar dua benda.

22 LKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PNET Simulasi

Sebelum Revisi

sebuah benda bermassa 10 kg ketika ditimbang disuatu tempat memiliki berat 98 N. jika diketahui data jari-jari bumi 6.371 km, massa bumi $5,9 \times 10^{24}$ kg, jari-jari bulan 1.737 km dan massa bulan $7,3 \times 10^{22}$ kg. Herapakah berat benda tersebut di bulan ?

Jawab :

Rematik

Buatlah grafik hubungan antara jarak terhadap kuat medan gravitasi yang dirasakan oleh sebuah roket (akibat bumi dan bulan) yang bergerak lurus dari permukaan bumi menuju permukaan bulan !

Jawab :

Regraf

23 LKS Gravitasi Newton Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PNET Simulasi

Sesudah Revisi

(Menambah jumlah soal representasi matematis pada latihan soal)

Revisi Kedua Sub Bab 3 (Halaman 33)

Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

(Menambah jumlah soal representasi matematis pada latihan soal)

LAMPIRAN K. SILABUS PEMBELAJARAN

SILABUS PEMBELAJARAN

Sekolah : SMA Negeri 1 Pakusari

Kelas/Semester : X/2

Mata Pelajaran : Fisika

Kompetensi Dasar	Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
3.8.Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton.	Hukum Newton tentang Gravitasi	Membaca uraian materi dalam LKS, melakukan percobaan virtual, serta mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.1. Memahami konsep gaya gravitasi	Tes Tertulis	Soal uraian	Terlampir	12 JP	LKS Newton Gravitasi Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi <i>PhET Simulation</i>
		Membaca uraian materi dalam LKS dan mengerjakan	3.8.2.Menganalisis resultan gaya					

Kompetensi Dasar	Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
		soal multirepresentasi dalam LKS	gravitasi dalam sistem partikel					
		Melakukan percobaan virtual dan mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.3.Menganalisis hubungan antar variabel dalam gaya gravitasi					
		Membaca uraian materi dalam LKS, melakukan percobaan virtual, serta mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.4. Memahami konsep medan gravitasi					

Kompetensi Dasar	Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
		Membaca uraian materi dalam LKS, melakukan percobaan virtual, serta mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.5.Menganalisis percepatan gravitasi ditempat yang berbeda					
		Melakukan percobaan virtual dan mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.6.Menganalisis hubungan antar variabel medan gravitasi					
		Membaca uraian materi dalam LKS, melakukan percobaan virtual, serta	3.8.7. Memahami konsep hukum kepler					

Kompetensi Dasar	Materi Pokok/ Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian			Alokasi Waktu	Sumber Belajar
				Teknik	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen		
		mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS						
		Melakukan percobaan virtual dan mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.8 Menerapkan konsep hukum Kepler pada gerak satelit					
		Melakukan percobaan virtual dan mengerjakan soal multirepresentasi dalam LKS	3.8.9 Menganalisis hubungan antar variabel dalam hukum kepler					

LAMPIRAN L. RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Satuan Pendidika : SMA Negerti 1 Pakusari
Mata Pelajaran : FISIKA
Kelas/Semester : X/2
Materi : Hukum Newton Gravitasi
Alokasi Waktu : 9 x 45 menit

KOMPETENSI INTI :

- KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI-2 : Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI-3 : Memahami, menerapkan, menganalisis penerahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humanioradengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serata menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI-4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

A. KOMPETENSI DASAR:

- 3.8. Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton.
- 4.8. Menyajikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari berbagai sumber informasi.

B. INDIKATOR

- 3.8.1. Memahami konsep gaya gravitasi
- 3.8.2. Menganalisis resultan gaya gravitasi dalam sistem partikel
- 3.8.3. Menganalisis hubungan antar variabel dalam gaya gravitasi
- 3.8.4. Memahami konsep medan gravitasi
- 3.8.5. Menganalisis percepatan gravitasi ditempat yang berbeda
- 3.8.6. Menganalisis hubungan antar variabel medan gravitasi
- 3.8.7 Memahami konsep hukum kepler
- 3.8.8 Menerapkan konsep hukum Kepler pada gerak satelit
- 3.8.9 Menganalisis hubungan antar variabel dalam hukum kepler

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Siswa dapat mengidentifikasi teori hukum gravitasi Newton melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
2. Siswa dapat menentukan besarnya nilai konstanta gravitasi melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
3. Siswa dapat menganalisis resultan gaya gravitasi dalam suatu sistem partikel melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
4. Siswa dapat menganalisis hubungan gaya gravitasi, massa partikel, dan jarak melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*
5. Siswa dapat memahami konsep kuat medan gravitasi melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
6. Siswa dapat membandingkan percepatan gravitasi pada planet yang berbeda melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
7. Siswa dapat membandingkan percepatan gravitasi yang dialami benda dengan massa yang berbeda melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
8. Siswa dapat menganalisis hubungan antar variabel medan gravitasi melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
9. Siswa dapat menjelaskan hukum-hukum kepler melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
10. Siswa dapat membuktikan hukum II kepler melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.

11. Siswa dapat menerapkan hukum III kepler untuk menentukan jari-jari orbit, periode orbit, dan kecepatan planet melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
12. Siswa dapat membuktikan hukum kepler menurut newton melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
13. Siswa dapat menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum kepler melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.
14. Siswa dapat menganalisis hubungan antar variabel dalam hukum kepler melalui LKS gravitasi newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET simulation*.

D. METODE PEMBELAJARAN

Pendekatan	: <i>Contextual Teaching and Learning (CTL)</i>
Model	: <i>Cooperative Learning</i>
Metode	: Membaca, Tanya jawab, Penugasan, Diskusi, praktikum, dan Persentasi

E. MATERI PEMBELAJARAN

Gaya Gravitasi

Dalam penelitiannya, Newton menyimpulkan bahwagaya gravitasi atau gaya tarik-menarik antara dua benda dipengaruhi jarak kedua benda tersebut, sehingga gaya gravitasi bumi berkurang sebanding dengan kuadrat jaraknya. Bunyi hukum gravitasi Newton adalah “ setiappartikel di alam semesta ini akan mengalami gaya tarik satu dengan yang lain. Besar gaya tarik-menarik ini berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar keduanya”.

Secara matematis, hukum gravitasi Newton dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Pada persamaan diatas muncul konstanta G. Konstanta ini merupakan nilai tetapan gravitasi bumi. Penentuan nilai G pertama kali dilakukan oleh Herry Canvendish dengan menggunakan neraca torsi, yang kemudian dikenal dengan neraca Canvendish. Percobaan tersebut menghasilkan besar tetapan gravitasi bumi yaitu $6,672 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$.

Medan Gravitasi

Benda akan tertarik oleh gaya gravitasi benda lain atau planet jika benda tersebut berada dalam pengaruh medan gravitasi. Medan gravitasi ini akan menunjukkan besarnya percepatan gravitasi dari suatu benda disekitar benda lain atau planet. Besarnya medan gravitasi atau percepatan gravitasi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

Hal yang perlu diperhatikan dalam membahas medan gravitasi atau percepatan gravitasi adalah besar percepatan gravitasi diberbagai tempat dipermukaan bumi tidaklah sama, yaitu bergantung dengan ketinggian tempat tersebut dari permukaan laut.

Hukum Kepler

a) Hukum I Kepler

Hukum I Kepler menyatakan sebagai berikut. “ setiap planet bergerak pada lintasan berbentuk elips dengan matahari berada pada salahsatu fokusnya”. Hukum dapat menjelaskan lintasan planet yang berbentuk elips, namun belum dapat menjelaskan kedudukan planet terhadap matahari.

b) Hukum II Kepler

Hukum II Kepler menyatakan sebagai berikut. “ suatu garis khayal yang menghubungkan matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama”. Untuk lebih jelasnya lihat gambar diatas, pada selang waktu Δt_1 planet menempuh lintasan dari A ke A', dan pada selang waktu Δt_2 planet menempuh lintasan B ke B'. jika $\Delta t_1 = \Delta t_2$ maka luas AMA sama dengan BMB. Dengan konsekuensi jika planet tersebut dekat dengan matahari akan bergerak lebih cepat dibandingkan ketika jauh dari matahari.

c) Hukum III Kepler

Hukum III Kepler menyatakan sebagai berikut. “ perbandingan antara kuadrat waktu revolusi dengan pangkat tiga jarak rata-rata planet ke matahari adalah sama untuk semua planet”. Hukum III Kepler dirumuskan sebagai berikut

$$\frac{T^2}{R^3} = k$$

atau

$$\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$$

d) Kesesuaian Hukum Newton dengan Hukum Kepler

Kesesuaian Hukum Newton dengan Hukum Kepler dapat dijelaskan melalui pendekatan bahwa orbit planet adalah lingkaran dan matahari terletak pada pusatnya.

Sebagaimana yang telah diketahui bahwa gaya tarik-menarik antar planet dengan matahari dapat dituliskan sebagai $F_g = G \frac{Mm}{R^2}$, karena planet bergerak dalam lintasan lingkaran maka planet akan mengalami gaya sentripetal yang besarnya adalah

$$F_s = m \frac{v^2}{R}$$

Dalam hal ini $F_g = F_s$ maka :

$$m \frac{v^2}{R} = G \frac{Mm}{R^2}$$

Sedangkan pada gerak melingkar berlaku

$$v = \omega R \text{ dengan } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Jika persamaan 2.7 disubstitusikan ke persamaan 2.6 akan diperoleh

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = k$$

Berdasarkan uraian diatas, dapat kita ketahui bahwa Hukum gravitasi Newton memiliki kesesuaian dengan tata edar planet yang dirumuskan oleh Kepler

F. SUMBER BELAJAR

1. Lembar Kerja Siswa (LKS) gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi *PhET Simulation*
2. Laptop yang dilengkapi aplikasi *PhET Simulation*

G. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN

Langkah/Fase	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Waktu
PENDAHULUAN			
Fase 1: Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	Guru memberikan salam	Siswa menjawab salam	10 menit
	Berdoa	Berdoa	
	Guru menyampaikan tujuan yang ingin dicapai selama pembelajaran dan	Siswa mendengarkan penjelasan Guru	
	Guru memotivasi siswa : Guru membimbing siswa untuk membaca motivasi belajar yang terdapat pada LKS gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET Simulation</i>	Siswa membaca motivasi belajar yang terdapat pada LKS gravitasi Newton berbasis multirepresentasi terintegrasi <i>PhET Simulation</i>	
Inti			
Fase 2: Menyampaikan Informasi	Guru menyampaikan informasi kepada siswa dengan cara meminta siswa untuk membaca materi yang disajikan dalam format multirepresentasi yang ada di LKS	Siswa membaca materi yang disajikan dalam format multirepresentasi yang ada di LKS	15 menit
Fase 3: Mengorganisasi ka siswa ke dalam kelompok-kelompok kecil	Guru menjelaskan kepada siswa cara untuk membentuk kelompok-kelompok kecil	Dengan arahan guru siswa membentuk kelompok-kelompok kecil	5 menit
Fase 4 : membimbing kelompok	Guru membimbing siswa untuk melakukan praktikum	Dengan bimbingan guru siswa melakukan praktikum virtual gaya	15 menit

Langkah/Fase	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Waktu
belajar dan bekerja	virtual gaya gravitasi menggunakan aplikasi <i>PhET Simulation</i> sesuai langkah praktikum yang terdapat pada LKS	gravitasi menggunakan aplikasi <i>PhET Simulation</i> sesuai langkah praktikum yang terdapat pada LKS	
		Setelah melakukan percobaan siswa menganalisis data hasil percobaan pada tabel yang terdapat pada LKS	30 menit
		Setelah melakukan analisis data hasil praktikum, siswa membuat grafik hubungan anatar variabel yang diukur sesuai yang terdapat pada LKS	
		Siswa berdiskusi dengan masing-masing kelompok untuk membuat kesimpulan hasil praktikum sesuai pertanyaan yang terdapat pada LKS	
Fase 5: Evaluasi	Guru meminta masing-masing kelompok untuk mempersentasikan hasil percobaan	Masing-masing kelompok mempersentasikan hasil percobaan dan diskusi	30 menit
	Guru meminta siswa mengerjakan latihan soal multirepresentasi yang terdapat pada LKS	Siswa mengerjakan latihan soal multirepresentasi yang terdapat pada LKS	30 menit
PENUTUP	guru mendorong siswa untuk menyimpulkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan	Siswa menyimpulkan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan	5 menit
	Guru meminta siswa mengumpulkan LKS kembali	Siswa mengumpulkan LKS	

Langkah/Fase	Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Waktu
	Guru meminta siswa untuk mempelajari materi selanjutnya	Siswa mendengarkan penjelasan guru	
	Guru meminta salah satu siswa untuk memimpin doa	Siswa berdoa	
	Guru mengucapkan salam	Siswa menjawab salam dari guru	

Penilaian Hasil Belajar

Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen Penilaian
Tes tertulis	Uraian

LAMPIRAN N. Kisi-kisi POST-TEST

SMA NEGERI 1 PAKUSARI
KISI-KISI PENULISAN SOAL POST-TEST
SEMESTER GENAP TAHUN AJARAN 2017/2018

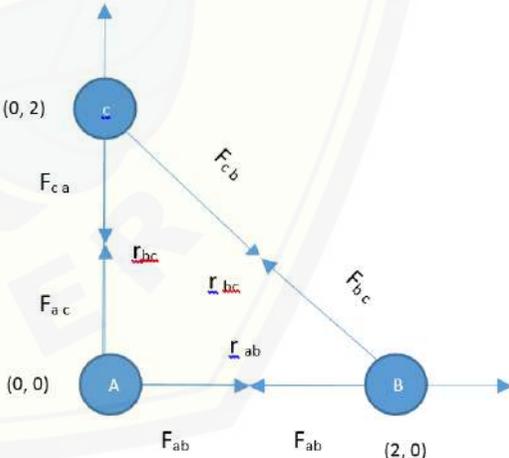
Mata Pelajaran	: Fisika	Alokasi Waktu	: 90 menit
Kelas/ Semester	: X/2	Jumlah Soal	: 12 soal
Penulis	: Ferdy Sugianto	Materi	: Hukum Newton Gravitasi

Kompetensi Inti :

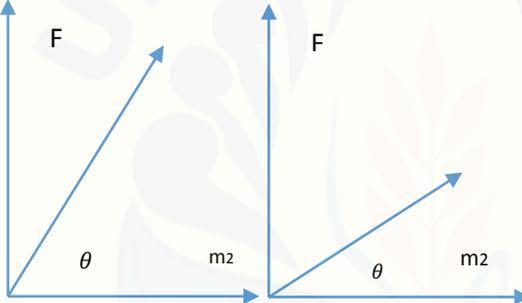
- KI-1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- KI-2 : Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi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

Kompetensi Dasar :

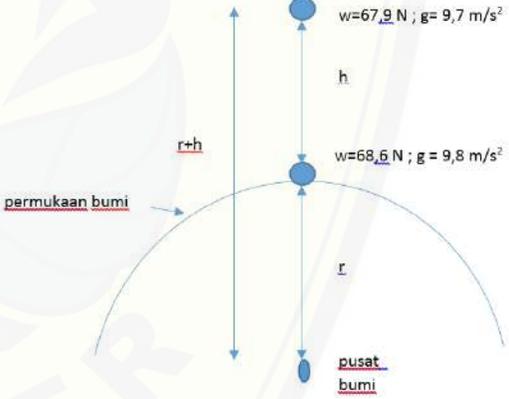
- KD-3.8 : Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton.

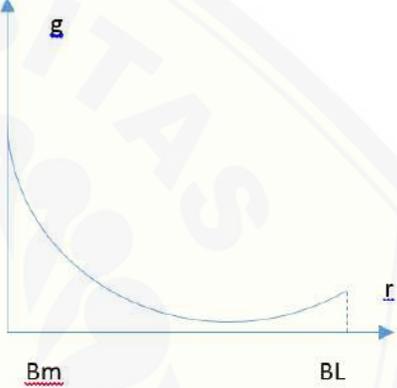
Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
Verbal	Memahami konsep gaya gravitasi	Planet A memiliki jari-jari yang sama dengan bumi, namun gaya gravitasi yang dirasakan oleh sebuah benda dipermukaan planet A lebih besar dari pada gaya gravitasi yang dirasakan di permukaan bumi, mengapa bisa demikian ? jelaskan sesuai konsep gaya gravitasi bumi !	Karena massa planet A lebih besar daripada massa planet bumi, sedangkan massa berbanding lurus dengan besarnya gaya gravitasi, sehingga gaya gravitasi di permukaan planet A lebih besar dari pada gaya gravitasi dipermukaan bumi.	B = 10 KB = 5 S = 0
Gambar	Menganalisis resultan gaya gravitasi dalam sistem partikel	Tiga partikel homogen A, B, C masing-masing bermassa 4 kg, 5 kg, dan 6 kg, berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (2,0) dan (0,2) dalam sistem koordinat cartesius dengan satuan meter. Gambarkanlah posisi benda dalam koordinat cartesius beserta garis gaya dan variabel-		L = 10 KL = 5 TM = 0

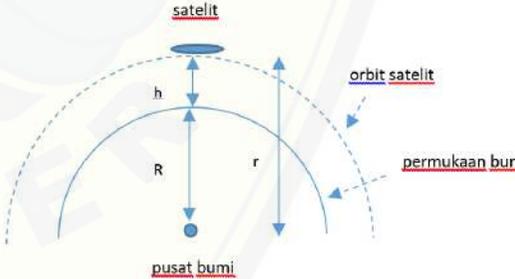
Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
		variabel yang berpengaruh dengan simbol benar dan jelas !		
Matematis	Menganalisis resultan gaya gravitasi dalam sistem partikel	Tiga partikel homogen A, B, C masing-masing bermassa 4 kg, 5 kg, dan 6 kg, berturut-turut terletak pada koordinat (0,0), (2,0) dan (0,2) dalam sistem koordinat cartesian dengan satuan meter. Tentukan gaya gravitasi total yang dirasakan oleh partikel A !	<p>Diket : $m_a = 4 \text{ kg}$ $m_b = 5 \text{ kg}$ $m_c = 6 \text{ kg}$ (skor 3)</p> <p>Ditanya : Resultan F partikel A? (skor 2)</p> <p>Jawab :</p> $RF = \sqrt{F_{ab}^2 + F_{ac}^2 + F_{ab} \cdot F_{ac} \cos \theta}$ $F_{ab} = G \frac{m_a m_b}{r^2} = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{4 \times 5}{2^2}$ $= 33,5 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ $F_{ac} = G \frac{m_a m_c}{r^2} = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{4 \times 6}{2^2}$ $= 40,2 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ $RF = \sqrt{(33,5 \cdot 10^{-11})^2 + (40,2 \cdot 10^{-11})^2 + 33,5 \cdot 10^{-11} \cdot 40,2 \cdot 10^{-11} \cos 90}$ $= 2,73 \cdot 10^{-19} \text{ N} \text{ (skor 5)}$	10

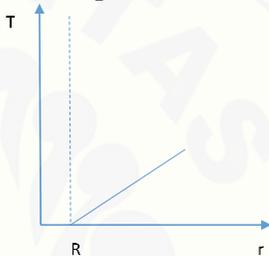
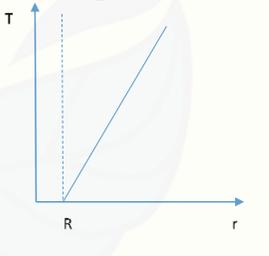
Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
Grafik	Menganalisis hubungan antar variabel dalam gaya gravitasi	<p>Berikut ini adalah grafik hubungan antara massa partikel (m) terhadap besarnya gaya gravitasi (F)</p>  <p>Jika ke dua grafik memiliki massa partikel yang sama, grafik manakah yang menunjukkan memiliki jarak antar partikel (r) yang lebih besar ? berikan alasan sesuai teori gravitasi !</p>	<p>Grafik B menunjukkan jarak antar partikel (r) yang memiliki massa partikel yang lebih besar daripada grafik A , karena grafik B memiliki sudut yang lebih kecil daripada grafik A, sudut tangensial berbanding terbalik dengan jarak antar partikel ($\tan \theta \sim \frac{1}{r}$) jadi semakin besar nilai tangen teta maka semakin kecil jarak antar partikel.</p>	<p>B = 10 KB = 5 S = 0</p>

Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
Verbal	Memahami konsep medan gravitasi	Jika dua buah batu A dan B yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama dijatuhkan dari ketinggian yang sama (hambatan udara diabaikan) batu manakah yang lebih dulu mendarat di permukaan tanah, jika massa batu A lebih besar dari massa batu B ? jelaskan !	Batu A dan batu B akan mendarat di permukaan tanah dalam selang waktu yang bersamaan, hal itu karena massa batu (massa uji) tidak berpengaruh terhadap besarnya percepatan gravitasi.	B = 10 KB = 5 S = 0
Matematis	Menganalisis percepatan gravitasi ditempat yang berbeda	sebuah benda bermassa 7 kg ketika ditimbang tepat pada permukaan bumi adalah 68.6 N. Namun ketika ditimbang disuatu tempat dengan ketinggian h memiliki berat 66,5 N. jika jari-jari dan massa bumi berturut-turut adalah 6400 km dan 6×10^{24} kg. Berapakah besarnya percepatan gravitasi ditempat tersebut	Diket : $m = 7$ kg $W_{p.bumi} = 68,6$ N $W_{h.bumi} = 67,9$ N $r_{bumi} = 6400$ km $M = 6 \times 10^{24}$ N (skor 3) Ditanya : g pada ketinggian h ? dan ketinggian benda dari permukaan bumi(h) ? (skor 2) Jawab : $W = m \cdot g$ $g_{p bumi} = \frac{68,6}{7} = 9,8$ N/kg	10

Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
		dan berapakah ketinggian tempat tersebut dari permukaan bumi?	$g_{h \text{ bumi}} = \frac{67,9}{7} = 9,7 \text{ N/kg}$ $\frac{g_{h \text{ bumi}}}{g_{p \text{ bumi}}} = \left(\frac{r}{r+h}\right)^2$ $\frac{9,7}{9,8} = \left(\frac{6400}{r+h}\right)^2$ $(r + h)^2 = 41.382.268,04$ $(r + h) = \sqrt{41.382.268,04} = 6.432,9 \text{ km}$ $h = 6.432,9 - 6400 = 32,9 \text{ km (skor 5)}$	
Gambar	Menganalisis percepatan gravitasi ditempat yang berbeda	sebuah benda bermassa 7 kg ketika ditimbang tepat pada permukaan bumi adalah 68.6 N. Namun ketika ditimbang disuatu tempat dengan ketinggian h memiliki berat 67,9 N. jika jari-jari dan massa bumi berturut-turut adalah 6400 km dan 6×10^{24} kg. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut disertai simbol-simbol yang tepat !		L = 10 KL = 5 TM = 0

Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
Grafik	Menganalisis hubungan antar variabel medan gravitasi	Buatlah grafik hubungan jarak terhadap kuat medan gravitasi yang dirasakan oleh sebuah roket (akibat bumi dan bulan) yang bergerak lurus dari permukaan bumi menuju permukaan bulan !		B = 10 KB = 5 S = 0
Verbal	Memahami konsep hukum kepler	Jelaskan sesuai kosep hukum III Kelpler, mengapa planet mars memiliki periode revolusi paling kecil dan Neptunus memiliki periode revolusi paling besar dalam tata surya ?	<p>Karena planet mars memiliki jarak rata-rata orbit terhadap matahari paling kecil dan planet neptunus memiliki jarak rata-rata orbit terhadap matahari paling besar dalam tata surya. Sedangkan menurut hukum III kepler perbandingan antara kuadrat periode orbit dengan pangkat tiga jarak rata-rata orbit setiap planet adalah sama. Sehingga ketika jarak rata-rata orbit planet semakin besar maka periode orbit planet juga semakin besar, begitu juga sebaliknya.</p>	B = 10 KB = 5 S = 0

Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
Matematis	Menerapkan konsep hukum Kepler pada gerak satelit	Sebuah satelit diterbangkan dan mengorbit bumi pada ketinggian 1600 km dari permukaan bumi. Berapakah periode orbit satelit mengelilingi bumi, jika jari-jari bumi 6400 km?	<p>Diket : $h = 1600 \text{ km} = 1.600.000 \text{ m}$ $R = 6400 \text{ km} = 6.400.000 \text{ m}$ (skor3)</p> <p>Ditanya : periode orbit satelit (T) ? (skor2)</p> <p>Jawab:</p> $\frac{T^2}{r^3} = k$ $k = \frac{4\pi^2}{gR^2} = \frac{4\pi^2}{(9,8)(6400000)^2} = 1 \times 10^{-13}$ $T^2 = kr^3 = k(R + h)^3$ $= 10^{-13} (8 \times 10^6)^3$ $= 10^{-13} \cdot 5,12 \times 10^{20}$ $= 5,12 \times 10^7$ $T = \sqrt{5,12 \times 10^7} = 7155 \text{ s}$ <p>$T = 1 \text{ jam } 59 \text{ menit}$ (skor 5)</p>	10
Gambar	Menerapkan konsep hukum Kepler pada gerak satelit	Sebuah satelit diterbangkan dan mengorbit bumi pada ketinggian 1600 km dari permukaan bumi. jika jari-jari bumi 6400 km. Gambarkan ilustrasi kejadian tersebut dengan simbol-simbol yang tepat !		L = 10 KL = 5 TM = 0

Indikator multirepresentasi	Indikator Soal	Soal	Jawaban	Skor
Grafik	Menganalisis hubungan antar variabel dalam hukum Kepler	<p>Dua buah satelit mengorbit 2 buah planet yang berbeda yaitu planet A dan B pada ketinggian yang sama. Planet A dan B memiliki jari-jari R yang sama. Jika massa planet A lebih besar dari massa planet B ($m_a > m_b$) Gambarkan grafik hubungan antara ketinggian satelit dari permukaan planet (r) terhadap periode orbit satelit (T) masing masing satelit sesuai konsep hukum Kepler menurut Newton !</p>	<p>(Grafik planet A)</p>  <p>(Grafik planet B)</p> 	<p>B = 10 KB = 5 S = 0</p>

LAMPIRAN O. SURAT PENELITIAN
SMAN Pakusari

SURAT KETERANGAN

Nomor : 421/458 /101.6.5.15/2018

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AHMAD ROSIDI, S.Pd. M.Pd
NIP : 19650309 198902 1 002
Jabatan : Kepala Sekolah
Instansi/Sekolah : SMA Negeri Pakusari

Menerangkan bahwa :

Nama : FERDY SUGIANTO
NIM : 140210102001
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas : FKIP Universitas Jember

Telah selesai melaksanakan penelitian di SMA Negeri Pakusari mulai tanggal 8 Februari s.d 8 Maret 2018 untuk memperoleh data guna penyusunan tugas akhir-skripsi dengan Judul "Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Gravitasi Newton Berbasis Multipresentasi Terintegrasi Phet Simulation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa di SMA "

Demikian surat keterangan ini, dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana Mestinya.



AHMAD ROSIDI, S.Pd.M.Pd
NIP:19650309198902 1 002

SMAN Plus Sukowono



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS PENDIDIKAN
SMA NEGERI PLUS SUKOWONO
Jl. Sumberkalong, Sumberwaru, Sukowono, Telepon. 0331-567100,
Laman: www.smanplussukowono.sch.id || Surel: sukowonosmanplus@gmail.com
JEMBER Kode Pos: 68194

SURAT KETERANGAN SELESAI MELAKSANAKAN PENELITIAN

No. 874/138/101.6.5.17/2018

Yang bertanda tangan di bawah ini atas nama kepala SMA Negeri Plus Sukowono menerangkan bahwa:

Nama	: Ferdi Sugianto
NIM	: 140210102001
Program Studi	: Pendidikan Fisika

Mahasiswa tersebut telah selesai melaksanakan penelitian di SMA Negeri Plus Sukowono pada tanggal 2 April – 6 April 2018 untuk penulisan skripsi dengan judul ***Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Hukum Newton Gravitasi Berbasis Multirepresentasi Terintegrasi PhET Simulasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMA***.

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Sukowono, 11 Mei 2018

Kepala Sekolah
Waka Kurikulum,**Muhammad Lutfi Helmi, M.Pd.**

NIP. 19801029.200501 1 008

SMA Muhammadiyah 3

	<p>MAJLIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH MUHAMMADIYAH SMA MUHAMMADIYAH 3 JEMBER NPSN: 20523799 TERAKREDITASI A Jl. Mastrip No.3 ☎0331-335127 📠 (0331) 325 316 Jember Kp. 68126 Web : www.smamuh3jbr.sch.id</p>	
SURAT KETERANGAN Nomor: 196 / SKT / III.4.A / AU / F / 2018		
Yang bertandatangan di bawah ini Kepala SMA Muhammadiyah 3 Jember,		
Nama	:	Mohamad Zaenal Mahfud, S.Pd., M.Si
NUPTK	:	5355749651200013
Jabatan	:	Kepala Sekolah
Unit kerja	:	SMA Muhammadiyah 3 Jember
Alamat	:	Jl. Mastrip No. 3 Telp (0331) 335 127 Jember
Menerangkan bahwa nama di bawah ini :		
Nama	:	FERDY SUGIANTO
NIM	:	140210102001
Fak/Univ	:	FKIP MIPA Fisika, Universitas Jember
Adalah benar-benar telah melaksanakan Observasi di SMA Muhammadiyah 3 Jember pada tanggal 17 Januari 2018.		
Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.		
Jember, 17 Januari 2018 Kepala Sekolah,		
 Mohamad Zaenal Mahfud, S.Pd., M.Si. NUPTK: 5355749651200013		

LAMPIRAN P. DOKUMENTASI PENELITIAN

P.1. SMAN Pakusari



P.2 SMA Muhammadiyah 3



P.3 SMAN Plus Sukowono

