



**PENGEMBANGAN MODUL KOMIK FISIKA
PADA POKOK BAHASAN HUKUM KEPLER DI SMA KELAS XI**

SKRIPSI

Oleh:

**Hairlinda Arini Agustin
NIM 120210102048**

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



**PENGEMBANGAN MODUL KOMIK FISIKA
PADA POKOK BAHASAN HUKUM KEPLER DI SMA KELAS XI**

SKRIPSI

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

Oleh:

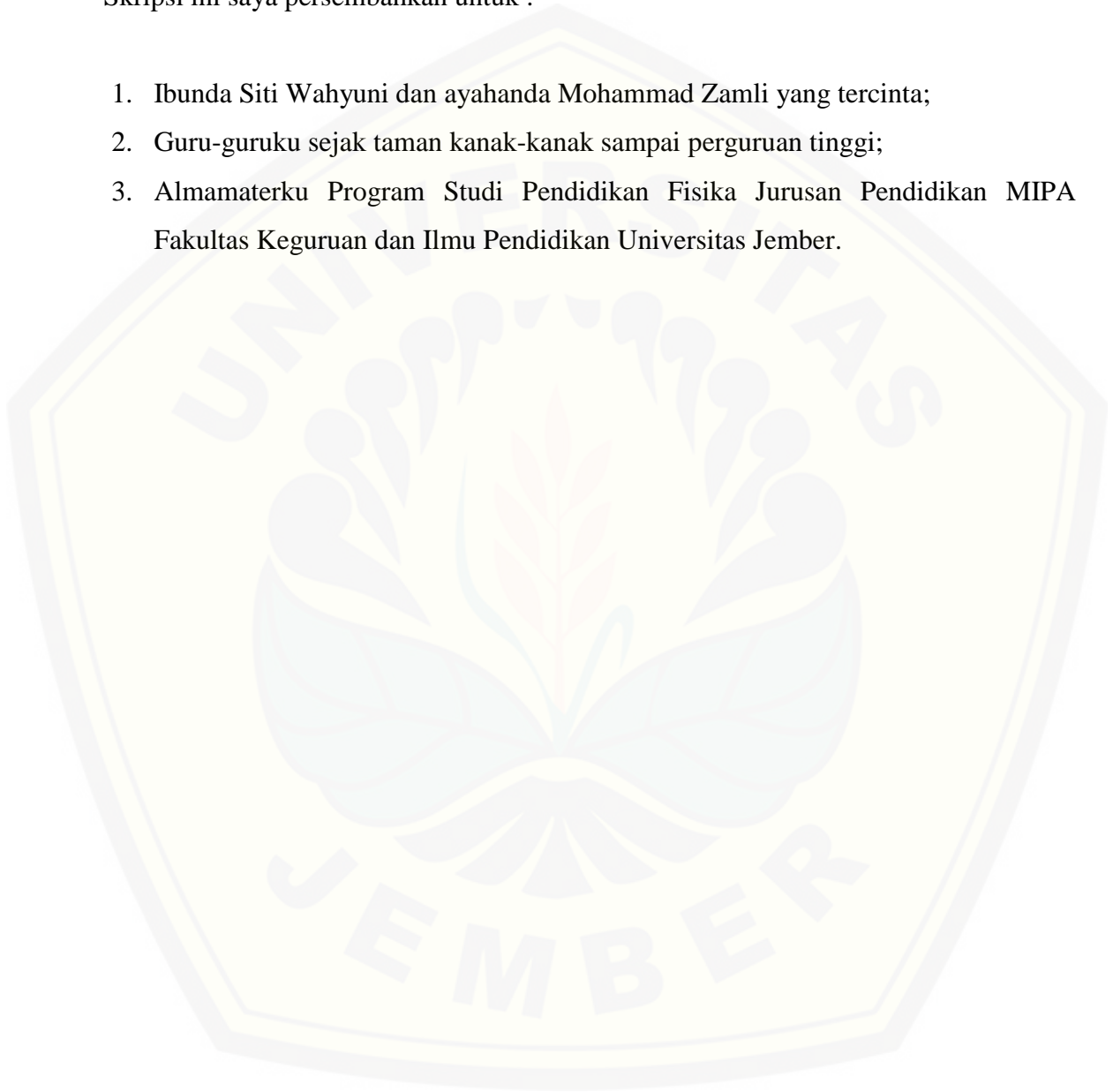
**Hairlinda Arini Agustin
NIM 120210102048**

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

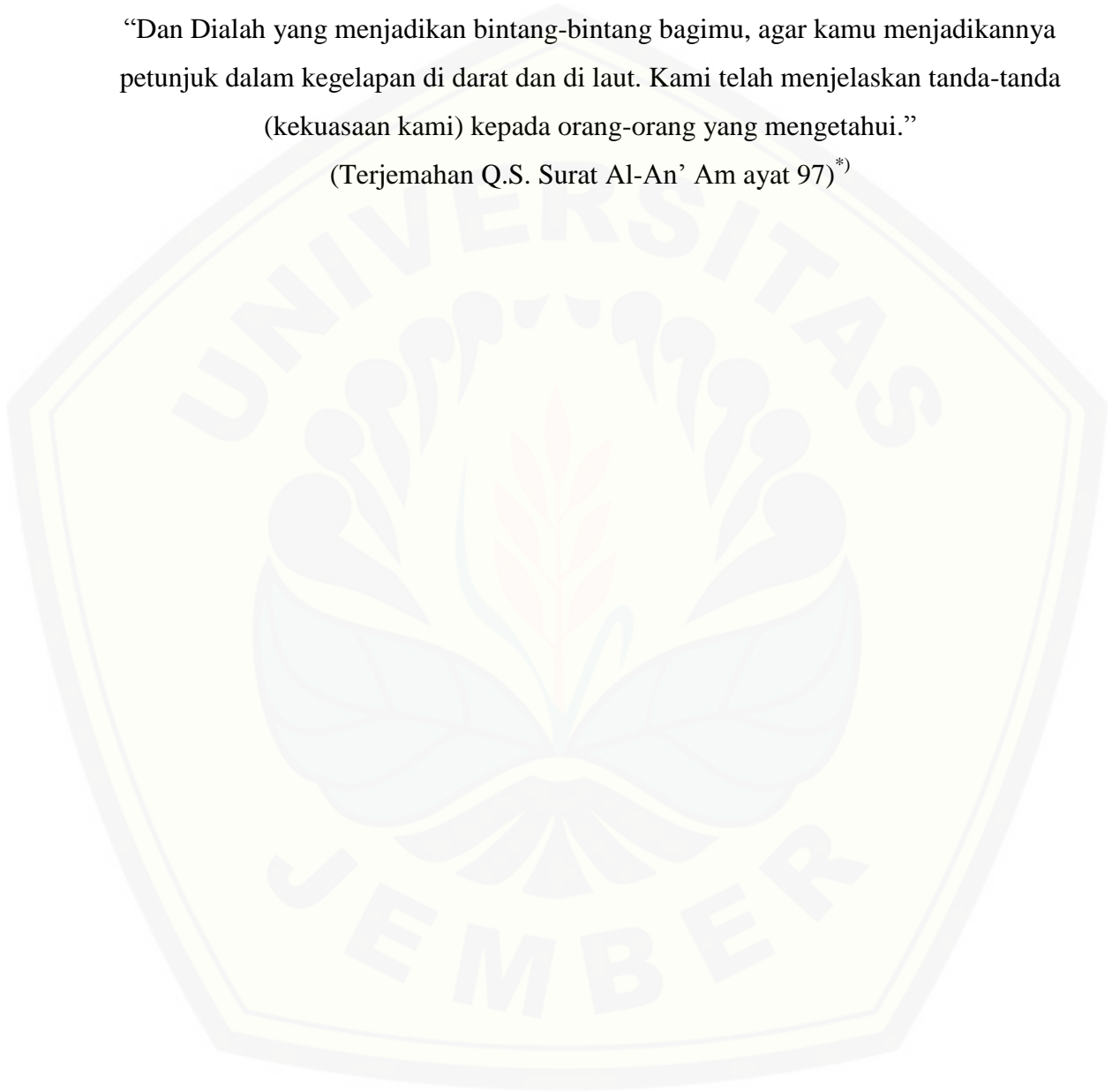
1. Ibunda Siti Wahyuni dan ayahanda Mohammad Zamli yang tercinta;
2. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
3. Almamaterku Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.



MOTTO

“Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut. Kami telah menjelaskan tanda-tanda (kekuasaan kami) kepada orang-orang yang mengetahui.”

(Terjemahan Q.S. Surat Al-An’ Am ayat 97)^{*)}



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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hairlinda Arini Agustin

NIM : 120210102048

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berupa skripsi yang berjudul: “Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi lain, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, November 2017
Yang menyatakan,

Hairlinda Arini Agustin
NIM 120210102048

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MODUL KOMIK FISIKA
PADA POKOK BAHASAN HUKUM KEPLER DI SMA KELAS XI**

Oleh

**Hairlinda Arini Agustin
NIM 120210102048**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd.

Dosen Pembimbing Anggota : Rayendra Wahyu Bachtiar, S.Pd., M.Pd.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd.
NIP 19610824 198601 1 001

Rayendra Wahyu B., S.Pd., M.Pd.
NIP 19890119 201212 1 001

Anggota II,

Anggota III,

Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si.
NIP 19650713 199003 1 002

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

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

Prof. Drs. Dafik, M.Sc., Ph.D.
NIP 19540501 198303 1 005

RINGKASAN

Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI; Hairlinda Arini Agustin; 120210102048; 2017; 52 Halaman; Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyebab rendahnya hasil belajar salah satunya adalah siswa tidak banyak terlibat dalam proses pembelajaran dan keaktifan kelas sebagian besar didominasi oleh guru. Hukum Kepler merupakan materi dalam pembelajaran fisika yang sulit dikontekstualkan, sehingga dalam mempelajari materi ini perlu adanya imajinasi yang tinggi. Modul dapat dipilih sebagai alternatif bahan ajar. Siswa dapat banyak terlibat dalam proses pembelajaran dan mendominasi proses pembelajaran itu sendiri jika bahan ajar yang digunakan adalah modul. Sementara itu komik dapat dipilih sebagai strategi dalam inovasi pengemasan modul karena komik dapat digunakan sebagai alat atau bahan ajar yang mempunyai fungsi menyampaikan materi pelajaran sehingga pembelajaran akan berjalan dengan maksimal karena materi pembelajaran disampaikan secara jelas, runtut, dan menarik. Modul untuk materi Hukum Kepler sangat cocok apabila disajikan dalam bentuk komik, karena komik mengandung aspek grafis yang dapat mengantarkan pembaca pada berbagai realitas yang sulit dibayangkan. Tujuan dari penelitian ini adalah : (1) mendeskripsikan validitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI dan (2) mendeskripsikan efektifitas modul komik disika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI.

Jenis penelitian ini yaitu penelitian pengembangan. Pengembangan yang dilakukan adalah pembuatan modul komik fisika. Desain penelitian pengembangan modul komik fisika pada penelitian ini menggunakan model penelitian pengembangan yang dikembangkan oleh Borg dan Gall dengan modifikasi. Tahap penelitian dan pengembangan yang dilakukan adalah *research and information collecting, planning, develop preliminary form a product, preliminary field testing,*

main product revision, *main field testing*, dan *final product revision*. Validasi modul dilakukan untuk mengetahui validitas modul komik fisika yang dikembangkan. Terdapat tiga validasi pada penelitian ini, yaitu validasi ahli oleh dua dosen FKIP Pendidikan Fisika universitas jember; validasi pengguna oleh dua guru fisika SMA; dan validasi *audience* oleh siswa kelas XI SMA Nurul Islam Jember yang menggunakan modul komik fisika. Validasi ahli dan validasi pengguna digunakan untuk menentukan validitas modul komik fisika. Sementara itu validasi *audience* digunakan untuk menentukan efektifitas modul komik fisika.

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa validitas modul komik fisika berada pada tingkat cukup valid dengan kriteria validitas 79,8%. Hasil validasi pengguna menunjukkan bahwa validitas modul komik fisika berada pada tingkat cukup valid dengan kriteria validitas 77,7%. Kedua hasil validasi tersebut kemudian dianalisis menggunakan perhitungan rata-rata dan didapatkan kriteria validitas modul komik fisika adalah 78,75% atau cukup valid. Hasil validasi *audience* menunjukkan bahwa efektifitas modul komik fisika berada pada tingkat cukup efektif dengan kriteria keefektifan 71,38%. Berdasarkan hal tersebut maka modul komik fisika dapat digunakan dengan revisi kecil.

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan penelitian ini adalah: (1) validitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler di SMA kelas XI adalah 76,29% dengan tingkat validitas cukup valid, dan (2) efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler di SMA kelas XI adalah 71,38% dengan tingkat efektifitas cukup efektif.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI”. 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. Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Utama, Rayendra Wahyu Bachtiar, S.Pd., M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si. dan Drs. Subiki, M.Kes., selaku Validator Ahli, Ahmad Nanang Rasyid, S.Pd., G.r. dan Hilmi Bin Abdus Salam, S.Pd., selaku Validator Pengguna yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam memvalidasi produk yang dikembangkan dalam penyusunan skripsi ini;
4. Robith Qoshidi, Lc., selaku Kepala SMA Nurul Islam Jember yang telah memberikan izin penelitian;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

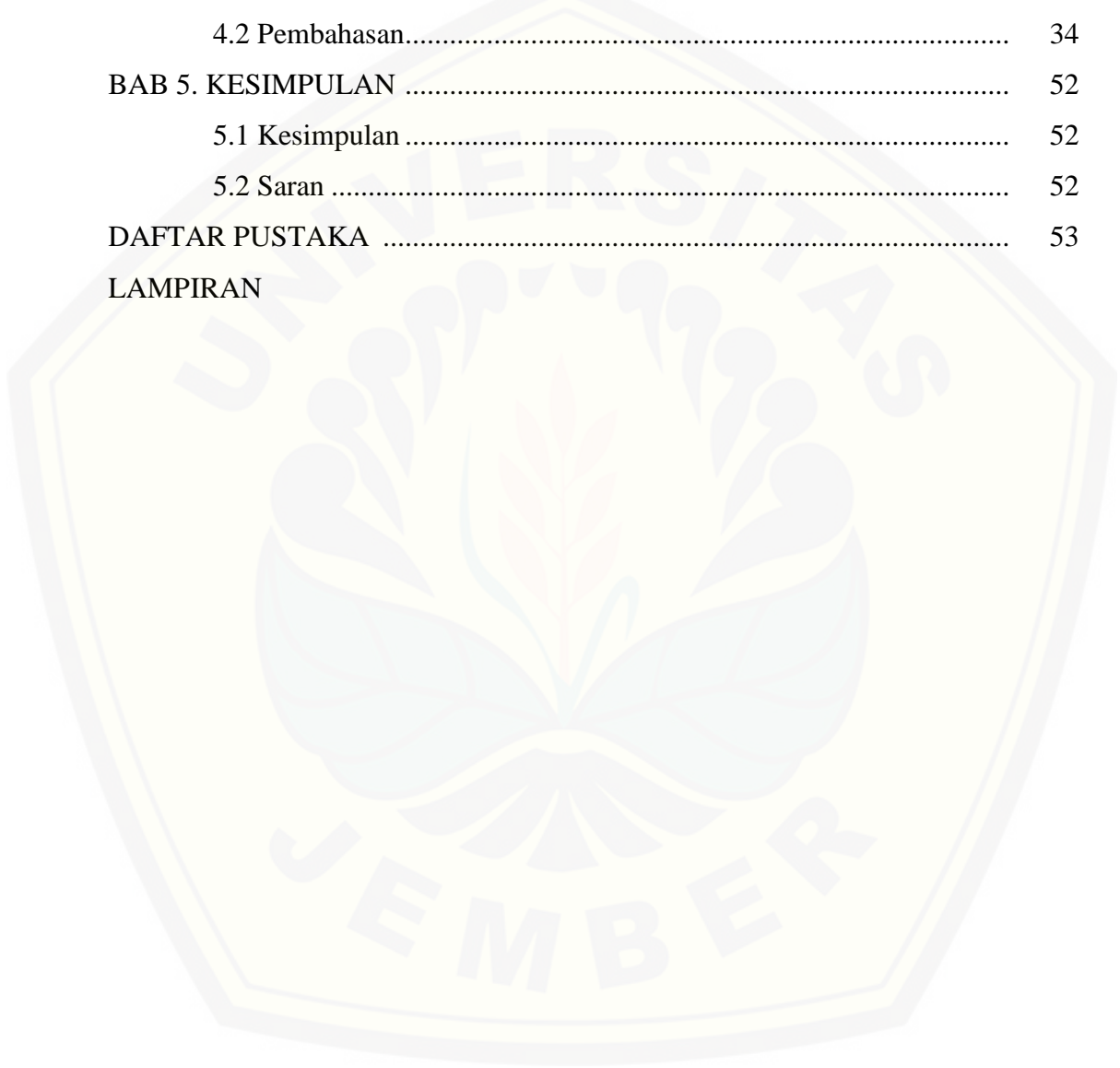
Jember, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Peumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pembelajaran Fisika	4
2.2 Modul	6
2.3 Komik	10
2.4 Model Penelitian dan Pengembangan Borg dan Gall	11
2.5 Hukum Kepler	14
2.6 Hasil Belajar	19
BAB 3. METODE PENELITIAN	21
3.1 Jenis Penelitian	21
3.2 Waktu, Tempat, Subjek, dan Uji Pengembangan	21
3.3 Definisi Operasional Variabel.....	21

	Halaman
3.4 Desain Penelitian Pengembangan	22
3.5 Validasi Modul	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil Penelitian Pengembangan.....	30
4.2 Pembahasan.....	34
BAB 5. KESIMPULAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Data Planet yang Digunakan pada Hukum III Kepler	17
3.1 Kategori Validasi Kualitas Modul Komik Fisika	28
3.2 Kategori Efektifitas Modul Komik Fisika	29
4.1 Data Hasil Validasi Ahli	31
4.2 Data Hasil Validasi Pengguna	32
4.3 Data Hasil Validitas Modul Komik Fisika	32
4.4 Data Hasil Efektifitas Modul Komik Fisika	33
4.5 Data Hasil Analisis Butir Soal Pilihan Ganda	33
4.6 Data Hasil Analisis Butir Soal Esai	33
4.7 Pencerminan Tujuan Pembelajaran pada Butir Soal Tes	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Langkah-langkah Penelitian Pengembangan Menurut Borg dan Gall	14
2.2 Bentuk Elips Orbit Planet	15
2.3 Luas Juring pada Waktu yang Sama	16
3.1 Tahap Penelitian dan Pengembangan oleh Borg dan Gall	23
4.1 Kesesuaian Materi dan Kehidupan Sehari-hari	36
4.2 Contoh Ilustrasi pada Modul Komik Fisika	36
4.3 Kompetensi yang Harus dikuasai Siswa	37
4.4 Penyajian Manfaat dan Penguasaan Kompetensi bagi Kehidupan Siswa (a) Sebelum Revisi dan (b) Sesudah Revisi	38
4.5 (a) Daftar Isi dan (b) Daftar Pustaka	38
4.6 Ejaan, Istilah, dan Struktur Kalimat dalam Modul Komik Fisika	39
4.7 Contoh Soal pada Modul Komik Fisika	41
4.8 Modul Komik Fisika (a) Halaman 9 dan (b) Halaman 10	43
4.9 (a) Tugas Biografi Johannes Kepler dan (b) Tugas Menurunkan Persamaan Hukum Kepler	44
4.10 Contoh Pengerjaan Soal Latihan oleh Siswa	46
4.11 Penjabaran yang Membingungkan Siswa	48
4.12 Penyampaian Hal Penting yang Kurang Menarik	49
4.13 Pengemasan Materi yang Kurang Menarik (a) Sebelum Revisi dan (b) Sesudah Revisi.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Matriks Penelitian	55
Lampiran B. Draft Modul Komik Fisika	57
Lampiran C. Data Hasil Validasi dan Analisis Validitas	65
Lampiran D. Data Hasil Validasi <i>Audience</i> dan Analisis Efektifitas.....	70
Lampiran E Analisis Butir Soal	73
Lampiran F. Silabus Pembelajaran	78
Lampiran G. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	81
Lampiran H. Kisi-kisi Soal <i>Pre-Test</i>	87
Lampiran I. Kisi-kisi Soal <i>Post-Test</i>	100
Lampiran J. Contoh Hasil Validasi	113
Lampiran K. Contoh Hasil Pre-Test dan Post-Test	115
Lampiran L. Contoh Komik	120
Lampiran M. Surat Penelitian	127
Lampiran N. Foto Kegiatan	128

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rendahnya hasil belajar fisika dipengaruhi oleh banyak hal. Beberapa diantaranya adalah materi pada buku pelajaran yang terlalu sulit untuk diikuti, media belajar yang kurang efektif, kurang tepatnya penggunaan media pembelajaran yang dipilih oleh guru, sifat konvensional dimana siswa tidak banyak terlibat dalam proses pembelajaran dan keaktifan kelas sebagian besar didominasi oleh guru (Supardi, 2011:2). Hal-hal tersebut kurang sesuai dengan makna fisika itu sendiri. Gertshen (dalam Druxes, 1986:3) menyatakan bahwa fisika merupakan suatu ilmu yang menerangkan tentang gejala-gejala alam dan berusaha untuk menemukan hubungan antara kenyataan-kenyataan. Dalam hal ini, seharusnya siswa yang dapat menerangkan tentang gejala-gejala alam serta menemukan hubungan antara kenyataan-kenyataan yang ada.

Hukum Kepler merupakan salah satu materi yang diajarkan dalam pembelajaran fisika yang menggambarkan ilmu fisika itu sendiri. Hal ini sesuai dengan indikator pencapaian dari pokok bahasan Hukum Kepler, yaitu menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum kepler. Agar tujuan pembelajaran pada pokok bahasan ini tercapai, siswa perlu banyak terlibat dalam proses pembelajaran dan mendominasi proses pembelajaran itu sendiri. Tetapi keadaan ini belum tercipta di dalam kelas karena bahan ajar dan metode pembelajaran yang digunakan di kelas belum mendukung untuk terciptanya proses belajar yang berpusat pada siswa.

Hukum Kepler adalah salah satu materi pembelajaran fisika yang sulit untuk dikontekstualkan, karena objek yang dipelajari pada pokok bahasan ini sangat luas dan tidak dapat dipelajari secara langsung melalui panca indera. Sementara itu dalam tujuan pembelajaran pada pokok bahasan Hukum Kepler siswa dituntut untuk dapat menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum kepler. Sehingga dalam mempelajari materi hukum kepler perlu adanya imajinasi yang tinggi. Tetapi bahan ajar yang ada di sekolah saat ini, yaitu buku teks, belum mampu membantu siswa dalam berimajinasi lebih tinggi. Siswa

cenderung malas membaca atau membaca tanpa mengetahui secara tepat objek seperti apa yang sedang dipelajari. Hal ini disebabkan oleh bentuk bahan ajar yang kurang menyajikan gambar.

Modul dapat dipilih sebagai alternatif bahan ajar. Siswa dapat banyak terlibat dalam proses pembelajaran dan mendominasi proses pembelajaran itu sendiri jika bahan ajar yang digunakan adalah modul. Modul adalah sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa sesuai tingkat pengetahuan dan usia mereka, agar mereka dapat belajar sendiri (mandiri) dengan bimbingan yang minimal dari guru (Prastowo, 2015:106). Sementara itu pengemasan modul merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam penyusunan modul. Kemasan modul yang menarik dapat menarik dan membangkitkan minat baca siswa sehingga siswa dapat termotivasi untuk belajar secara mandiri. Komik dapat dipilih sebagai strategi dalam inovasi pengemasan modul karena siswa cenderung tertarik membaca buku bergambar (seperti komik) dibanding buku pelajaran biasa. Komik dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk kartun yang mengungkapkan karakter dan memerankan suatu cerita (Sudjana, 2015:64). Pemakaian komik yang luas dengan ilustrasi berwarna, alur cerita yang ringkas, dan perwatakan orangnya yang realistis menarik semua siswa dari berbagai tingkat usia. Dalam pembelajaran komik dapat digunakan sebagai alat atau bahan ajar yang mempunyai fungsi menyampaikan materi pelajaran sehingga pembelajaran akan berjalan dengan maksimal karena materi pembelajaran disampaikan secara jelas, runtut dan menarik. Modul untuk materi Hukum Kepler sangat cocok apabila disajikan dalam bentuk komik karena komik mengandung aspek grafis yang dapat mengantarkan pembaca pada berbagai realitas yang terkadang sulit dibayangkan.

Penelitian oleh Febriandika (2016) menunjukkan bahwa modul dengan teknik komik dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Penelitian oleh Puspitarini (2014) menunjukkan bahwa media komik mampu meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Penelitian oleh Enawaty (2010) menunjukkan bahwa penggunaan media komik dalam pembelajaran memberikan pengaruh yang tinggi terhadap hasil belajar.

Berdasarkan uraian di atas, maka pembelajaran menggunakan modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler perlu diujicobakan. Oleh sebab itu, peneliti mengambil judul “Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Nurul Islam Jember Kelas XI”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah validitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA kelas XI?
- b. Bagaimanakah efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA kelas XI?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mendeskripsikan validitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA kelas XI.
- b. Mendeskripsikan efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA kelas XI.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian pengembangan ini antara lain :

- a. Bagi guru, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan atau alternatif bahan ajar dalam pembelajaran di sekolah.
- b. Bagi kepala sekolah, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan pemikiran untuk memperbaiki kualitas pembelajaran khususnya pada mata pelajaran Fisika sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.
- c. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai wacana baru dalam memperluas wawasan terhadap disiplin ilmu yang ditekuni.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Fisika

Pembelajaran merupakan upaya untuk membelajarkan seseorang atau sekelompok orang melalui berbagai strategi, metode, dan pendekatan ke arah pencapaian tujuan yang telah direncanakan (Majid, 2014:4). Menurut Sanjaya (2015:229) belajar bukanlah sekedar mengumpulkan pengetahuan melainkan proses mental yang terjadi dalam diri seseorang akibat adanya interaksi individu dengan lingkungan yang disadari, sehingga menyebabkan munculnya perubahan tingkah perilaku. Perubahan tingkah laku menurut Sudjana (dalam Majid, 2014:33) dapat terwujud melalui kegiatan belajar, bukan karena akibat langsung dari pertumbuhan seseorang yang melakukan kegiatan belajar. Selanjutnya Sanjaya (2012:17) menjelaskan bahwa proses perubahan tingkah laku dalam diri seseorang sulit untuk dilihat, karena berhubungan dengan perubahan sistem saraf. Walaupun demikian, dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah proses pembelajaran dapat menentukan apakah seseorang telah belajar atau belum. Tujuan dari belajar adalah untuk mendapatkan pengetahuan, pemahaman atau penugasan (materi pelajaran) melalui pengalaman. Majid (2014:14), mengartikan pembelajaran sebagai kegiatan guru secara terprogram dalam desain instruksional untuk membuat siswa belajar secara aktif yang menekankan pada penyediaan sumber belajar.

Fisika merupakan studi empiris, artinya apa saja yang diketahui tentang dunia fisik dan prinsip-prinsip yang berkaitan dengan perilakunya dipelajari melalui pengamatan (observasi) gejala alam (Sutarto, 1998:1). Sementara itu Sears dan Zemansky (1993:1) juga menyatakan fisika sebagai ilmu yang bersifat empiris, artinya setiap hal yang dipelajari dalam fisika didasarkan pada hasil pengamatan tentang gejala alam dan efek-efeknya.

Berdasarkan hal tersebut pembelajaran fisika merupakan upaya yang dilakukan untuk membelajarkan seseorang (siswa) melalui pengamatan gejala alam sehingga siswa dapat menerangkan gejala-gejala alam tersebut dan menemukan hubungan antara gejala alam tersebut dengan kenyataan yang ada.

Sehingga terjadi proses belajar pada diri siswa yang menghasilkan suatu pemahaman pada diri siswa itu sendiri. Proses tersebut dilakukan oleh siswa secara aktif dengan bantuan berbagai sumber belajar, salah satunya adalah bahan ajar.

Proses pembelajaran fisika dikelas melibatkan banyak komponen serta aspek pembelajaran. Berbagai aspek dan komponen tersebut saling berkaitan. Menurut Bektiarso (2015) komponen strategi pembelajaran meliputi empat hal, yaitu:

a. Tujuan dan Kompetensi

Rencana pembelajaran yang dibuat oleh guru merupakan suatu cara yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran dan kompetensi tertentu oleh siswa setelah proses pembelajaran selesai. Kompetensi merupakan kemampuan yang dimiliki oleh siswa dalam bentuk ilmu pengetahuan, pemahaman, keterampilan, dan sikap yang dapat diaplikasikan secara nyata dalam kehidupan sehari-hari. Pada konteks pembelajaran, maka kemampuan tersebut merupakan hasil belajar dan latihan terus menerus yang dibantu oleh fasilitator pembelajaran yaitu guru.

b. Pendekatan Pembelajaran

Pendekatan pembelajaran merupakan pandangan guru untuk mengelola dan mengolah bahan ajar untuk mencapai tujuan dan kompetensi pembelajaran.

c. Prosedur Pembelajaran

Prosedur pembelajaran merupakan jalannya proses belajar mengajar secara nyata dikelas. Aspek dalam proses belajar mengajar meliputi, model pembelajaran yang digunakan, metode yang menunjang model dan strategi penyampaian, serta media sumber belajar yang berfungsi untuk melancarkan proses pembelajaran.

d. Menetapkan Kriteria Penilaian

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran, maka perlu dilakukan penilaian oleh guru diawali dengan membuat kisi-kisi yang didasarkan pada silabus kurikulum yang sesuai dengan kelas, semester, dan mata pelajaran.

2.2 Modul

Prastowo (2015:31) mengartikan bahan ajar sebagai segala bahan yang disusun secara sistematis, yang menampilkan sosok utuh dan kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dan digunakan dalam proses pembelajaran. Sementara itu Sanjaya (2013:141) menjelaskan bahwa bahan ajar adalah segala sesuatu yang menjadi isi kurikulum yang harus dikuasai oleh siswa sesuai dengan kompetensi dasar dalam rangka pencapaian standar kompetensi setiap mata pelajaran dalam satuan pendidikan tertentu. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat dikatakan bahwa bahan ajar adalah segala bahan yang disusun secara sistematis dan menjadi isi kurikulum yang akan dikuasai siswa serta digunakan dalam pembelajaran untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran tertentu.

Buku ajar merupakan salah satu bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran. Menurut Akbar (2015:33), buku ajar adalah buku teks yang digunakan sebagai rujukan standar pada mata pelajaran tertentu. Terdapat dua bentuk buku ajar, yaitu referensi dan diktat. Referensi adalah buku yang membahas bidang ilmu tertentu secara mendalam, pembahasannya lengkap, lazimnya berbasis riset, diterbitkan secara luas, dan digunakan sebagai rujukan. Diktat adalah buku yang disusun dengan cakupan isi yang terbatas. Diktat disusun sesuai kurikulum atau silabus tertentu untuk satuan pendidikan tertentu pada tingkat dan semester tertentu. Diktat yang ditujukan untuk keperluan pembelajaran secara mandiri sering disebut modul. Prastowo (2015:106) mengartikan modul sebagai sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa sesuai tingkat pengetahuan dan usia mereka, agar mereka dapat belajar sendiri (mandiri) dengan bimbingan yang minimal dari guru. Kemudian Setyowati (2013) mendefinisikan bahwa modul merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan menarik yang mencakup isi materi, metode dan evaluasi yang dapat digunakan secara mandiri.

Modul sebagai salah satu bahan ajar memiliki beberapa fungsi. Menurut Prastowo (2015:107) terdapat empat fungsi modul, yaitu:

- a. Sebagai bahan ajar mandiri
Penggunaan modul dalam proses pembelajaran berfungsi meningkatkan kemampuan siswa untuk belajar sendiri tanpa bergantung kepada kehadiran guru.
- b. Sebagai pengganti fungsi guru
Modul sebagai bahan ajar mampu menjelaskan materi pelajaran dengan baik dan mudah dipahami sehingga dapat menggantikan fungsi guru dalam pembelajaran.
- c. Sebagai alat evaluasi
Siswa dituntut untuk dapat mengukur dan menilai sendiri tingkat penugasannya terhadap materi yang telah dipelajari melalui modul.
- d. Sebagai bahan rujukan untuk siswa
Modul mengandung berbagai materi yang harus dipelajari oleh siswa sehingga dapat dijadikan bahan rujukan untuk siswa.

Daryanto (2013:9) menyatakan bahwa terdapat 5 karakteristik modul yaitu *self instruction*, *self contained*, *stand alone*, adaptif, dan *user friendly*. Secara lebih rinci karakteristik modul dapat dijabarkan sebagai berikut:

- a. *Self Instruction*
Dengan karakter *self instruction* memungkinkan siswa belajar secara mandiri dan tidak tergantung pada pihak lain, misalkan guru.
- b. *Self Contained*
Modul dikatakan *self contained* bila seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan termuat dalam modul tersebut. Tujuan dari konsep ini adalah memberi kesempatan kepada siswa untuk mempelajari materi pembelajaran secara tuntas karena materi pembelajaran dikemas ke dalam satuan yang utuh.
- c. *Stand Alone*
Stand alone atau berdiri sendiri merupakan karakteristik modul yang tidak tergantung pada bahan ajar atau media lain serta tidak harus digunakan bersama dengan bahan ajar atau media lain.

d. Adaptif

Modul hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul tersebut dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta fleksibel digunakan di berbagai *hardware*.

e. *User Friendly*

Modul juga hendaknya memiliki karakteristik *user friendly* atau akrab dengan pemakainya (siswa). Hal ini dapat diciptakan melalui penggunaan bahasa yang sesuai untuk siswa.

Modul yang baik adalah modul yang memiliki delapan ciri-ciri modul berdasarkan penjabaran Akbar (2015:34). Secara lebih rinci ciri-ciri modul yang baik dijabarkan sebagai berikut:

a. Akurat

Akurasi perlu diperhatikan untuk dapat menghasilkan modul yang baik. Aspek keakuratan modul yaitu kecermatan penyajian, kebenaran dalam memaparkan hasil penelitian, dan tidak salah dalam mengutip pendapat pakar.

b. Sesuai (relevan)

Modul yang baik memiliki kesesuaian antara kompetensi yang harus dikuasai dengan cakupan isi, kedalaman pembahasan, dan kompetensi siswa. Relevansi hendaknya juga menggambarkan adanya relevansi materi, tugas, contoh penjelasan, latihan dan soal, kelengkapan uraian, serta ilustrasi dengan kompetensi yang harus dikuasai oleh siswa sesuai tingkat perkembangannya.

c. Komunikatif

Modul yang baik adalah modul yang isinya mudah dicerna siswa, sistematis, jelas dan tidak mengandung kesalahan bahasa. Pembuat modul perlu menganggap bahwa sedang mengajar melalui tulisan, sehingga bahasa yang digunakan tidak sangat formal melainkan setengah lisan.

d. Lengkap dan sistematis

Modul yang baik menyebutkan kompetensi yang harus dikuasai siswa, memberikan manfaat pentingnya penugasan kompetensi bagi kehidupan

siswa, menyajikan daftar isi dan daftar pustaka. Uraian materi dalam modul sistematis, mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks.

e. Berorientasi pada *student centered*

Pendidikan dengan kurikulum yang cenderung konstruktivis seperti KTSP membutuhkan modul yang dapat mendorong rasa ingin tahu siswa, terjadinya interaksi antara siswa dengan sumber belajar, merangsang siswa membangun pengetahuan sendiri, menyemangati siswa agar belajar berkelompok, dan mengingatkan siswa mengamalkan isi bacaan.

f. Berpihak pada ideologi bangsa dan negara

Modul yang baik untuk keperluan pendidikan Indonesia adalah modul yang harus mendukung ketakwaan kepada Tuhan yang Maha Esa, mendukung pertumbuhan nilai kemanusiaan, mendukung kesadaran akan kemajemukan masyarakat, mendukung tumbuhnya rasa nasionalisme, mendukung tumbuhnya kesadaran hukum, dan mendukung cara berfikir logis.

g. Kaidah bahasa benar

Modul yang baik adalah modul yang ditulis dengan menggunakan ejaan, istilah, dan struktur kalimat yang tepat.

h. Terbaca

Modul yang keterbacaannya tinggi mengandung panjang kalimat, struktur kalimat, dan alineanya sesuai dengan pemahaman siswa.

Terdapat beberapa komponen yang harus ada di dalam modul. Berikut adalah komponen-komponen yang ada di dalam modul menurut Daryanto dan Dwicahyono (2014:179-182).

a. Pedoman guru

Pedoman guru berisi petunjuk-petunjuk guru agar pembelajaran menggunakan modul dapat terlaksana secara efisien.

b. Lembar kegiatan siswa

Lembar kegiatan ini memuat materi pelajaran yang harus dikuasai oleh siswa dan tercantum pula kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan siswa, misalnya mengerjakan latihan soal.

c. Lembar kerja

Lembar kerja ini menyertai lembar kegiatan siswa, digunakan untuk menjawab atau mengerjakan soal-soal maupun tugas.

d. Kunci lembaran kerja

Kunci lembaran ini digunakan untuk mengevaluasi atau mengoreksi hasil pekerjaan siswa.

e. Lembaran tes

Tiap modul disertai lembaran tes, yakni alat evaluasi yang digunakan sebagai alat pengukur keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran menggunakan modul. Lembaran ini berisi soal-soal tes.

f. Kunci lembaran tes

Kunci lembaran tes sebagai alat koreksi terhadap penilaian yang dilaksanakan dengan menggunakan lembaran tes.

Santyasa (dalam Jaya, 2012) mengemukakan keuntungan yang diperoleh dari pembelajaran dengan menggunakan modul sebagai berikut.

- a. Meningkatkan motivasi siswa karena setiap kali mengerjakan tugas pelajaran akan dibatasi dengan jelas dan sesuai dengan kemampuan siswa.
- b. Setelah dilakukan evaluasi, guru dan siswa mengetahui secara pasti pada bagian modul yang mana siswa telah berhasil dan pada bagian modul yang mana siswa belum berhasil.
- c. Siswa mencapai hasil belajar sesuai kemampuannya.
- d. Bahan pelajaran terbagi secara merata dalam satu semester.
- e. Pendidikan lebih berdaya guna karena bahan pelajaran disusun menurut jenjang akademik.

2.3 Komik

Menurut F. Lacassin dalam Bonneff (2008:4) komik adalah sarana pengungkapan yang benar-benar orisinal, karena menggabungkan gambar dengan teks. Kata komik diterima secara umum untuk menyebut sastra gambar. Untuk menyebut komik bersambung digunakan istilah *comic-strips*, sedangkan *comic-books* (komik yang berbentuk buku) disebut komik. Ciri khas bentuk-bentuk

kesenian ini adalah membawa kita berimajinasi ke dalam alam yang berbeda dari alam kita, atau ke dalam lingkungan sosial yang tidak akan pernah kita masuki. Komik mengandung aspek grafis dimana gambar menggantikan pemerian panjang karena dapat mengantarkan pembaca pada berbagai realitas yang terkadang sulit dibayangkan. Oleh karena itu gambar komik cukup sederhana.

Dalam sebuah komik ada komponen-komponen penting yang menjadi anatomi sebuah komik. Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang komponen-komponen yang biasa digunakan dalam komik:

- a. *Panel*: Kotak yang membatasi gambar adegan. Panel terbagi menjadi 2 macam, yaitu panel tertutup dan panel terbuka. Panel tertutup memiliki garis pembatas panel sementara panel terbuka tidak memiliki garis pembatas.
- b. *Speech Bubbles*: Bentuk visual yang didalamnya terdapat dialog dari karakter. Balon kata bermacam-macam jenisnya disesuaikan dengan fungsinya, seperti pada saat berbicara biasa, berpikir atau bicara dalam hati, berbisik, dan berteriak.
- c. *Narration*: Kotak dialog yang menerangkan waktu, tempat, dan situasi.
- d. *Icon*: Gambar yang merepresentasikan seseorang, tempat, benda, ekspresi, atau ide.
- e. *Sound Effect*: Efek suara yang menerangkan suatu situasi, misalnya "RING RING" pada suara telepon atau "DHUARR!!" pada suara ledakan.

2.4 Model Penelitian dan Pengembangan Borg dan Gall

Mengembangkan berarti menyempurnakan pengetahuan, teori, tindakan, dan produk yang telah ada, sehingga menjadi lebih efektif dan efisien. Cara untuk mengembangkan yaitu melalui penelitian dan pengembangan. Brog and Gall (dalam Sugiyono, 2015:28) menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) merupakan metode yang digunakan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk. Memvalidasi produk, berarti produk itu telah ada dan peneliti hanya menguji efektivitas atau validitas produk tersebut. Mengembangkan produk dalam arti yang luas dapat berupa memperbaiki produk yang telah ada (sehingga menjadi lebih praktis, efektif, dan efisien) atau

menciptakan produk baru (yang sebelumnya belum pernah ada). Perancangan dan penelitian pengembangan adalah kajian yang sistematis tentang bagaimana membuat rancangan suatu produk, mengembangkan rancangan tersebut, dan mengevaluasi kinerja produk tersebut, dengan tujuan dapat diperoleh data yang empiris yang dapat digunakan sebagai dasar untuk membuat produk, alat-alat dan model yang dapat digunakan dalam pembelajaran atau non pembelajaran. Berdasarkan uraian tersebut metode penelitian dan pengembangan dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk meneliti, merancang, memproduksi, dan menguji validitas produk yang telah dihasilkan.

Penelitian dan pengembangan juga diperlukan dalam dunia pendidikan untuk menciptakan berbagai inovasi yang dapat menjadikan dunia pendidikan menjadi lebih baik. Penelitian dan pengembangan yang menghasilkan produk tertentu untuk bidang pendidikan dan sosial lainnya masih rendah. Padahal banyak produk tertentu dalam bidang pendidikan dan sosial yang perlu dihasilkan melalui penelitian dan pengembangan (*Research and Development*).

Menurut Brog and Gall (dalam Putra, 2015:119), terdapat sepuluh langkah penelitian dan pengembangan, yaitu :

a. *Research and Information Collecting*

Penelitian dan pengumpulan informasi yang meliputi analisis kebutuhan, review literatur, penelitian dalam skala kecil, dan persiapan membuat laporan yang terkini.

b. *Planning*

Melakukan perencanaan yang meliputi pendefinisian keterampilan yang harus dipelajari, perumusan tujuan, penentuan urutan pembelajaran, dan uji coba kelayakan (dalam skala kecil).

c. *Develop Preliminary Form a Product*

Mengembangkan produk awal yang meliputi penyiapan materi pembelajaran, penyusunan buku pegangan, dan instrumen evaluasi.

d. *Preliminary Field Testing*

Uji coba lapangan awal dilakukan pada 1 – 3 sekolah dengan menggunakan 6 – 12 subjek. Pengumpulan data dengan wawancara, observasi, kuesioner. Hasilnya selanjutnya di analisis.

e. *Main Product Revision*

Melakukan revisi utama terhadap produk didasarkan pada saran-saran dari uji coba lapangan awal.

f. *Main Field Testing*

Melakukan uji coba lapangan utama yang dilakukan pada 5 – 15 sekolah dengan 30 – 100 subjek. Data kuantitatif tentang *performance* subjek sebelum dan sesudah pelatihan dianalisis. Hasil dinilai sesuai dengan tujuan pelatihan dan dibandingkan dengan data kelompok kontrol bila mungkin.

g. *Operational Product Revision*

Melakukan revisi terhadap produk yang siap dioperasikan berdasarkan saran-saran dari uji coba lapangan awal.

h. *Operational Field Testing*

Melakukan uji coba lapangan operasional yang dilakukan pada 10 – 30 sekolah dengan 40 – 400 subjek. Data wawancara, observasi, dan kuesioner dikumpulkan dan dianalisis.

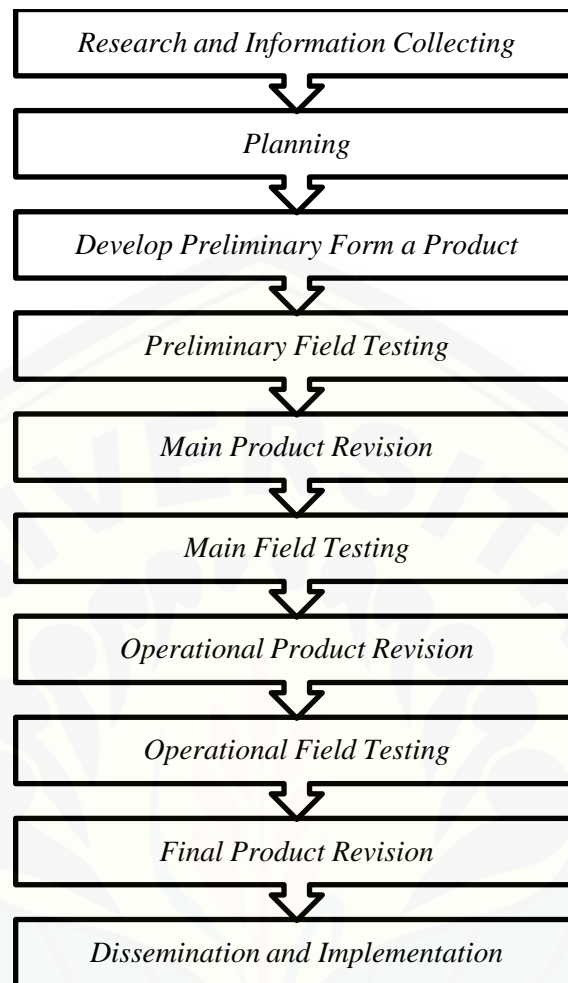
i. *Final Product Revision*

Revisi produk akhir berdasarkan saran dari uji coba lapangan operasional.

j. *Dissemination and Implementation*

Mendesiminasikan dan mengimplementasikan produk. Membuat laporan mengenai produk pada pertemuan profesional dan pada jurnal-jurnal. Bekerjasama dengan penerbit untuk melakukan distribusi secara komersial, memonitor produk yang telah didistribusikan guna membantu kendali mutu.

Kesepuluh langkah-langkah penelitian dan pengembangan (R&D) menurut Brog and Gall tersebut dapat digambarkan seperti Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Langkah-langkah Penelitian dan Pengembangan menurut Brog dan Gall
(Sumber: Sugiyono, 2015)

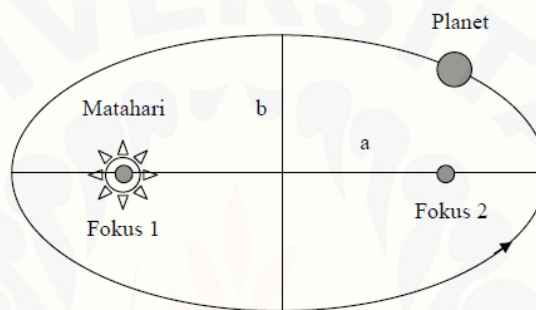
2.5 Hukum Kepler

Lebih dari setengah abad sebelum Newton mengajukan hukum tentang gravitasi, seorang ahli astronomi Jerman Johannes Kepler telah mampu menjelaskan secara rinci tentang gerak planet di sekitar Matahari. Penjelasan tersebut didapatkan dengan mempelajari dan menganalisis data yang dikumpulkan oleh Tycho Brahe mengenai posisi planet-planet dalam gerakannya di luar angkasa (Giancoli, 2014). Kepler menentukan sifat orbit planet berdasarkan analisis data milik Tycho Brahe dan mengemukakan tiga hukum mengenai gerak planet yang biasa disebut Hukum Kepler (Tjasyono, 2013:21). Hukum-hukum yang dirumuskan oleh Johannes Kepler pada abad ke-17 ini digunakan para ahli ruang angkasa untuk menghitung lintasan wahana ruang angkasa dan memastikan

agar mereka bisa mencapai planet yang tepat pada saat yang tepat (Couper, 2013:81).

2.5.1 Hukum I Kepler

Hukum Kepler pertama menyatakan bahwa planet mengorbit matahari dalam lintasan berbentuk elips, dan matahari terletak pada salah satu fokusnya pada sumbu panjang. Secara lebih detail bentuk orbit planet dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.

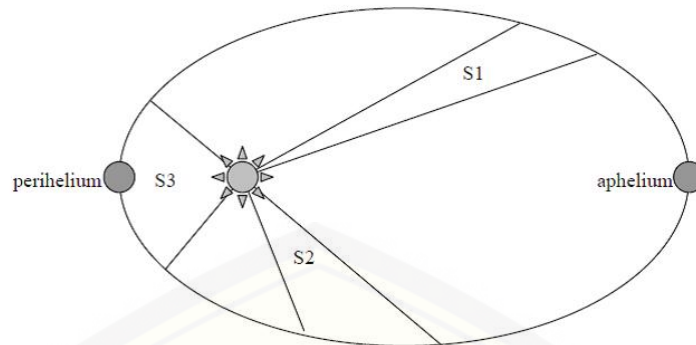


Gambar 2.2 Bentuk Elips Orbit Planet (Sumber: Tjasyono, 2013)

Elips merupakan sebuah kurva tertutup sedemikian sehingga jumlah jarak pada sembarang titik P (planet) pada kurva itu ke dua titik yang tetap (disebut fokus, F_1 /fokus 1 dan F_2 /fokus 2) tetap konstan, yaitu jumlah jarak $F_1P + F_2P$ tetap sama untuk semua titik pada kurva (Giancoli, 2014).

2.5.2 Hukum II Kepler

Hukum Kepler kedua menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama. Konsekuensi dari hukum II Kepler ini adalah kelajuan revolusi planet tidak tetap. Kelajuan revolusi mencapai minimum ketika jaraknya ke matahari mencapai maksimum (apehelium) dan kelajuan revolusi mencapai maksimum ketika jaraknya ke matahari mencapai minimum (perihelium). Ilustrasi hukum kedua Kepler dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Luas Juring pada Waktu yang Sama (Sumber: Tjasyono, 2013)

Tiga daerah yang diarsir mempunyai luas yang sama. Planet bergerak paling cepat pada bagian orbitnya yang paling dekat dengan Matahari.

2.5.3 Hukum III Kepler

Hukum III Kepler menyatakan bahwa perbandingan kuadrat periode (waktu yang dibutuhkan untuk satu putaran mengelilingi matahari) dua planet yang mengitari matahari sama dengan perbandingan pangkat tiga jarak rata-rata planet-planet tersebut dari matahari (Giancoli, 2014). Dengan demikian jika T_1 dan T_2 menyatakan periode dua planet sedangkan r_1 dan r_2 menyatakan jarak rata-rata mereka dari matahari, maka dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$$

Berdasarkan Hukum III Kepler maka semakin jauh jarak planet ke matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit. Hubungan antara jarak dan periode orbit sebuah planet selalu tetap sehingga para astronom hanya perlu memperoleh data kecepatan planet untuk mengetahui jaraknya dari matahari (Tjasyono, 2013). Perbandingan kuadrat periode planet terhadap pangkat tiga dari jarak rata-rata planet (radius) adalah sama untuk semua planet, sehingga secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{\text{periode}^2}{\text{radius}^3} = \text{konstan}$$

Periode (T) merupakan waktu yang diperlukan oleh planet untuk melakukan satu revolusi dan radius (r) merupakan jarak planet ke matahari. Maka, rumus diatas dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{T^2}{r^3} = \text{konstan}$$

Untuk periode dalam tahun dan radius dalam satuan astronomi (SA), maka :

$$T^2 = r^3$$

Tabel 2.1 Data Planet yang Digunakan pada Hukum III Kepler

Planet	Jarak Rata-rata dari Matahari, r (10^6 km)	Periode, T (tahun Bumi)	r^3/T^2 (10^{24} km^3/th^2)
Merkurius	57,9	0,241	3,34
Venus	108,2	0,615	3,35
Bumi	149,6	1,0	3,35
Mars	227,9	1,88	3,35
Jupiter	778,3	11,86	3,35
Saturnus	1.427	29,5	3,34
Uranus	2.870	84,0	3,35
Neptunus	4.497	165	3,34

(Giancoli, 2014)

Giancoli (2014) menyatakan bahwa Newton menggunakan Hukum Kepler sebagai bukti Hukum Gravitasi Universal milik Newton. Berdasarkan Hukum II Newton mengenai gerak dapat digunakan sebagai dasar untuk membuktikan hubungan antara Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton.

Hukum II Newton menyatakan bahwa,

$$\sum F = ma \quad (1)$$

Gaya ($\sum F$) yang berlaku pada kondisi ini adalah gaya gravitasi Newton. Persamaan gaya gravitasi Newton, yaitu

$$\sum F = G \frac{mM}{r^2} \quad (2)$$

Percepatan (a) yang berlaku dalam keadaan ini adalah percepatan sentripetal, yaitu

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Dimana,

$$v = \frac{2\pi}{T}$$

Sehingga,

$$a = \frac{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}{r}$$

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad (3)$$

Dengan memasukkan persamaan (2) dan (3) kedalam persamaan (1), maka

$$\sum F = ma$$

$$G \frac{mM}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

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

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

Untuk hubungan antar dua benda (matahari dan planet) nilai dari $\frac{4\pi^2}{GM}$ akan konstan, sehingga

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3}$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan diatas maka dapat disimpulkan bahwa hubungan antara Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton bisa dibuktikan melalui Hukum II Newton tentang gerak. Persamaan (5) merupakan Hukum Kepler yang diturunkan dari persamaan Hukum II Newton tentang gerak. Persamaan (4) merupakan persamaan hubungan antara Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton serta dapat digunakan untuk menentukan massa planet yang mengitari matahari.

2.6 Hasil Belajar

Belajar adalah kegiatan berproses dan merupakan unsur yang sangat fundamental dalam penyelenggaraan jenis dan jenjang pendidikan, hal ini berarti keberhasilan pencapaian tujuan pendidikan sangat tergantung pada keberhasilan proses belajar siswa di sekolah dan lingkungan sekitarnya (Jihad, 2013:1). Pada dasarnya belajar merupakan tahapan perubahan perilaku siswa yang relatif positif dan mantap sebagai hasil interaksi dengan lingkungan yang melibatkan proses kognitif, dengan kata lain belajar merupakan kegiatan berproses yang terdiri dari beberapa tahap.

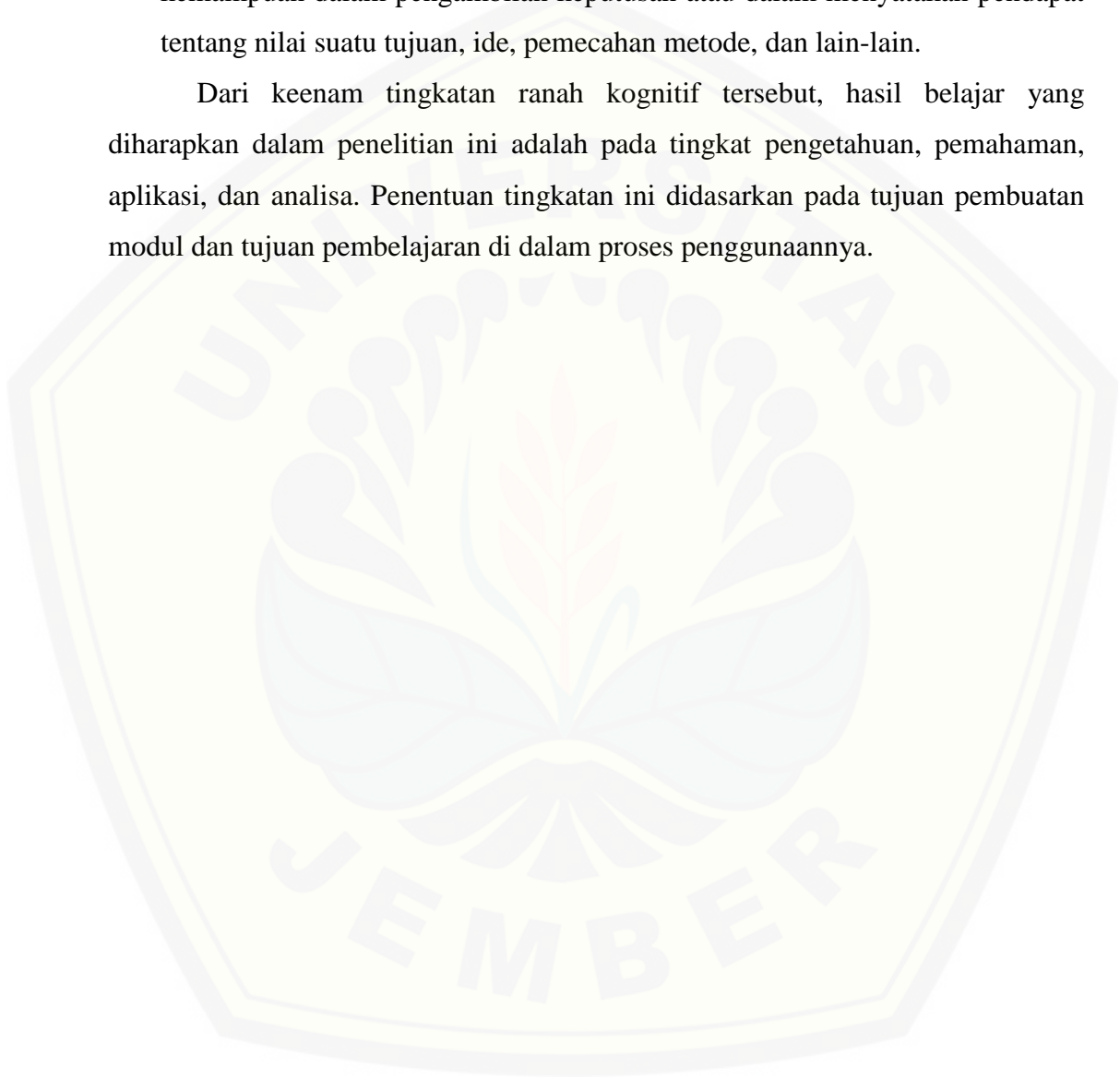
Jihad (2013:15) mengartikan hasil belajar sebagai perubahan tingkah laku siswa secara nyata setelah dilakukan proses belajar mengajar yang sesuai dengan tujuan pengajaran. Usman (2005) menyatakan bahwa hasil belajar yang dicapai oleh siswa sangat erat kaitannya dengan rumusan tujuan instruksional yang direncanakan guru sebelumnya yang dikelompokkan dalam tiga kategori, yakni ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Dalam penelitian ini hasil belajar yang ingin diukur adalah hasil belajar pada ranah kognitif.

Hasil belajar pada ranah kognitif terdiri atas enam jenjang, yaitu pengetahuan; pemahaman; aplikasi; analisa; sintesa; dan evaluasi. Berikut adalah penjabaran masing-masing jenjang:

- a. Pengetahuan merupakan jenjang paling rendah dalam ranah kognitif yang meliputi pengingatan tentang hal-hal yang bersifat khusus atau universal, mengetahui metode dan proses, pengingatan terhadap suatu pola, struktur atau seting.
- b. Pemahaman merupakan jenjang setingkat diatas pengetahuan yang meliputi penerimaan dalam komunikasi secara akurat, menempatkan hasil komunikasi dalam bentuk penyajian yang berbeda, mengorganisasikannya secara setingkat tanpa merubah pengertian dan dapat mengeksporasikan.
- c. Aplikasi merupakan penggunaan prinsip atau metode pada situasi yang baru.
- d. Analisa merupakan jenjang keempat yaitu kemampuan dalam memisahkan suatu materi menjadi bagian-bagian yang membentuknya, mendeteksi hubungan diantara bagian-bagian itu dan cara materi itu diorganisir.

- e. Sintesa merupakan tingkatan lebih sulit dari analisa yaitu kemampuan untuk menempatkan bagian-bagian atau elemen sehingga membentuk suatu keseluruhan yang koheren.
- f. Evaluasi merupakan jenjang paling sulit dalam ranah kognitif yang meliputi kemampuan dalam pengambilan keputusan atau dalam menyatakan pendapat tentang nilai suatu tujuan, ide, pemecahan metode, dan lain-lain.

Dari keenam tingkatan ranah kognitif tersebut, hasil belajar yang diharapkan dalam penelitian ini adalah pada tingkat pengetahuan, pemahaman, aplikasi, dan analisa. Penentuan tingkatan ini didasarkan pada tujuan pembuatan modul dan tujuan pembelajaran di dalam proses penggunaannya.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Pengembangan yang dilakukan adalah pembuatan modul komik fisika. Dengan adanya modul komik ini siswa diharapkan akan belajar secara mandiri dengan bantuan minimal dari guru serta mengalami peningkatan hasil belajar fisika setelah menggunakan modul komik fisika dalam pembelajaran.

3.2 Waktu, Tempat, dan Subjek Uji Pengembangan

Waktu uji pengembangan modul komik fisika dilaksanakan pada semester ganjil tahun pelajaran 2017/2018. Tempat uji pengembangan modul komik fisika yaitu di SMA Nurul Islam Jember. Adapun pertimbangan dalam hal pemilihan tempat uji pengembangan ini yaitu : (1) SMA Nurul Islam Jember bersedia menjadi tempat uji pengembangan; (2) SMA Nurul Islam Jember menggunakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP); dan (3) Hasil wawancara dan observasi di SMA Nurul Islam Jember, bahan ajar yang digunakan untuk pokok bahasan Hukum Kepler adalah buku teks Intan Pariwara yang didalamnya kurang menarik dan penyajian materinya terlalu singkat. Subjek penelitian pengembangan ini adalah siswa kelas XI SMA Nurul Islam Jember.

3.3 Definisi Operasional Variabel

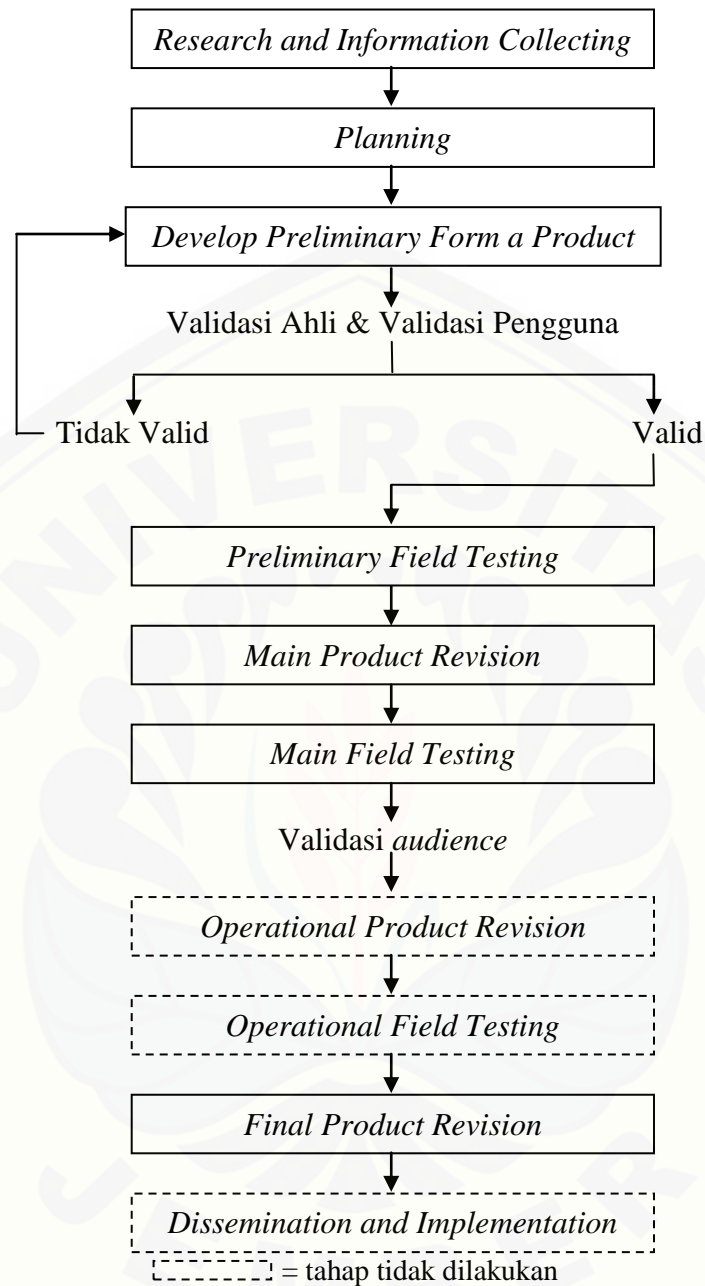
Terdapat tiga istilah yang perlu didefinisikan dalam penelitian ini untuk menghindari kesalahan dalam penafsirannya. Istilah tersebut adalah modul fisika, modul komik fisika, dan pemahaman konsep fisika.

- a. Modul komik fisika adalah modul fisika yang dikembangkan pada penelitian ini. Modul komik fisika merupakan modul fisika yang dikemas dalam bentuk komik.
- b. Validitas modul komik fisika merupakan tingkat kevalidan atau kesahihan modul komik fisika yang dikembangkan.

- c. Efektifitas modul komik fisika merupakan tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran setelah menggunakan modul komik fisika.

3.4 Desain Penelitian Pengembangan

Desain penelitian pengembangan modul komik fisika pada penelitian ini menggunakan model penelitian pengembangan yang dikembangkan oleh Borg dan Gall dengan modifikasi. Modifikasi yang dimaksud adalah tidak dilaksanakannya tahap *Operational Product Revision*, *Operational Field Testing*, serta *Dissemination and Implementation*. Ketiga tahapan tersebut tidak dilaksanakan karena tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui validitas modul komik fisika dan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar fisika siswa setelah menggunakan modul komik fisika. Ketiga tahapan tersebut dilakukan apabila tujuan dari penelitian adalah untuk menciptakan produk dalam skala besar. Selain itu modifikasi juga dilakukan pada tahap *Main Field Testing*, seharusnya pada tahap ini dilaksanakan pada 5 – 10 sekolah tetapi dalam penelitian ini hanya tahap *Main Field Testing* hanya dilaksanakan pada satu sekolah. Sehingga dalam penelitian ini pengembangan modul komik fisika dilaksanakan melalui tujuh tahapan yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Tahap Penelitian dan Pengembangan oleh Borg dan Gall (Sumber: Sugiyono, 2015)

3.4.1 *Research and Information Collecting*

Pada tahap ini dilakukan penelitian terhadap produk yang telah ada, studi literatur, dan penelitian lapangan. Penelitian terhadap produk yang telah ada yaitu meneliti berbagai bahan ajar yang digunakan di sekolah. Menganalisis bagaimana keefektifan dan keefisienan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran di

kelas. Setelah itu dilakukan studi literatur. Membandingkan hasil penelitian terhadap produk yang telah ada dengan hasil penelitian oleh peneliti sebelumnya. Literatur yang digunakan adalah jurnal penelitian. Kemudian melakukan penelitian lapangan untuk melihat apakah bahan ajar dapat digunakan dengan baik oleh siswa, serta menelaah kesulitan yang dialami siswa maupun guru selama menggunakan bahan ajar yang telah ada. Penelitian dilakukan melalui wawancara dan observasi.

3.4.2 *Planning*

Tahap perencanaan merupakan tahap untuk merumuskan produk yang dikembangkan dalam bentuk draf modul yang berisi gambaran umum isi modul serta tujuan yang hendak dicapai oleh modul untuk mengatasi permasalahan yang diungkap pada tahap *Research and Information Collecting*. Bentuk dan gambaran umum modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler dapat dilihat secara rinci pada Lampiran B.

3.4.3 *Develop Preliminary Form a Product*

Tahap pengembangan produk awal meliputi, penyiapan materi pembelajaran, penyusunan buku pegangan, dan instrumen evaluasi. Secara lebih rinci tahap pengembangan produk awal dijabarkan sebagai berikut:

a. Penyiapan materi pembelajaran

Materi pembelajaran yang digunakan dalam pengembangan modul ini adalah materi Hukum Newton tentang Gravitasi pada pokok bahasan Hukum Kepler. Hal yang akan dibahas adalah pengertian orbit, Hukum I Kepler, Hukum II Kepler, Hukum III Kepler, dan hubungan Hukum Kepler dengan Hukum Gravitasi Newton.

b. Penyusunan buku pegangan

Modul yang dikembangkan adalah modul komik fisika, sehingga diperlukan panduan penggunaan modul ini. Panduan penggunaan terdapat pada bagian awal modul komik fisika. Panduan menyampaikan cara menggunakan modul komik fisika dalam pembelajaran agar siswa dapat belajar secara mandiri.

c. Instrumen evaluasi

Evaluasi yang digunakan adalah tes tertulis pada pokok bahasan Hukum Kepler. Tes ini adalah *post-test* berupa soal pilihan ganda dan uraian pada bagian akhir modul komik fisika.

3.4.4 *Preliminary Field Testing*

Pengujian lapangan awal dilakukan di SMA Nurul Islam Jember. Pada tahap ini dilakukan *pre-test* pada 21 subjek, yaitu 21 siswa kelas XI SMA Nurul Islam Jember. Hasil *pre-test* digunakan untuk melihat kemampuan awal siswa.

Validator pengguna (guru) melakukan validasi modul komik fisika dengan menggunakan lembar validasi pengguna pada saat pengujian lapangan awal berlangsung. Validator pengguna adalah guru fisika kelas XI IPA di SMA Nurul Islam Jember. Hasil validasi dan saran yang diberikan oleh guru digunakan sebagai acuan dalam merevisi modul komik fisika.

3.4.5 *Main Product Revision*

Revisi utama dilakukan berdasarkan hasil validasi *audience* dan validasi pengguna pada pengujian lapangan awal. Saran-saran yang disampaikan oleh validator pengguna dan validator *audience* menjadi acuan utama dalam revisi ini.

3.4.6 *Main Field Testing*

Putra (2015:119) menyatakan bahwa uji coba lapangan utama dilakukan pada 5 – 15 sekolah dengan 30 – 100 subjek. Namun dalam penelitian ini uji coba lapangan utama dilakukan pada satu sekolah dengan 21 subjek. Modifikasi ini dilakukan atas dasar tujuan penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui validitas modul komik fisika dan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar fisika siswa setelah menggunakan modul komik fisika. Pengujian ini dilakukan pada sekolah yang sama dengan uji coba lapangan awal, yaitu SMA Nurul Islam Jember. Subjek pengujian ini adalah 21 siswa kelas XI IPA yang mengikuti pembelajaran dengan menggunakan modul komik fisika. Langkah pengumpulan data pada tahap ini sama dengan langkah pengumpulan data pada

tahap uji coba lapangan awal. Hasil tes dan observasi akan menjadi acuan utama dalam menentukan validitas modul komik fisika dan menentukan peningkatan hasil belajar fisika siswa setelah menggunakan modul komik fisika ini.

3.4.7 *Final Product Revision*

Revisi produk akhir didasarkan pada saran-saran yang disampaikan oleh validator. Tahap ini menjadi tahap revisi akhir karena tujuan dari penelitian ini bukan untuk membuat produk yang akan dioperasionalkan atau digunakan pada skala yang sangat luas, melainkan untuk menguji validitas modul komik fisika dan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar fisika siswa setelah menggunakan modul komik fisika.

3.5 Validasi Modul

Validasi modul dilakukan untuk mengetahui validitas dan efektifitas modul komik fisika yang dikembangkan. Terdapat tiga validasi pada penelitian ini, yaitu validasi ahli; validasi pengguna ; dan validasi *audience*. Validasi ahli dilakukan oleh validator ahli, yaitu dua dosen FKIP Pendidikan Fisika Universitas Jember. Validasi pengguna dilakukan oleh validator pengguna, yaitu guru Fisika kelas XI SMA Nurul Islam Jember. Validasi *audience* dilakukan oleh validator *audience*, yaitu siswa kelas XI SMA Nurul Islam Jember yang menggunakan modul komik fisika.

3.5.1 Alat Pengumpulan Data

Instrumen penelitian dikembangkan untuk mengukur validitas modul komik fisika. Jika hasil validasi menyatakan kurang valid maka data-data dari instrumen ini dapat digunakan untuk merevisi modul komik fisika. Instrumen yang digunakan untuk validasi ahli dan validasi pengguna adalah lembar validasi. Lembar validasi terdiri dari beberapa aspek dimana setiap aspek terdiri dari beberapa indikator penilaian. Penilaian pada lembar validasi ini berupa skala *likert* dengan 4 skala yang disajikan dalam bentuk *checklist*. Aspek serta indikator

yang terdapat pada lembar validasi ahli dan validasi pengguna dapat dilihat pada lampiran C.

Instrumen penelitian yang digunakan untuk validasi *audience* adalah lembar *post-test*. Setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul komik fisika *audience* (siswa) akan mengerjakan soal-soal yang ada pada lembar *post-test*. Hasil dari *post-test* ini akan dijadikan acuan untuk melihat tingkat efektifitas modul komik fisika. Detail soal *post-test* dapat dilihat pada lampiran I.

3.5.2 Teknik Perolehan Data

Teknik perolehan data validasi modul komik fisika dalam penelitian ini meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Pemberian lembar validasi beserta modul komik fisika kepada validator ahli. Validator ahli diminta untuk memberikan penilaian terhadap modul komik fisika dengan cara menuliskan penilaian atas indikator yang ada dengan memberikan tanda cek (√) pada kolom yang sesuai. Data validasi dan saran dari validator ahli digunakan sebagai bahan untuk menilai validitas dan merevisi modul komik fisika.
- b. Pemberian lembar validasi beserta modul komik fisika kepada validator pengguna. Validator pengguna diminta untuk memberikan penilaian terhadap modul komik fisika dengan cara menuliskan penilaian atas indikator yang ada dengan memberikan tanda cek (√) pada kolom yang sesuai. Data validasi dan saran dari validator pengguna digunakan sebagai bahan untuk menilai validitas dan merevisi modul komik fisika.
- c. Pemberian *post-test* kepada validator *audience* (siswa) setelah mengikuti pembelajaran menggunakan modul komik fisika. Validator *audience* diminta untuk mengerjakan soal-soal yang ada pada lembar *post-test*. Hasil penilaian *post-test* tersebut akan digunakan untuk menilai efektifitas modul komik fisika.

3.5.3 Metode Analisa Data

Data yang diperoleh dari validator ahli dan validator pengguna dianalisis secara deskriptif dengan menelaah hasil penilaian terhadap validitas modul komik fisika. Penentuan analisis rata-rata berdasarkan pada Akbar (2015:83) sebagai berikut :

$$V = \frac{V_{ah} + V_p}{2}$$

Dimana,

$$V_{ah} = \frac{TSe}{TSh} \times 100\% ; V_p = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

Keterangan :

V = Validitas

V_{ah} = validasi ahli ; V_p = validasi pengguna

TSe = total skor empirik yang dicapai

TSh = total skor yang diharapkan

Kategori analisis rata-rata yang digunakan dalam menentukan validitas modul komik fisika dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kategori Validitas Modul

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01% – 100,00%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.
70,1% – 85,00%	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.
50,01% – 70,00%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar.
01,00% – 50,00 %	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan.

(Akbar, 2015:41)

Data yang diperoleh dari validator *audience* dianalisis secara deskriptif dengan menelaah hasil *post-test* setelah menggunakan modul komik fisika. Penentuan analisis rata-rata berdasarkan pada Akbar (2015:83) sebagai berikut :

$$Ef = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$$

Keterangan :

Ef = Efektifitas

TSe = total skor empirik yang dicapai

TSh = total skor yang diharapkan

Kategori analisis rata-rata yang digunakan dalam menentukan efektifitas modul komik fisika dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori Efektifitas Modul

Kriteria Efektifitas	Tingkat Efektifitas
81,00% – 100,00%	Sangat efektif, atau dapat digunakan tanpa revisi.
61,00% – 80,00%	Cukup efektif, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.
41,00% – 60,00%	Kurang efektif, disarankan tidak dipergunakan.
21,00% – 40,00 %	Tidak efektif, atau tidak bisa dipergunakan.
00,00% – 20,00 %	Sangat tidak efektif, tidak bisa digunakan.

(Akbar, 2015:82)

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh pada tahap uji coba lapangan utama dengan menggunakan modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Validitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler di SMA kelas XI adalah 76,29% dengan tingkat validitas cukup valid.
- b. Efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler di SMA kelas XI adalah 71,38% dengan tingkat efektifitas cukup efektif.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka saran yang dapat diberikan, antara lain:

- a. Bagi guru, hendaknya menggunakan modul komik fisika dalam pembelajaran fisika pada pokok bahasan hukum kepler. Modul komik fisika mampu meningkatkan imajinasi siswa sehingga pembelajaran pada pokok bahasan hukum kepler semakin kontekstual serta pembelajaran dapat berjalan secara mandiri.
- b. Bagi peneliti lanjut, diharapkan dapat dijadikan landasan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. 2013. Instrumen Perangkat Pembelajaran. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- Bektiarso, S. 2015. *Strategi Pembelajaran*. Yogyakarta : LaksBang PRESSindo.
- Bonneff, M. 2008. *Komik Indonesia*. Jakarta: KPG (Kepustakaan Populer Gramedia).
- Couper, H. dan Henbest, N. 2009. *Encyclopedia of Space*. London: Dorling Kindersley Limited. Terjemahan oleh G. Admiranto. 2013. *Enslikopedi Ruang Angkasa*. Yogyakarta: Kanisius.
- Daryanto dan Dwicahyono. 2014. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, PHB, Bahan Ajar)*. Yogyakarta: Gava Media.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul*. Yogyakarta: Gava Media.
- Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Penerbit Diponegoro.
- Druxes. 1986. *Kemampuan Diktatik Fisika*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Enawaty, E. 2010. Pengaruh Penggunaan Media Komik Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA Negeri 3 Pontianak pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA Universitas Tanjungpura*. 1(1): 24 – 36.
- Febriandika, T. 2016. Pengembangan Modul IPA dengan Teknik Komik Disertai Kartu Soal di SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Jember*. 4(5): 295 – 306.
- Giancoli, D. C.. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi ke 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Jaya. 2012. Pengembangan Modul Fisika Kontekstual untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas X Semester 2 di SMK Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Teknologi Pembelajaran*.
- Majid, A. 2014. *Strategi Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- McCloud, S. 2008. *Memahami Komik*. Jakarta: KPG (Kepustakaan Populer Gramedia).

- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Puspitarini, R. 2014. Penggunaan Media Komik dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Kognitif dan Afektif. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta*. 1(3): 413 – 420.
- Putra, N. 2015. *Research & Development Penelitian dan Pengembangan: Suatu Pengantar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sanjaya, W. 2012. *Media Komunikasi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Sanjaya, W. 2013. *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Sanjaya, W. 2015. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Sears dan Zemansky. 1993. *Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Setyowati, R. 2013. Pengembangan Modul IPA Berkarakter Peduli Lingkungan Tema Polusi Sebagai Bahan Ajar Siswa SMKN 11 Semarang. *Jurnal Pendidikan IPA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang*. 2(2).
- Sudjana, N. 2015. *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development/R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sunarto dan Agung. 2008. *Perkembangan Peserta Didik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Supardi, U.S., Leonard, Suhendri, H., Rismurdiyati. 2011. Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Formatif*. 2(1): 71-81.
- Tjasyono, B. 2013. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. Edisi Keempat. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Waluyanto, H. 2005. Komik Sebagai Media Komunikasi Visual Pembelajaran. *Jurnal Desain Komunikasi Visual Fakultas Seni dan Desain Universitas Kristen Petra*. 7(1): 45-55.

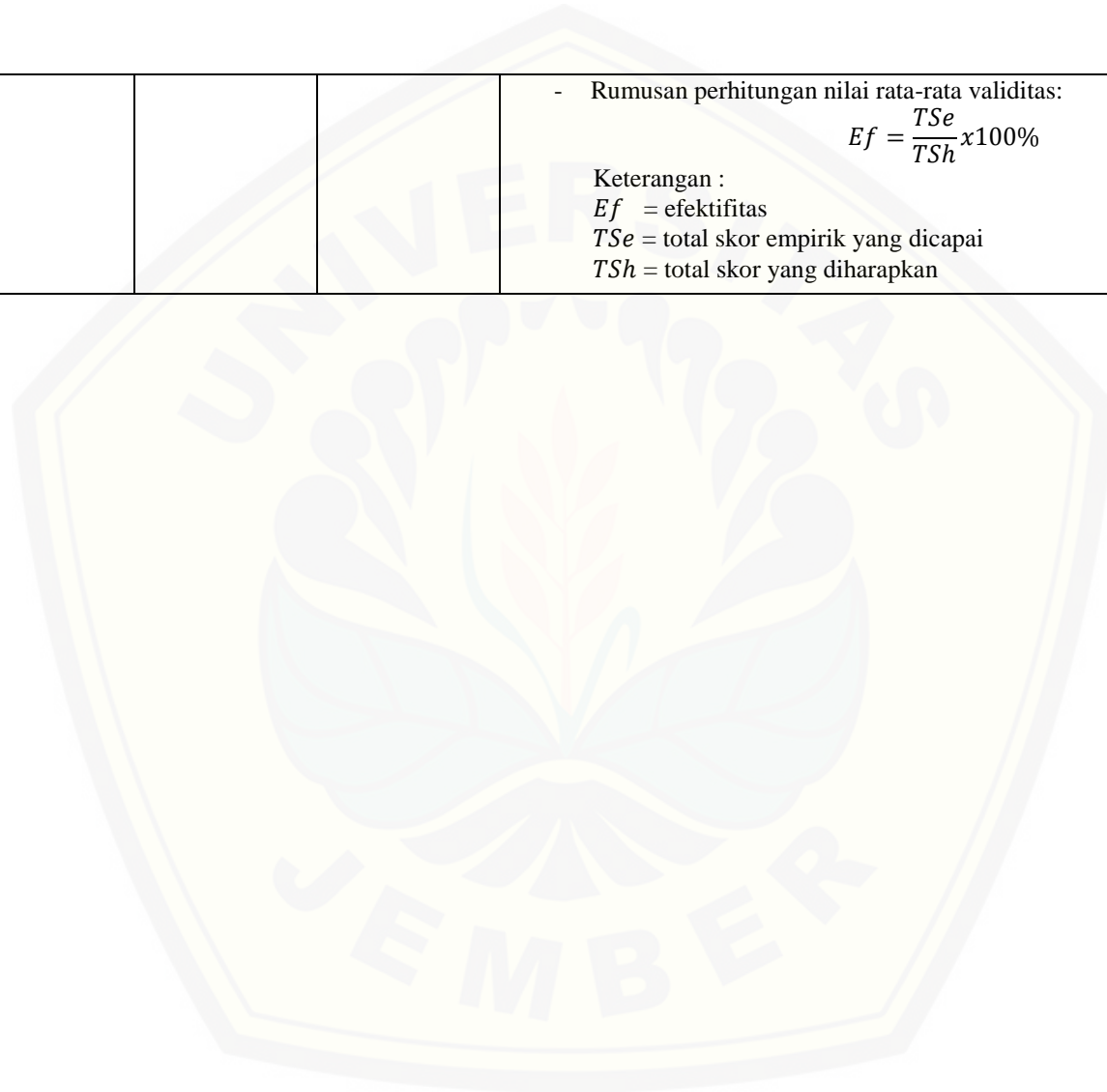
Lampiran A. Matriks Penelitian

MATRIKS PENELITIAN

NAMA : HAIRLINDA ARINI AGUSTIN
 NIM : 120210102048
 PRODI : PENDIDIKAN FISIKA

Judul	Permasalahan	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian
Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI	1. Bagaimanakah validitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA kelas XI? 2. Bagaimanakah efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA Kelas XI?	Variabel bebas: Modul Komik Fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler di SMA kelas XI Variabel Terikat: - Validitas modul komik fisika - Efektifitas modul komik fisika	1. Validator ahli adalah dosen FKIP Pendidikan Fisika Universitas Jember. 2. Validator pengguna adalah guru bidang studi Fisika SMA. 3. Validator <i>audience</i> adalah siswa SMA kelas XI.	1. Jenis penelitian: Penelitian Pengembangan 2. Desain penelitian : <i>Research and Development</i> (R&D) Borg dan Gall 3. Metode pengumpulan data: a. Tes b. Dokumentasi c. Observasi 4. Validasi Modul Komik Fisika - Validator a. Validator Ahli : Dosen FKIP Pendidikan Fisika Universitas Jember b. Validator Pengguna : Guru bidang studi Fisika SMA - Rumusan perhitungan nilai rata-rata validitas: $V = \frac{V_{ah} + V_p}{2}$ Dimana, $V_{ah} = \frac{TSe}{TSh} \times 100\% ; V_p = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$ Keterangan : V = Validasi (gabungan) V _{ah} = validasi ahli ; V _p = validasi pengguna ; TSe = total skor empirik yang dicapai TSh = total skor yang diharapkan 5. Efektifitas Modul Komik Fisika - Validator Validator <i>audience</i> : Siswa SMA kelas XI

				<p>- Rumusan perhitungan nilai rata-rata validitas:</p> $Ef = \frac{TSe}{TSh} \times 100\%$ <p>Keterangan : <i>Ef</i> = efektifitas <i>TSe</i> = total skor empirik yang dicapai <i>TSh</i> = total skor yang diharapkan</p>
--	--	--	--	--



Lampiran B. Draft Modul Komik Fisika

A. Tujuan Modul

Modul komik fisika pada pokok bahasan Hukum Kepler dibuat untuk mengatasi permasalahan yang diungkap dalam studi pendahuluan. Diharapkan dengan dikembangkannya modul ini dapat menjadi salah satu alat bantu guru dalam mengajar sehingga proses pembelajaran yang awalnya berpusat pada guru berubah menjadi berpusat pada siswa.

B. Format Modul

Terdapat 8 bagian pada modul komik fisika ini, yang terdiri dari sampul modul, pengantar, petunjuk penggunaan modul, daftar isi, sampul materi, isi modul, evaluasi, dan penutup. Format modul secara lebih rinci sebagai berikut.

1. Sampul modul

Sampul modul merupakan halaman terdepan dari modul komik fisika yang berisi judul modul, sasaran pengguna modul, dan nama pembuat modul. Judul modul ini adalah “Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler”. Sasaran pengguna modul adalah siswa kelas XI. Nama pembuat modul adalah peneliti sendiri, Hairlinda.

2. Pengantar

Pengantar merupakan halaman yang memuat penjelasan dan pengertian dari modul komik fisika.

3. Petunjuk penggunaan modul

Petunjuk penggunaan modul memuat beberapa petunjuk tentang cara menggunakan modul dalam proses pembelajaran yang ditujukan bagi guru dan siswa.

4. Daftar isi

Daftar isi merupakan bagian modul yang berisi tentang hal-hal yang terdapat dalam modul beserta halamannya. Daftar isi berguna untuk memudahkan pengguna dalam mencari isi modul.

5. Sampul materi

Sampul materi berisi standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan manfaat pembelajaran.

6. Isi modul

Isi dari modul komik fisika ini adalah materi-materi pembelajaran, contoh soal, latihan soal, tugas, dan kesimpulan yang semuanya dikemas dalam bentuk komik.

7. Evaluasi

Bagian evaluasi berisi soal-soal tes berupa pilihan ganda dan uraian untuk melihat peningkatan hasil belajar siswa setelah menggunakan modul komik fisika. Selain itu pada bagian ini juga terdapat kunci jawaban dan pembahasan soal evaluasi tetapi pembahasan soal evaluasi hanya terdapat pada modul komik fisika milik guru.

C. Materi Modul

Standar Kompetensi

Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik.

Kompetensi Dasar

Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton.

Indikator Pembelajaran

Menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menjelaskan perilaku planet-planet ketika mengorbit pusat tata surya dalam hukum Kepler.
2. Siswa mampu membuktikan kekekalan momentum angular pada revolusi setiap planet terhadap tata surya.

3. Siswa mampu membuktikan hukum Kepler dengan hukum gravitasi Newton.

Manfaat Pembelajaran

Isi Materi

1. Kegiatan Belajar 1 : Orbit

Orbit diartikan sebagai jalur yang dilalui objek yang mengitari objek lainnya karena pengaruh gaya gravitasi. Tanpa gaya gravitasi, benda-benda langit akan meluncur cepat ke segala arah. Gaya gravitasi menarik benda-benda ke dalam lingkaran dan elips. Dalam sistem tata surya kita, jalur yang dilalui planet saat mengitari matahari disebut orbit planet.

Johannes Kepler lahir pada 27 Desember 1571 di kota Weil der Stadt, Jerman. Meskipun keluarganya miskin, beasiswa dari para bangsawan lokal memungkinkan Kepler mendapatkan pendidikan yang baik. Kepler paling dikenal melalui hukum gerakan planetnya.

Pada awal kariernya, Kepler adalah asisten Tycho Brahe. Tycho Brahe telah menghabiskan waktu bertahun-tahun untuk mencatat pengamatannya tentang planet dengan cermat dan teliti. Kepler menjadi asisten Brahe karena Brahe terkesan dengan pemahaman Kepler tentang matematika dan astronomi saat membaca karya Kepler, yaitu *Cosmographic Mystery*. Ketika Brahe meninggal, Kepler menggantikannya.

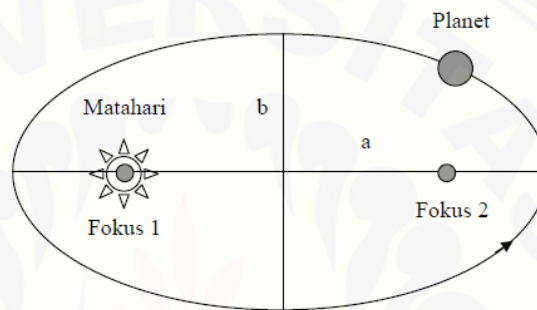
Berdasarkan tabel-tabel pengamatan gerak planet yang disusun oleh Brahe, Kepler mempelajari gerakan planet dan menarik kesimpulan berdasarkan apa yang dia lihat. Selain jenius dalam soal angka, ia juga mempunyai tekad yang kuat dan rasa ingin tahu yang tidak ada habisnya. Kesanggupan luar biasa untuk bekerja dibuktikan oleh ke 7200 perhitungan rumit yang ia selesaikan sewaktu mempelajari tabel-tabel pengamatan tentang Mars.

Mars merupakan planet pertama yang menarik perhatian Kepler. Setelah dengan seksama mempelajari tabel-tabel pengamatan tentang Mars, tersingkaplah bahwa Mars mengorbit matahari tetapi bukan dalam orbit

lingkaran sempurna. Selain itu Kepler juga mendapati bahwa matahari bukan sekedar pusat dari tata surya. Matahari juga berfungsi seperti sebuah magnet, berputar pada porosnya dan mempengaruhi gerakan-gerakan planet.

2. Kegiatan Belajar 2: Hukum I Kepler

Hukum Kepler pertama menyatakan bahwa planet mengorbit matahari dalam lintasan berbentuk elips, dan matahari terletak pada salah satu fokusnya pada sumbu panjang. Secara lebih detail bentuk orbit planet dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.

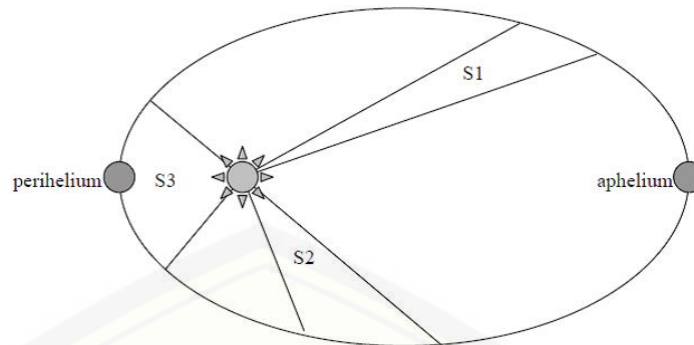


Gambar 2.2 Bentuk Elips Orbit Planet (Sumber: Tjasyono, 2013)

Elips merupakan sebuah kurva tertutup sedemikian sehingga jumlah jarak pada sembarang titik P (planet) pada kurva itu ke dua titik yang tetap (disebut fokus, F_1 /fokus 1 dan F_2 /fokus 2) tetap konstan, yaitu jumlah jarak $F_1P + F_2P$ tetap sama untuk semua titik pada kurva (Giancoli, 2014).

3. Kegiatan Belajar 3: Hukum II Kepler

Hukum Kepler kedua menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama. Konsekuensi dari hukum II Kepler ini adalah kelajuan revolusi planet tidak tetap. Kelajuan revolusi mencapai minimum ketika jaraknya ke matahari mencapai maksimum (apohelium) dan kelajuan revolusi mencapai maksimum ketika jaraknya ke matahari mencapai minimum (perihelium). Ilustrasi hukum kedua Kepler dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Luas Juring pada Waktu yang Sama (Sumber: Tjasyono, 2013)

Tiga daerah yang diarsir mempunyai luas yang sama. Planet bergerak paling cepat pada bagian orbitnya yang paling dekat dengan Matahari.

4. Kegiatan Belajar 4
 - a. Hukum III Kepler

Hukum III Kepler menyatakan bahwa perbandingan kuadrat periode (waktu yang dibutuhkan untuk satu putaran mengelilingi matahari) dua planet yang mengitari matahari sama dengan perbandingan pangkat tiga jarak rata-rata planet-planet tersebut dari matahari (Giancoli,). Dengan demikian jika T_1 dan T_2 menyatakan periode dua planet sedangkan r_1 dan r_2 menyatakan jarak rata-rata mereka dari matahari, maka dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$$

Berdasarkan Hukum III Kepler maka semakin jauh jarak planet ke matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit. Hubungan antara jarak dan periode orbit sebuah planet selalu tetap sehingga para astronom hanya perlu memperoleh data kecepatan planet untuk mengetahui jaraknya dari matahari (Tjasyono, 2013). Perbandingan kuadrat periode planet terhadap pangkat tiga dari jarak rata-rata planet (radius) adalah sama untuk semua planet, sehingga secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\frac{\text{periode}^2}{\text{radius}^2} = \text{konstan}$$

Periode (T) merupakan waktu yang diperlukan oleh planet untuk melakukan satu revolusi dan radius (r) merupakan jarak planet ke matahari. Maka, rumus diatas dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\frac{T^2}{r^3} = \text{konstan}$$

Untuk periode dalam tahun dan radius dalam satuan astronomi (SA), maka :

$$T^2 = r^3$$

Tabel 2.1 Data Planet yang Digunakan pada Hukum III Kepler

Planet	Jarak Rata-rata dari Matahari, r (10^6 km)	Periode, T (tahun Bumi)	r^3/T^2 ($10^{24} \text{ km}^3/\text{th}^2$)
Merkurius	57,9	0,241	3,34
Venus	108,2	0,615	3,35
Bumi	149,6	1,0	3,35
Mars	227,9	1,88	3,35
Jupiter	778,3	11,86	3,35
Saturnus	1.427	29,5	3,34
Uranus	2.870	84,0	3,35
Neptunus	4.497	165	3,34

Giancoli, 2014)

b. Pembuktian Hukum III Kepler

Giancoli (2014) menyatakan bahwa Newton menggunakan Hukum Kepler sebagai bukti Hukum Gravitasi Universal milik Newton. Berdasarkan Hukum II Newton mengenai gerak dapat digunakan sebagai dasar untuk membuktikan hubungan antara Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton.

Hukum II Newton menyatakan bahwa,

$$\sum F = ma \quad (1)$$

Gaya ($\sum F$) yang berlaku pada kondisi ini adalah gaya gravitasi Newton. Persamaan gaya gravitasi Newton, yaitu

$$\sum F = G \frac{mM}{r^2} \quad (2)$$

Percepatan (a) yang berlaku dalam keadaan ini adalah percepatan sentripetal, yaitu

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Dimana,

$$v = \frac{2\pi}{T}$$

Sehingga,

$$a = \frac{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}{r}$$

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \quad (3)$$

Dengan memasukkan persamaan (2) dan (3) kedalam persamaan (1), maka

$$\sum F = ma$$

$$G \frac{mM}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

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

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

Untuk hubungan antar dua benda (matahari dan planet) nilai dari $\frac{4\pi^2}{GM}$ akan konstan, sehingga

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3}$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \quad (5)$$

Berdasarkan persamaan diatas maka dapat disimpulkan bahwa hubungan antara Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton bisa dibuktikan melalui Hukum II Newton tentang gerak. Persamaan (5) merupakan Hukum Kepler yang diturunkan dari persamaan Hukum II Newton tentang gerak. Persamaan (4) merupakan persamaan hubungan antara

Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton serta dapat digunakan untuk menentukan massa planet yang mengitari matahari.

D. Evaluasi

1. Tugas
2. Latihan Soal
3. Soal Evaluasi



Lampiran C. Data Hasil Validasi dan Analisis Validitas

1. Validasi Ahli

No.	Aspek	Indikator	Validator		Rata-rata Indikator	Rata-rata Aspek
			1	2		
1.	Keakuratan	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keilmuan	4	3	3,5	3,125
		Materi yang disajikan sesuai perkembangan mutakhir	3	3	3	
		Materi yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari	3	3	3	
		Pengemasan materi sesuai dengan pendekatan keilmuan yang bersangkutan	3	3	3	
2.	Kelengkapan Sajian	Menyajikan kompetensi yang harus dikuasai siswa	3	3	3	3,375
		Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi bagi kehidupan siswa	4	3	3,5	
		Menyajikan daftar isi	4	3	3,5	
		Menyajikan daftar pustaka	4	3	3,5	
3.	Sistematika Sajian	Uraian materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks	3	3	3	3
		Uraian materi mengikuti alur pikir dari lingkup lokal ke global	3	3	3	
4.	Kesesuaian Bahasa dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar	Ketepatan penggunaan ejaan	3	3	3	3,167
		Ketepatan penggunaan istilah	3	3	3	
		Ketepatan penyusunan struktur kalimat	4	3	3,5	
Rata-rata (T_{se})					3,192	

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil validasi ahli, analisis validitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler yang dikembangkan adalah sebagai berikut :

$$V_{ah} = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V_{ah} = \frac{3,192}{4} \times 100\%$$

$$V_{ah} = 79,8\%$$

Keterangan :

Validator 1 = Prof. Dr. I Ketut Mahardika, M.Si.

Validator 2 = Drs. Subiki, M.Kes.

2. Validasi Pengguna

No.	Aspek	Indikator	Validator		Rata-rata Indikator	Rata-rata Aspek
			3	4		
1.	Relevansi	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	3	4	3,5	3,1
		Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	3	3	3	
		Contoh-contoh penjelasan relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	3	3	3	
		Latihan dan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai	3	4	3,5	
		Kedalaman uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa	3	3	3	
		Kelengkapan uraian materi sesuai dengan	3	3	3	

		tingkat perkembangan siswa				
		Jabaran materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum	3	3	3	
		Jumlah ilustrasi yang fungsional cukup	3	3	3	
		Jumlah latihan dan soal cukup	3	3	3	
		Jumlah tugas cukup	3	3	3	
2.	Kesesuaian Sajian dengan Tuntutan Pembelajaran yang Terpusat Pada Siswa	Mendorong rasa keingintahuan siswa	3	3	3	3,1
		Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar	3	4	3,5	
		Mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri	3	3	3	
		Mendorong siswa belajar secara berkelompok	3	3	3	
		Mendorong siswa mengamalkan isi bacaan	3	3	3	
3.	Keterbacaan dan Kekomunikatifan	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak	3	3	3	3,125
		Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa	3	3	3	
		Pembuatan alinea sesuai dengan pemahaman siswa	3	3	3	
		Bahasa yang digunakan bahasa setengah formal (bahasa sehari-hari dikelas)	3	4	3,5	
Rata-rata (T_{Se})					3,108	

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil validasi pengguna, analisis validitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler yang dikembangkan adalah sebagai berikut :

$$V_p = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$V_p = \frac{3,108}{4} \times 100\%$$

$$V_p = 77,7\%$$

Keterangan :

Validator 3 = Ahmad Nanang Rasyid, S.Pd., G.r.

Validator 4 = Hilmi Bin Abdus Salam, S.Pd.

Berdasarkan hasil dari validasi ahli dan validasi pengguna maka validitas akhir dari pengembangan modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{V_{ah} + V_p}{2}$$

$$V = \frac{79,8\% + 77,7\%}{2}$$

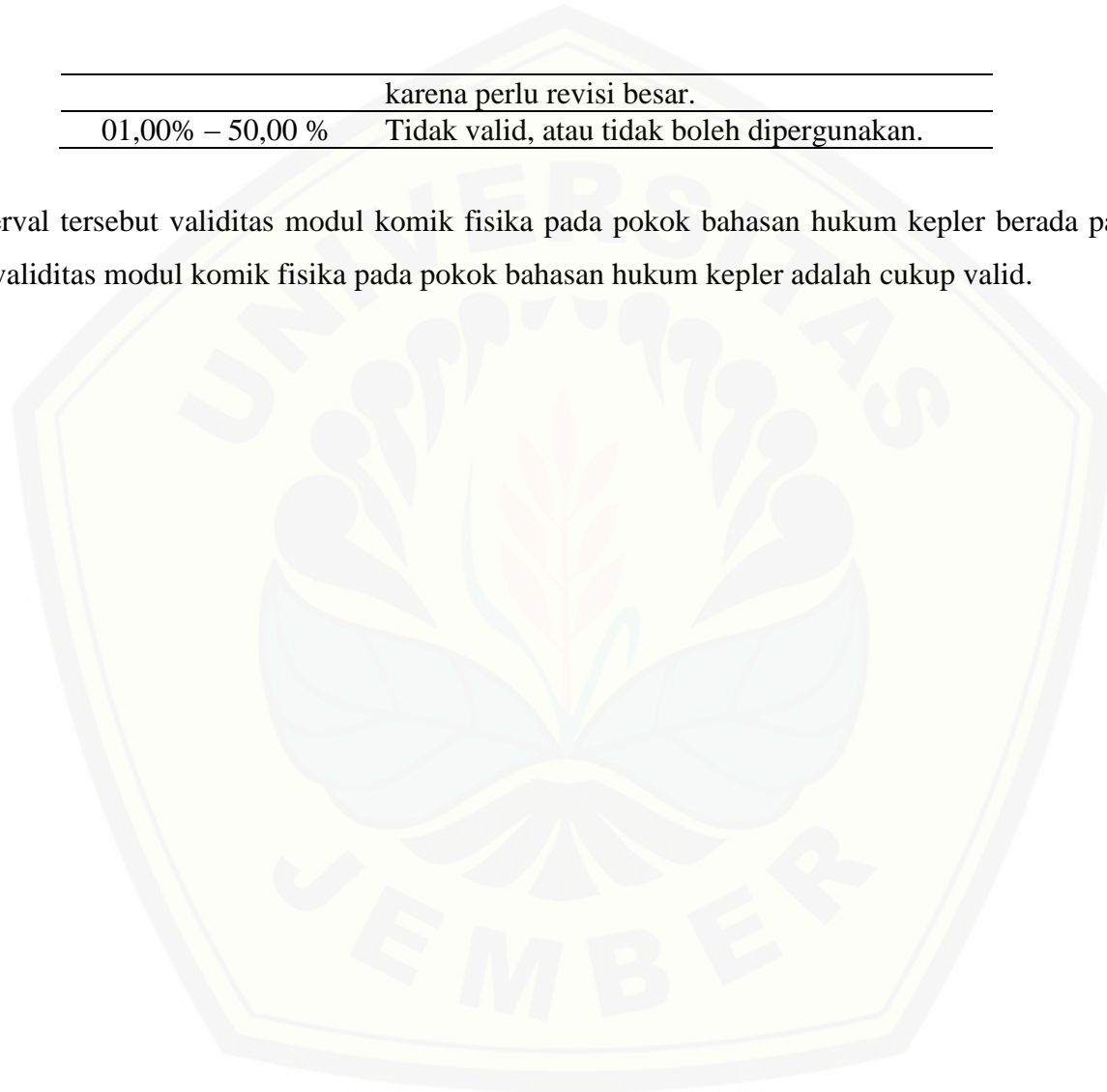
$$V = 78,75\%$$

Nilai V atau nilai rata-rata total validitas ini kemudian dirujuk pada interval penentuan tingkat validitas modul seperti terlihat pada tabel berikut :

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01% – 100,00%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi.
70,1% – 85,00%	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.
50,01% – 70,00%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan

	karena perlu revisi besar.
01,00% – 50,00 %	Tidak valid, atau tidak boleh dipergunakan.

Berdasarkan interval tersebut validitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler berada pada rentang interval 78,75% , maka tingkat validitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler adalah cukup valid.



Lampiran D. Data Hasil Validasi *Audience* dan Analisis Efektifitas

Validasi *Audience*

No.	Nama	Hasil Nilai <i>Post-Test</i>
1	ALIEF SALSABILA	90
2	AZMI ILMAGHFIROH	80
3	DIVA RAHMAH ANIDAH	90
4	FIRDAUSI AMALIA ILMI	64
5	IKA KARUNIA RIZKY	58
6	IRMA UMMIYATUL H.	59
7	KHUSNUL KHOTIMAH	55
8	LAILI NURIYA ISTIANI	61
9	M. RIFQI ARIFIN	85
10	MARISCA NOLA A. P.	71
11	MUHAMMAD FAJRI K. Z.	78
12	MUHAMMAD FAUZI J.	88
13	NAIS SEPTIA NINGRUM	67
14	NISA NABILA SANDY	64
15	NUR LAILATUL IZZAH	71
16	RISALATUL MUAWANAH	69
17	ROSITA ZULFA FAIQOH	61
18	TASYA DEA AMALIA	75
19	USWATUN HASANAH	86
20	UTARI ISNI ARSYIDA	58

21	DANIEL IZZULHAQ E.	69
Rata-rata (T_{Se})		71,38

Keterangan :

Validator *Audience* = 21 Siswa Kelas XI IPA 1 SMA Nurul Islam Jember

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil validasi *audience*, analisis efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler yang dikembangkan adalah sebagai berikut :

$$Ef = \frac{T_{Se}}{T_{Sh}} \times 100\%$$

$$Ef = \frac{71,38}{100} \times 100\%$$

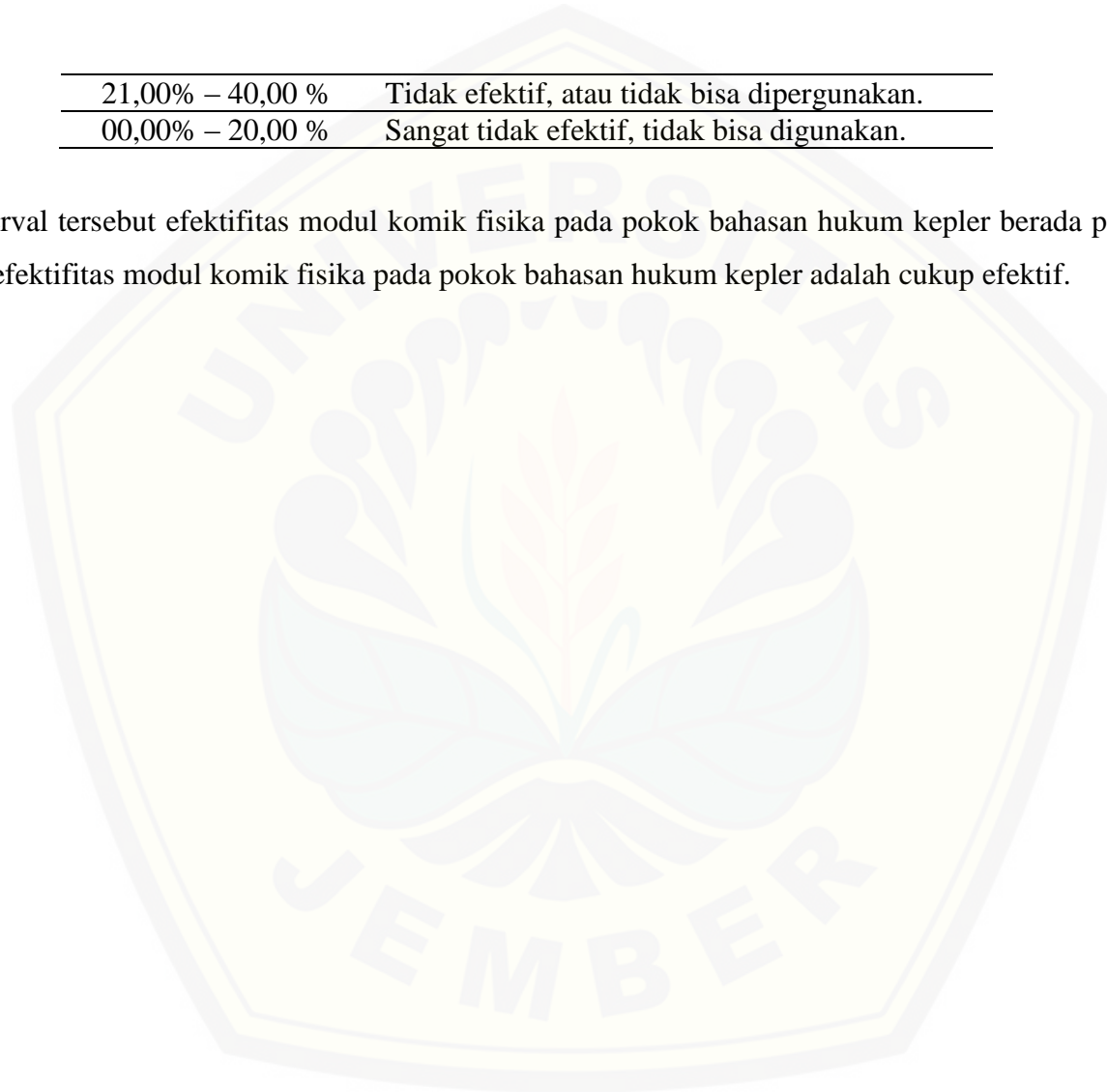
$$Ef = 71,38\%$$

Nilai *Ef* atau kriteria keefektifan ini kemudian dirujuk pada interval penentuan tingkat efektifitas modul seperti terlihat pada tabel berikut :

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
81,00% – 100,00%	Sangat efektif, atau dapat digunakan tanpa revisi.
61,00% – 80,00%	Cukup efektif, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.
41,00% – 60,00%	Kurang efektif, disarankan tidak dipergunakan.

21,00% – 40,00 %	Tidak efektif, atau tidak bisa dipergunakan.
00,00% – 20,00 %	Sangat tidak efektif, tidak bisa digunakan.

Berdasarkan interval tersebut efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler berada pada rentang interval 71,38% , maka tingkat efektifitas modul komik fisika pada pokok bahasan hukum kepler adalah cukup efektif.



Lampiran E. Analisis Butir Soal

1. Soal Pre-Test

Pilihan ganda

NO.	NAMA	ANALISIS BUTIR SOAL PRE-TEST										JUMLAH SOAL TERJAWAB	TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	ALIEF SALSABILA	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	5	25
2	AZMI ILMAGHFIROH	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4	20
3	DIVA RAHMAH ANIDAH	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3	15
4	FIRDAUSI AMALIA ILMU	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	15
5	IKA KARUNIA RIZKY	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4	20
6	IRMA UMMIYATUL H.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	15
7	KHUSNUL KHOTIMAH	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	5	25
8	LAILI NURIYA ISTIANI	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4	20
9	M. RIFQI ARIFIN	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	10
10	MARISCA NOLA A. P.	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	10
11	MUHAMMAD FAJRI K. Z.	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3	15
12	MUHAMMAD FAUZI J.	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	15
13	NAIS SEPTIA NINGRUM	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	5	25
14	NISA NABILA SANDY	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	5	25
15	NUR LAILATUL IZZAH	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	20
16	RISALATUL MUAWANAH	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	4	20
17	ROSITA ZULFA FAIQOH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
18	TASYA DEA AMALIA	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	15

NO.	NAMA	ANALISIS BUTIR SOAL PRE-TEST										JUMLAH SOAL TERJAWAB	TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
19	USWATUN HASANAH	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	4	20
20	UTARI ISNI ARSYIDA	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	5	25
21	DANIEL IZZULHAQ E.	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	5	25
JUMLAH TERJAWAB BENAR		15	13	15	3	2	14	4	3	1	2		

Esai

NO.	NAMA	ANALISIS SOAL ESSAY PRE-TEST					TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	
1	ALIEF SALSABILA	0	0	0	0	0	0
2	AZMI ILMAGHFIROH	0	4	0	0	0	4
3	DIVA RAHMAH ANIDAH	0	4	2	0	2	8
4	FIRDAUSI AMALIA ILMU	0	1	0	0	0	1
5	IKA KARUNIA RIZKY	0	6	0	0	0	6
6	IRMA UMMIYATUL H.	0	2	1	0	0	3
7	KHUSNUL KHOTIMAH	0	0	0	0	0	0
8	LAILI NURIYA ISTIANI	0	0	0	0	0	0
9	M. RIFQI ARIFIN	0	0	0	0	0	0
10	MARISCA NOLA A. P.	0	6	0	0	0	6
11	MUHAMMAD FAJRI K. Z.	6	4	0	0	0	10
12	MUHAMMAD FAUZI J.	0	0	0	0	0	0
13	NAIS SEPTIA NINGRUM	0	6	0	0	0	6
14	NISA NABILA SANDY	0	0	0	0	0	0

NO.	NAMA	ANALISIS SOAL ESSAY PRE-TEST					TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	
15	NUR LAILATUL IZZAH	0	10	0	0	0	10
16	RISALATUL MUAWANAH	0	4	0	0	0	4
17	ROSITA ZULFA FAIQOH	0	0	0	0	0	0
18	TASYA DEA AMALIA	4	8	0	0	0	12
19	USWATUN HASANAH	4	4	0	0	0	8
20	UTARI ISNI ARSYIDA	0	0	0	0	0	0
21	DANIEL IZZULHAQ E.	0	5	0	0	0	5
NILAI RATA-RATA		0,67	3,05	0,14	0,00	0,10	3,95

2. Soal Post-Test

Pilihan Ganda

NO.	NAMA	ANALISIS BUTIR SOAL <i>POST-TEST</i>										JUMLAH SOAL TERJAWAB	TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	ALIEF SALSABILA	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	40
2	AZMI ILMAGHFIROH	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	8	40
3	DIVA RAHMAH ANIDAH	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	40
4	FIRDAUSI AMALIA ILMU	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	5	25
5	IKA KARUNIA RIZKY	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	4	20
6	IRMA UMMIYATUL H.	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	6	30
7	KHUSNUL KHOTIMAH	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7	35
8	LAILI NURIYA ISTIANI	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	7	35

NO.	NAMA	ANALISIS BUTIR SOAL <i>POST-TEST</i>										JUMLAH SOAL TERJAWAB	TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
9	M. RIFQI ARIFIN	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	7	35
10	MARISCA NOLA A. P.	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	7	35
11	MUHAMMAD FAJRI K. Z.	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	6	30
12	MUHAMMAD FAUZI J.	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	8	40
13	NAIS SEPTIA NINGRUM	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5	25
14	NISA NABILA SANDY	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	7	35
15	NUR LAILATUL IZZAH	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	7	35
16	RISALATUL MUAWANAH	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	7	35
17	ROSITA ZULFA FAIQOH	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	6	30
18	TASYA DEA AMALIA	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	5	25
19	USWATUN HASANAH	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	40
20	UTARI ISNI ARSYIDA	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	6	30
21	DANIEL IZZULHAQ E.	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5	25
JUMLAH TERJAWAB BENAR		21	19	20	3	15	19	6	15	3	16		

Esai

NO.	NAMA	ANALISIS SOAL ESSAY <i>POST-TEST</i>					TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	
1	ALIEF SALSABILA	10	10	10	10	10	50
2	AZMI ILMAGHFIROH	10	4	6	10	10	40
3	DIVA RAHMAH ANIDAH	10	10	10	10	10	50
4	FIRDAUSI AMALIA ILMU	6	8	10	7	8	39

NO.	NAMA	ANALISIS SOAL ESSAY POST-TEST					TOTAL SKOR
		1	2	3	4	5	
5	IKA KARUNIA RIZKY	0	10	10	9	9	38
6	IRMA UMMIYATUL H.	8	6	5	5	5	29
7	KHUSNUL KHOTIMAH	10	10	0	0	0	20
8	LAILI NURIYA ISTIANI	0	0	6	10	10	26
9	M. RIFQI ARIFIN	10	10	10	10	10	50
10	MARISCA NOLA A. P.	10	0	10	10	6	36
11	MUHAMMAD FAJRI K. Z.	10	10	8	10	10	48
12	MUHAMMAD FAUZI J.	8	10	10	10	10	48
13	NAIS SEPTIA NINGRUM	10	8	7	7	10	42
14	NISA NABILA SANDY	6	6	6	5	6	29
15	NUR LAILATUL IZZAH	6	4	6	10	10	36
16	RISALATUL MUAWANAH	6	6	10	6	6	34
17	ROSITA ZULFA FAIQOH	8	8	5	5	5	31
18	TASYA DEA AMALIA	10	10	10	10	10	50
19	USWATUN HASANAH	10	10	8	10	8	46
20	UTARI ISNI ARSYIDA	4	6	6	6	6	28
21	DANIEL IZZULHAQ E.	6	8	10	10	10	44
NILAI RATA-RATA		7,52	7,33	7,76	8,10	8,05	38,76

Lampiran F. Silabus Pembelajaran

PERANGKAT PEMBELAJARAN
SILABUS

Mata Pelajaran	:FISIKA
Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Semester	: XI / Ganjil
Peneliti	: Hairlinda Arini Agustin
NIM	: 120210102048

SILABUS PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : SMA Nurul Islam Jember
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas/Semester : XI/1

Standar Kompetensi

1. Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik.

Kompetensi Dasar

- 1.2. Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton.

Materi Pembelajaran	Nilai Budaya dan Karakter Bangsa	Kewirausahaan/ Ekonomi Kreatif	Kegiatan Pembelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber/ Bahan/ Alat
<ul style="list-style-type: none"> Hukum Nweton tentang Gravitasi Gaya gravitasi antar partikel Kuat medan gravitasi dan percepatan gravitasi Gravitasi antar planet Hukum Kepler 	<ul style="list-style-type: none"> Jujur Toleransi Kerja keras Mandiri demokratis Rasa ingin tahu Komunikatif Tanggung jawab 	<ul style="list-style-type: none"> Percaya diri Berorientasi tugas dan hasil 	<ul style="list-style-type: none"> Mendiskusikan konsep gerak, gaya dan keseimbangan yang terjadi pada sistem tata surya dan gerak planet melalui berbagai media. Menformulasikan hukum Newton tentang gravitasi, konsep berat, konsep percepatan, dan medan gravitasi dalam tata surya dalam diskusi kelas Menganalisis keteraturan sistem tata surya dalam pemecahan masalah gravitasi antar planet, gerak satelit, penerbangan luar angkasa dalam diskusi kelas pemecahan masalah 	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisis hubungan antara gaya gravitasi dengan massa benda dan jaraknya Menghitung resultan gaya gravitasi pada benda titik dalam suatu sistem Membandingkan percepatan gravitasi dan kuat medan gravitasi pada kedudukan yang berbeda Menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum kepler 	Penugasan dan tes tertulis	12 jam	Sumber <ul style="list-style-type: none"> Giancoli, D. C.. 2014. <i>Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi ke 7 Jilid 1</i>. Jakarta: Erlangga. Tjasyono, B. 2013. <i>Ilmu Kebumihan dan Antariksa</i>. Edisi Keempat. Bandung: Remaja Rosdakarya. Bahan Modul Komik Fisika

Lampiran G. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)**

Satuan Pendidikan	: SMA Nurul Islam Jember
Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas / Semester	: XI / Ganjil
Materi Pokok	: Hukum Newton tentang Gravitasi
Sub Materi	: Hukum Kepler dan Pembuktian Hukum Kepler
Alokasi Waktu	: 5 x 45 Menit

Standar Kompetensi

1. Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik.

Kompetensi Dasar

- 1.2. Menganalisis keteraturan gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton

Indikator

- 1.2.1. Menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler.

A. Tujuan Pembelajaran

- 1.2.1. Siswa mampu menjelaskan perilaku planet-planet ketika mengorbit pusat tata surya dalam hukum Kepler dengan modul komik fisika.
- 1.2.2. Siswa mampu membuktikan kekekalan momentum angular pada revolusi setiap planet terhadap tata surya dengan modul komik fisika.
- 1.2.3. Siswa mampu membuktikan hukum Kepler dengan hukum gravitasi Newton dengan modul komik fisika.

Karakter siswa yang di harapkan :

- Jujur, toleransi, kerja keras, mandiri, demokratis, rasa ingin tahu, komunikatif, tanggung jawab.

Kewirausahaan / Ekonomi Kreatif :

- Percaya diri, berorientasi tugas dan hasil.

B. Materi Pembelajaran

Lebih dari setengah abad sebelum Newton mengajukan hukum tentang gravitasi, seorang ahli astronomi Jerman Johannes Kepler telah mampu menjelaskan secara rinci tentang gerak planet di sekitar Matahari. Penjelasan tersebut didapatkan dengan mempelajari dan menganalisis data yang dikumpulkan oleh Tycho Brahe mengenai posisi planet-planet dalam gerakannya di luar angkasa (Giancoli, 2014). Kepler menentukan sifat orbit planet berdasarkan analisis data milik Tycho Brahe dan mengemukakan tiga hukum mengenai gerak planet yang biasa disebut Hukum Kepler (Tjasyono, 2013:21).

- **Hukum I Kepler**
Hukum Kepler pertama menyatakan bahwa planet mengorbit matahari dalam lintasan berbentuk elips, dan matahari terletak pada salah satu fokusnya pada sumbu panjang.
- **Hukum II Kepler**
Hukum Kepler kedua menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam selang waktu yang sama. Konsekuensi dari hukum II Kepler ini adalah kelajuan revolusi planet tidak tetap. Kelajuan revolusi mencapai minimum ketika jaraknya ke matahari mencapai maksimum (apehelium) dan kelajuan revolusi mencapai maksimum ketika jaraknya ke matahari mencapai minimum (perihelium).
- **Hukum III Kepler**
Hukum III Kepler menyatakan bahwa perbandingan kuadrat periode (waktu yang dibutuhkan untuk satu putaran mengelilingi matahari) dua planet yang mengitari matahari sama dengan perbandingan pangkat tiga jarak rata-rata planet-planet tersebut dari matahari (Giancoli, 2014). Dengan demikian jika T_1 dan T_2 menyatakan periode dua planet sedangkan r_1 dan r_2 menyatakan jarak rata-rata mereka dari matahari, maka dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3$$

Giancoli (2014) menyatakan bahwa Newton menggunakan Hukum Kepler sebagai bukti Hukum Gravitasi Universal milik Newton. Berdasarkan Hukum II Newton mengenai gerak dapat digunakan sebagai dasar untuk membuktikan hubungan antara Hukum Kepler dan Hukum Gravitasi Newton.

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

Persamaan diatas dapat digunakan untuk menentukan massa planet yang mengitari matahari.

C. Model dan Metode Pembelajaran

Model Pembelajaran : Direct Instruction
Metode Pembelajaran : Penugasan

D. Sumber Belajar

- Modul Pembelajaran : Modul Komik Fisika
- Referensi
 1. Giancoli, D. C.. 2014. *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi ke 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
 2. Tjasyono, B. 2013. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. Edisi Keempat. Bandung: Remaja Rosdakarya.

E. Kegiatan Pembelajaran**Pertemuan pertama:**

Orbit, Hukum I Kepler, dan Hukum II Kepler

GURU	SISWA	WAKTU
KEGIATAN PENDAHULUAN		
Guru memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa.	Siswa menjawab salam dan berdoa dengan dipimpin oleh ketua kelas.	20 menit
Guru memeriksa kehadiran siswa dengan bertanya “Apakah ada yang tidak hadir hari ini?”.	Siswa menjawab sesuai dengan keadaan “Ada atau tidak ada”	
Motivasi dan Apersepsi		
Guru bertanya kepada siswa “Mengapa planet tetap beredar pada lintasannya dan tidak terlempar keluar?”	Siswa mengangkat tangan dan menjawab pertanyaan dari guru.	
Prasyarat Pengetahuan		
Guru bertanya kepada siswa “Apakah yang dimaksud dengan gaya gravitasi?”	Siswa mengangkat tangan dan menjawab pertanyaan dari guru.	
Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini.	Siswa memperhatikan apa yang disampaikan oleh guru.	
KEGIATAN INTI		
Guru menugaskan siswa untuk membaca petunjuk penggunaan modul komik fisika.	Siswa membaca petunjuk penggunaan modul komik fisika.	65 menit
Guru menugaskan siswa untuk membaca materi Orbit pada halaman 2-12.	Siswa membaca materi Orbit pada halaman 2-12.	
Guru menugaskan siswa untuk mengerjakan tugas pada halaman 13.	Siswa mengerjakan tugas pada halaman 13.	
Guru mengoreksi tugas yang telah dikerjakan siswa.	Siswa mengumpulkan tugas yang telah dikerjakan.	
Guru menugaskan siswa untuk membaca materi Hukum I Kepler pada halaman 15-20.	Siswa membaca materi Hukum I Kepler pada halaman 15-20.	
Guru menugaskan siswa untuk mengerjakan latihan soal pada halaman 21 dan 22.	Siswa mengerjakan latihan soal pada halaman 21 dan 22.	
Guru mengoreksi latihan soal siswa yang telah dikerjakan dan memberi nilai pada kolom biru di halaman 23 dengan memberikan	Siswa mengumpulkan latihan soal siswa yang telah dikerjakan.	

bintang. Satu bintang memiliki skor 20. Skor maksimum yang dapat diperoleh siswa adalah 100 (5 bintang).		
KEGIATAN PENUTUP		
Guru meminta siswa untuk mengumpulkan Modul Komik Fisika.	Siswa mengumpulkan Modul Komik Fisika.	5 menit
Guru mengakhiri pertemuan dengan mengucapkan salam.	Siswa menjawab salam.	

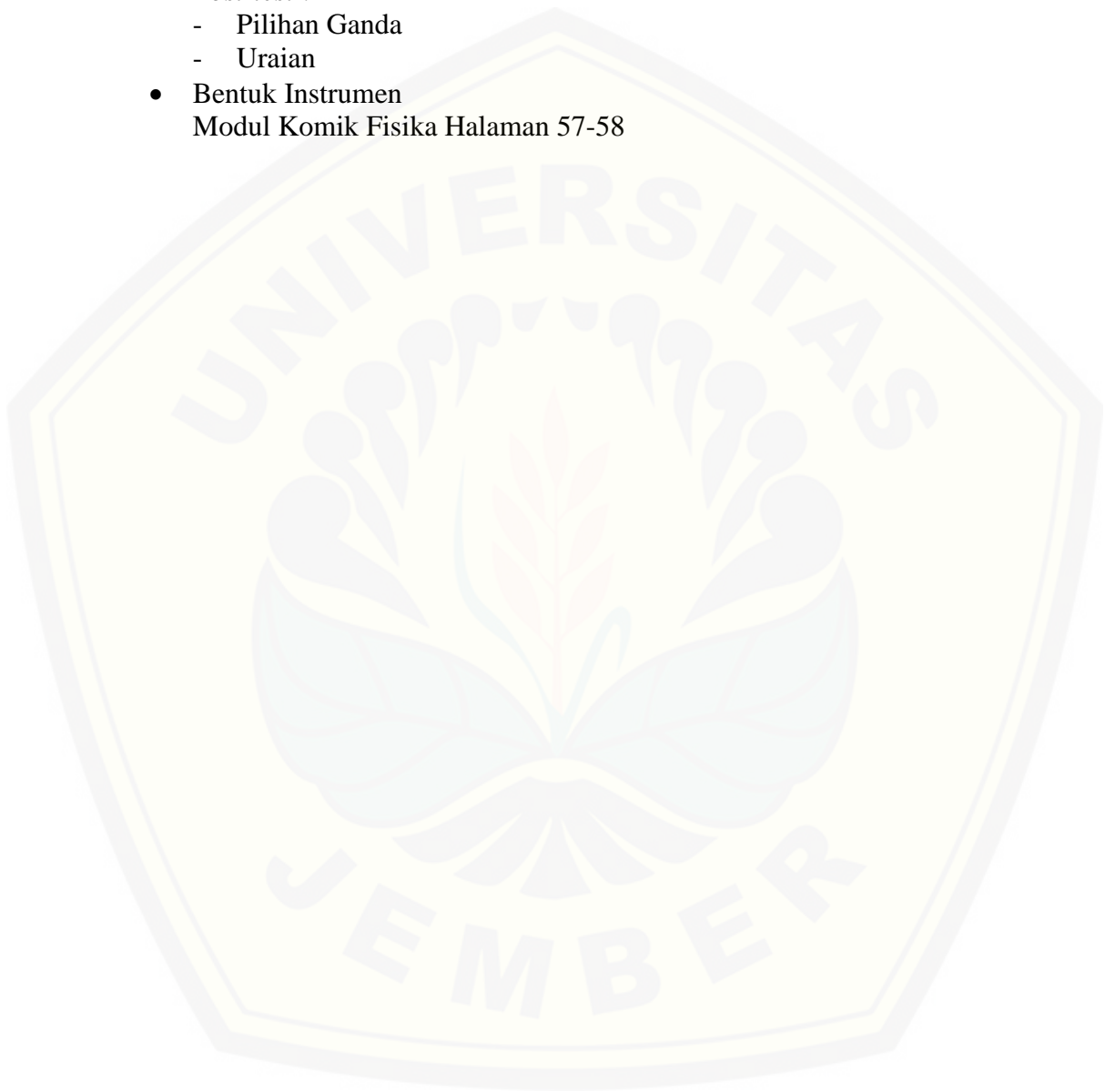
Pertemuan kedua:Hukum III Kepler dan *Post-Test*

GURU	SISWA	WAKTU
KEGIATAN PENDAHULUAN		
Guru memberi salam dan meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa.	Siswa menjawab salam dan berdoa dengan dipimpin oleh ketua kelas.	10 menit
Guru memeriksa kehadiran siswa dengan bertanya “Apakah ada yang tidak hadir hari ini?”.	Siswa menjawab sesuai dengan keadaan “Ada atau tidak ada”	
Prasyarat Pengetahuan		
Guru bertanya kepada siswa “Bagaimana bunyi Hukum I Kepler dan Hukum II Kepler?”	Siswa mengangkat tangan dan menjawab pertanyaan dari guru.	
Guru menyampaikan tujuan pembelajaran hari ini.	Siswa memperhatikan apa yang disampaikan oleh guru.	
KEGIATAN INTI		
Guru menugaskan siswa untuk membaca materi Hukum II Kepler pada halaman 15-20.	Siswa membaca materi Hukum II Kepler pada halaman 15-20.	75 menit
Guru menugaskan siswa untuk mengerjakan latihan soal pada halaman 33.	Siswa mengerjakan latihan soal pada halaman 33.	
Guru mengoreksi latihan soal siswa yang telah dikerjakan dan memberi nilai pada kolom biru di halaman 34 dengan memberikan bintang. Satu bintang memiliki skor 20. Skor maksimum yang dapat diperoleh siswa adalah 100 (5 bintang).	Siswa mengumpulkan latihan soal yang telah dikerjakan.	
Guru menugaskan siswa untuk membaca materi Hukum III	Siswa membaca materi Hukum III Kepler pada	
membaca materi Hukum III	Siswa membaca materi Hukum III Kepler pada	

Kepler pada halaman 25-32.	halaman 25-32.	
Guru menugaskan siswa untuk mengerjakan tugas pada halaman 50.	Siswa mengerjakan tugas pada halaman 50.	
Guru mengoreksi tugas yang telah dikerjakan siswa.	Siswa mengumpulkan tugas yang telah dikerjakan.	
Guru menugaskan siswa untuk mempelajari contoh soal yang ada pada halaman 52.	Siswa mempelajari contoh soal yang ada pada halaman 52.	
Guru menugaskan siswa untuk mengerjakan latihan soal pada halaman 54.	Siswa mengerjakan latihan soal pada halaman 54.	
Guru mengoreksi latihan soal siswa yang telah dikerjakan dan memberi nilai pada kolom biru di halaman 55 dengan memberikan bintang. Satu bintang memiliki skor 20. Skor maksimum yang dapat diperoleh siswa adalah 100 (5 bintang).	Siswa mengumpulkan latihan soal yang telah dikerjakan.	
Guru menugaskan siswa untuk mengerjakan soal post-test pada halaman 57-59.	Siswa mengerjakan soal post-test pada halaman 57-59 dengan membubuhkan jawaban pada halaman 60-61.	45 menit
KEGIATAN PENUTUP		
Guru meminta siswa untuk mengumpulkan Modul Komik Fisika.	Siswa mengumpulkan Modul Komik Fisika.	5 menit
Guru mengakhiri pertemuan dengan mengucapkan salam.	Siswa menjawab salam.	

F. Penilaian Hasil Belajar

- Teknik Penilaian
Tes Tertulis
- Bentuk Penilaian
Post-test :
 - Pilihan Ganda
 - Uraian
- Bentuk Instrumen
Modul Komik Fisika Halaman 57-58



Lampiran H. Kisi-Kisi Soal *Pre-Test*

KISI-KISI SOAL *PRE-TEST*

Satuan Pendidikan : SMA / MA	Waktu : 45 menit
Mata Pelajaran : Fisika	Jumlah Soal : 15 butir soal
Kelas / Semester : XI / Ganjil	Jenis Soal : 10 Pilihan Ganda (PG) dan 5 <i>Essay</i>
Materi : Hukum Kepler	

No. Soal	Klasifikasi	Jenis Soal	Butir Soal	Kunci Jawaban	Skor
1	C1	Pilihan Ganda	<p>Pada abad ke-16 Nicolaus Copernicus mengemukakan bahwa Bumi beserta planet lainnya mengelilingi Matahari yang merupakan pusat Tata Surya. Kemudian pada abad ke-17 seorang ilmuwan menyempurnakan model milik Nicolaus Copernicus tentang orbit planet. Ilmuwan tersebut menyatakan bahwa orbit planet yang mengelilingi Matahari berbentuk elips. Ilmuwan tersebut adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Sir Issac Newton b. Albert Einstein c. Johannes Kepler d. Alexander Graham Bell e. Galileo Galilei 	<p>Johannes Kepler mengemukakan tiga hukum tentang orbit planet. Salah satu dari ketiga hukum tersebut adalah Hukum I Kepler yang menyatakan bahwa orbit planet yang mengelilingi matahari berbentuk elips. Jawaban : C</p>	5

2	C1	Pilihan Ganda	<p>Berikut adalah beberapa bunyi hukum-hukum yang ada di fisika:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips (2) Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk energi yang lain (3) Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama (4) Semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit <p>yang merupakan bunyi Hukum Kepler adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. (1) saja b. (1) dan (3) c. (2) dan (4) d. (1), (2), dan (3) e. (1), (3), dan (4) 	<p>Berikut adalah bunyi Hukum Kepler,</p> <p>Hukum I Kepler : Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips.</p> <p>Hukum II Kepler: Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama.</p> <p>Hukum III Kepler: Semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit.</p> <p>Jawaban: E</p>	5
3	C1	Pilihan Ganda	<p>Hukum II Kepler menyatakan bahwa dalam waktu yang sama, garis khayal yang menghubungkan suatu planet dengan matahari dalam orbit planet akan membentuk suatu juring yang memiliki luas...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. $\frac{1}{2}$ luas juring terbesar b. Sama dengan juring yang lain c. 2 kali luas juring yang lainnya d. 4 kali luas juring yang lainnya e. Kuadrat luas juring lainnya 	<p>Hukum II Kepler menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama.</p> <p>Jawaban: B</p>	5

4	C3	Pilihan Ganda	<p>Sebagai planet terdekat kedua dengan Matahari, Venus memiliki periode revolusi 225 hari. Berdasarkan data tersebut, jarak planet Venus ke Matahari adalah...</p> <p>a. 0,387 juta kilometer b. 19,78 juta kilometer c. 57,9 juta kilometer d. 108,2 juta kilometer e. 149,6 juta kilometer</p>	<p>Diketahui: $T_M = 225$ hari Ditanya: $R_M = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $T_M = 225 \text{ hari} = \frac{225}{365} \text{ tahun} = 0,616 \text{ tahun}$ Sehingga, $T_M^2 = R_M^3$ $(0,616)^2 = R_M^3$ $R_M = \sqrt[3]{(0,616)^2} = \sqrt[3]{0,3794} = 0,723 \text{ SA}$ Berdasarkan pada pilihan di soal, jarak yang ditanyakan dalam satuan kilometer. Maka, $R_M = 0,723 \text{ SA} = 0,723 \times 150 \times 10^6 \text{ km}$ $= 108,4 \times 10^6 \text{ km}$ Jadi, jarak planet Merkurius ke Matahari adalah 108,2 juta kilometer. Jawaban: D</p>	5
---	----	---------------	---	---	---

5	C3	Pilihan Ganda	<p>Ditemukan sebuah planet pada tata surya yang serupa dengan tata surya kita. Jarak planet tersebut dari bintang pusatnya adalah 3 SA. Maka periode planet tersebut dalam mengelilingi bintangnya adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1,26 tahun 3,39 tahun 5,19 tahun 14,63 tahun 24,23 tahun 	<p>Diketahui: $R_p = 3 \text{ SA}$ Ditanya: $T_p = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $T_p^2 = R_p^3$ $T_p^2 = 3^3$ $T_p = \sqrt{27} = 5,19 \text{ tahun}$ Jadi, periode planet tersebut dalam mengelilingi bintangnya adalah 5,19 tahun. Jawaban: C</p>	5
---	----	---------------	---	--	---

6	C4	Pilihan Ganda	<p>Dengan menggunakan Hukum III Kepler diketahui bahwa pada bulan Desember bumi mengitari matahari pada jarak terdekat sedangkan pada bulan Juni pada jarak terjauh maka...</p> <ol style="list-style-type: none"> Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan pada bulan Juni Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih kecil daripada kecepatan pada bulan Juni Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan pada bulan Juni Pada bulan Juni Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih besar maka belahan Bumi bagian utara musim panas Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih kecil maka belahan bumi bagian utara musim dingin 	<p>Hukum III Kepler menyatakan bahwa semakin jauh jarak planet ke matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit. Berdasarkan pernyataan di soal bahwa pada bulan Juni Bumi mengitari matahari pada jarak terjauh maka, kecepatannya akan lebih lambat daripada saat bulan Desember.</p> <p>Jawaban: A</p>	5
---	----	---------------	--	---	---

7	C4	Pilihan Ganda	<p>Pernyataan-pernyataan dibawah ini yang benar adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Menurut Hukum III Kepler besarnya rasio kuadrat periode dengan jaraknya untuk planet-planet yang mengitari Matahari adalah konstan Menurut Hukum I Kepler planet-planet mengitari Matahari dalam lintasan berbentuk elips dengan matahari berada pada salah satu titik fokusnya Menurut Hukum II Kepler kecepatan gerak planet yang mengelilingi Matahari menjadi lebih besar bila planet mendekati Matahari Gerak planet yang mengitari Matahari tunduk pada hukum kekekalan momentum anguler Semua jawaban diatas adalah benar 	<p>Berikut adalah bunyi Hukum Kepler,</p> <p>Hukum I Kepler : Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips.</p> <p>Hukum II Kepler: Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama.</p> <p>Hukum III Kepler: Semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit.</p> <p>Berdasarkan hal tersebut maka Opsi (a), (b), dan (c) adalah benar.</p> <p>Hukum kekekalan momentum anguler berlaku bagi setiap benda yang bergerak secara melingkar, maka hal ini juga berlaku untuk gerak planet karena planet bergerak mengitari matahari. Sehingga opsi (e) adalah benar.</p> <p>Jawaban: E</p>	5
---	----	---------------	--	--	---

8	C3	Pilihan Ganda	<p>Suatu planet memiliki kala revolusi 8 tahun. Jarak planet itu ke Matahari adalah...</p> <p>a. $\frac{1}{4}$ SA b. $\frac{1}{2}$ SA c. 2 SA d. 4 SA e. 8 SA</p>	<p>Diketahui: $T_p = 8$ tahun Ditanya: $R_p = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $T_p^2 = R_p^3$ $8^2 = R_p^3$ $R_p = \sqrt[3]{64} = 4$ SA Jadi, jarak planet itu ke matahari adalah 4 SA. Jawaban: D</p>	5
---	----	---------------	---	---	---

9	C3	Pilihan Ganda	<p>Dua buah planet A dan B mengorbit mengitari Matahari. Perbandingan antara jarak planet A dan planet B ke Matahari adalah $R_A : R_B = 1 : 2$. Apabila periode planet A mengelilingi matahari adalah 88 hari, maka periode planet B adalah...</p> <p>a. 249 hari b. 374 hari c. 704 hari d. 724 hari e. 825 hari</p>	<p>Diketahui: $\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{2}$ $T_A = 88$ hari Ditanya: $T_B = \dots?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Berdasarkan kesesuaian di soal, maka satuan periode yang digunakan dapat berbentuk hari karena sistem yang digunakan adalah perbandingan. Sehingga, $\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{R_A^3}{R_B^3}$ $\frac{88^2}{T_B^2} = \frac{1^3}{2^3}$ $T_B^2 = 88^2 \times 2^3$ $T_B = \sqrt{7744 \times 8} = \sqrt{61952} = 248,9$ hari $= 249$ hari Jadi, periode planet B dalam mengitari Matahari adalah 249 hari. Jawaban : A</p>	5
---	----	---------------	---	---	---

10	C3	Pilihan Ganda	<p>Planet A dan B masing-masing berjarak rata-rata sebesar p dan q terhadap Matahari. Planet A mengitari Matahari dengan periode T. Jika $p = 4q$, maka B mengitari matahari dengan periode...</p> <p>a. $1/12 T$ b. $1/10 T$ c. $1/8 T$ d. $1/6 T$ e. $1/4 T$</p>	<p>Diketahui: $R_A = p$ $R_B = q$ $T_A = T$ $p = 4q$ Ditanya: $T_B = \dots?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Maka, $\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{R_A^3}{R_B^3} \rightarrow \frac{T^2}{T_B^2} = \frac{p^3}{q^3} \rightarrow \frac{T^2}{T_B^2} = \frac{(4q)^3}{q^3}$ $T_B^2 = \frac{T^2}{4^3}$ $T_B = \sqrt{\frac{T^2}{64}} = \frac{T}{8} = \frac{1}{8}T$ Jadi, planet B mengitari Matahari dengan periode $1/8 T$. Jawaban: C</p>	5
----	----	---------------	---	--	---

1	C2	Essay	<p>Dimanakah kelajuan revolusi planet:</p> <p>a. paling besar?</p> <p>b. paling kecil?</p> <p>Di perihelium ataukah di apohelium. Jelaskan dengan menggunakan hukum II Kepler.</p>	<p>Hukum II Kepler menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama. Konsekuensi dari Hukum II Kepler ini adalah adanya perbedaan kelajuan revolusi planet. Semakin dekat dengan Matahari maka semakin cepat pula kelajuan revolusinya.</p> <p>a. Kelajuan revolusi planet paling besar berada pada perihelium, yaitu jarak planet ke Matahari pada keadaan paling dekat sehingga planet berevolusi lebih cepat.</p> <p>b. Kelajuan revolusi planet paling kecil berada pada apohelium, yaitu jarak planet ke Matahari pada keadaan paling jauh sehingga planet berevolusi lebih lambat.</p>	10
2	C4	Essay	<p>Di SMP anda telah hafal dengan urutan-urutan planet dari matahari. Planet manakah yang anda perkirakan memiliki :</p> <p>a. Periode revolusi paling besar?</p> <p>b. Periode revolusi paling kecil?</p> <p>Jelaskan dengan menggunakan hukum III Kepler.</p>	<p>Hukum III Kepler menyatakan bahwa semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit.</p> <p>a. Periode revolusi paling besar dimiliki oleh planet dengan jarak terjauh dari Matahari. Pada sistem tata surya kita planet terjauh dari Matahari adalah Neptunus. Maka Neptunus membutuhkan waktu yang sangat lama untuk berevolusi terhadap Matahari.</p> <p>b. Periode revolusi paling kecil dimiliki oleh planet dengan jarak terdekat dari Matahari. Pada sistem tata surya kita planet terdekat dari Matahari adalah Merkurius. Maka Merkurius membutuhkan waktu yang sangat singkat untuk berevolusi terhadap Matahari.</p>	10

3	C3	Essay	<p>Periode bumi mengelilingi matahari adalah 1 tahun. Jika jari-jari lintasan suatu planet mengelilingi Matahari dua kali jari-jari lintasan Bumi mengelilingi Matahari, tentukan periode planet tersebut! ($R = 6,38 \times 10^6$ m)</p>	<p>Diketahui: $T_B = 1$ tahun $R_P = 2R_B$ $R_B = 6,38 \times 10^6$ m Ditanya: $T_P = \dots?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Maka, $\frac{T_P^2}{T_B^2} = \frac{R_P^3}{R_B^3}$ $\frac{T_P^2}{1^2} = \frac{(2R_B)^3}{R_B^3}$ $T_P^2 = \frac{8 R_B^3}{R_B^3}$ $T_P = \sqrt{8} = 2,82 \text{ tahun}$ Jadi, periode planet tersebut adalah 2,82 tahun.</p>	10
---	----	-------	--	--	----

4	C3	Essay	<p>Jarak rata-rata antara Mars-Matahari adalah 1,524 kali jarak rata-rata Bumi-Matahari. Berapa tahunkah waktu yang diperlukan Mars untuk mengorbit Matahari satu kali?</p>	<p>Diketahui: $R_M = 1,524R_B$ Ditanya: $T_M = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $\frac{T_M^2}{T_B^2} = \frac{R_M^3}{R_B^3}$ $\frac{T_M^2}{T_B^2} = \frac{(1,524R_B)^3}{R_B^3}$ $\frac{T_M^2}{T_B^2} = \frac{3,5396 R_B^3}{R_B^3}$ $T_M^2 = 3,5396 T_B^2$ $T_M = \sqrt{3,5396 T_B^2} = 1,88 T_B$ Sehingga waktu yang diperlukan Mars untuk satu kali mengorbit Matahari adalah 1,88 T_B. Dimana periode Bumi mengelilingi matahari adalah 1 tahun. Jadi, waktu yang diperlukan Mars untuk mengorbit Matahari satu kali adalah 1,88 tahun.</p>	10
---	----	-------	---	--	----

5	C3	Essay	<p>Jarak sebuah planet ke Matahari adalah 8 kali jarak Bumi-Matahari. Berapa tahun Bumi-kah periode revolusi planet tersebut?</p>	<p>Diketahui: $R_p = 8 R_B$ Ditanya: $T_p = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $\frac{T_p^2}{T_B^2} = \frac{R_p^3}{R_B^3}$ $\frac{T_p^2}{T_B^2} = \frac{(8R_B)^3}{R_B^3}$ $T_p = \sqrt{512 T_B^2}$ $T_p = 22,63 T_B$ Karena periode bumi sebesar 1 tahun. Maka, periode planet tersebut adalah 22,63 tahun Bumi.</p>	10
---	----	-------	---	---	----

Lampiran I. Kisi-Kisi Soal *Post-Test*

KISI-KISI SOAL *POST-TEST*

Satuan Pendidikan : SMA / MA

Waktu : 45 menit

Mata Pelajaran : Fisika

Jumlah Soal : 15 butir soal

Kelas / Semester : XI / Ganjil

Jenis Soal : 10 Pilihan Ganda (PG) dan 5 *Essay*

Materi : Hukum Kepler

No. Soal	Klasifikasi	Jenis Soal	Butir Soal	Kunci Jawaban	Skor
1	C1	Pilihan Ganda	<p>Pada abad ke-16 Nicolaus Copernicus mengemukakan bahwa Bumi beserta planet lainnya mengelilingi Matahari yang merupakan pusat Tata Surya. Kemudian pada abad ke-17 seorang ilmuwan menyempurnakan model milik Nicolaus Copernicus tentang orbit planet. Ilmuwan tersebut menyatakan bahwa orbit planet yang mengelilingi Matahari berbentuk elips. Ilmuwan tersebut adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Sir Issac Newton Albert Einstein Johannes Kepler Alexander Graham Bell Galileo Galilei 	<p>Johannes Kepler mengemukakan tiga hukum tentang orbit planet. Salah satu dari ketiga hukum tersebut adalah Hukum I Kepler yang menyatakan bahwa orbit planet yang mengelilingi matahari berbentuk elips. Jawaban : C</p>	5

2	C1	Pilihan Ganda	<p>Berikut adalah beberapa bunyi hukum-hukum yang ada di fisika:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips (2) Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk energi yang lain (3) Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama (4) Semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit <p>yang merupakan bunyi Hukum Kepler adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. (1) saja b. (1) dan (3) c. (2) dan (4) d. (1), (2), dan (3) e. (1), (3), dan (4) 	<p>Berikut adalah bunyi Hukum Kepler,</p> <p>Hukum I Kepler : Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips.</p> <p>Hukum II Kepler: Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama.</p> <p>Hukum III Kepler: Semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit.</p> <p>Jawaban: E</p>	5
3	C1	Pilihan Ganda	<p>Hukum II Kepler menyatakan bahwa dalam waktu yang sama, garis khayal yang menghubungkan suatu planet dengan matahari dalam orbit planet akan membentuk suatu juring yang memiliki luas...</p> <ol style="list-style-type: none"> a. $\frac{1}{2}$ luas juring terbesar b. Sama dengan juring yang lain c. 2 kali luas juring yang lainnya d. 4 kali luas juring yang lainnya e. Kuadrat luas juring lainnya 	<p>Hukum II Kepler menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama.</p> <p>Jawaban: B</p>	5

4	C3	Pilihan Ganda	<p>Sebagai planet terdekat dengan Matahari, Merkurius memiliki periode revolusi 88 hari. Berdasarkan data tersebut, jarak planet Merkurius ke Matahari adalah...</p> <p>a. 0,387 juta kilometer b. 19,78 juta kilometer c. 57,9 juta kilometer d. 108,2 juta kilometer e. 149,6 juta kilometer</p>	<p>Diketahui: $T_M = 88$ hari Ditanya: $R_M = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $T_M = 88 \text{ hari} = \frac{88}{365} \text{ tahun} = 0,24 \text{ tahun}$ Sehingga, $T_M^2 = R_M^3$ $(0,24)^2 = R_M^3$ $R_M = \sqrt[3]{(0,24)^2} = \sqrt[3]{0,0576} = 0,386 \text{ SA}$ Berdasarkan pada pilihan di soal, jarak yang ditanyakan dalam satuan kilometer. Maka, $R_M = 0,386 \text{ SA} = 0,386 \times 150 \times 10^6 \text{ km}$ $= 57,9 \times 10^6 \text{ km}$ Jadi, jarak planet Merkurius ke Matahari adalah 57,9 juta kilometer. Jawaban: C</p>	5
---	----	---------------	--	---	---

5	C3	Pilihan Ganda	<p>Ditemukan sebuah planet pada tata surya yang serupa dengan tata surya kita. Jarak planet tersebut dari bintang pusatnya adalah 8 SA. Maka periode planet tersebut dalam mengelilingi bintangnya adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> 2 tahun 4 tahun 14,23 tahun 22,63 tahun 24,23 tahun 	<p>Diketahui: $R_p = 8 \text{ SA}$ Ditanya: $T_p = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $T_p^2 = R_p^3$ $T_p^2 = 8^3$ $T_p = \sqrt{512} = 22,63 \text{ tahun}$ Jadi, periode planet tersebut dalam mengelilingi bintangnya adalah 22,63 tahun. Jawaban: D</p>	5
---	----	---------------	--	---	---

6	C4	Pilihan Ganda	<p>Dengan menggunakan Hukum III Kepler diketahui bahwa pada bulan Desember bumi mengitari matahari pada jarak terdekat sedangkan pada bulan Juni pada jarak terjauh maka...</p> <ol style="list-style-type: none"> Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan pada bulan Juni Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih kecil daripada kecepatan pada bulan Juni Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan pada bulan Juni Pada bulan Juni Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih besar maka belahan Bumi bagian utara musim panas Pada bulan Desember Bumi mengitari Matahari dengan kecepatan yang lebih kecil maka belahan bumi bagian utara musim dingin 	<p>Hukum III Kepler meyakini bahwa semakin jauh jarak planet ke matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit. Berdasarkan pernyataan di soal bahwa pada bulan Juni Bumi mengitari matahari pada jarak terjauh maka, kecepatannya akan lebih lambat daripada saat bulan Desember.</p> <p>Jawaban: A</p>	5
---	----	---------------	--	---	---

7	C4	Pilihan Ganda	<p>Pernyataan-pernyataan dibawah ini yang benar adalah...</p> <ol style="list-style-type: none"> Menurut Hukum III Kepler besarnya rasio kuadrat periode dengan jaraknya untuk planet-planet yang mengitari Matahari adalah konstan Menurut Hukum I Kepler planet-planet mengitari Matahari dalam lintasan berbentuk elips dengan matahari berada pada salah satu titik fokusnya Menurut Hukum II Kepler kecepatan gerak planet yang mengelilingi Matahari menjadi lebih besar bila planet mendekati Matahari Gerak planet yang mengitari Matahari tunduk pada hukum kekekalan momentum anguler Semua jawaban diatas adalah benar 	<p>Berikut adalah bunyi Hukum Kepler,</p> <p>Hukum I Kepler : Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips.</p> <p>Hukum II Kepler: Suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama.</p> <p>Hukum III Kepler: Semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit.</p> <p>Berdasarkan hal tersebut maka Opsi (a), (b), dan (c) adalah benar.</p> <p>Hukum kekekalan momentum anguler berlaku bagi setiap benda yang bergerak secara melingkar, maka hal ini juga berlaku untuk gerak planet karena planet bergerak mengitari matahari. Sehingga opsi (e) adalah benar.</p> <p>Jawaban: E</p>	5
---	----	---------------	--	--	---

8	C3	Pilihan Ganda	<p>Suatu planet memiliki kala revolusi 8 tahun. Jarak planet itu ke Matahari adalah...</p> <p>a. $\frac{1}{4}$ SA b. $\frac{1}{2}$ SA c. 2 SA d. 4 SA e. 8 SA</p>	<p>Diketahui: $T_p = 8$ tahun Ditanya: $R_p = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $T_p^2 = R_p^3$ $8^2 = R_p^3$ $R_p = \sqrt[3]{64} = 4$ SA Jadi, jarak planet itu ke matahari adalah 4 SA. Jawaban: D</p>	5
---	----	---------------	---	---	---

9	C3	Pilihan Ganda	<p>Dua buah planet A dan B mengorbit mengitari Matahari. Perbandingan antara jarak planet A dan planet B ke Matahari adalah $R_A : R_B = 1 : 4$. Apabila periode planet A mengelilingi matahari adalah 88 hari, maka periode planet B adalah...</p> <p>a. 500 hari b. 704 hari c. 724 hari d. 825 hari e. 850 hari</p>	<p>Diketahui: $\frac{R_A}{R_B} = \frac{1}{4}$ $T_A = 88$ hari Ditanya: $T_B = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Berdasarkan kesesuaian di soal, maka satuan periode yang digunakan dapat berbentuk hari karena sistem yang digunakan adalah perbandingan. Sehingga, $\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{R_A^3}{R_B^3}$ $\frac{88^2}{1^3} = \frac{4^3}{1^3}$ $T_B^2 = 88^2 \times 4^3$ $T_B = \sqrt{7744 \times 64} = \sqrt{495616} = 704$ hari Jadi, periode planet B dalam mengitari Matahari adalah 704 hari. Jawaban : C</p>	5
---	----	---------------	---	---	---

10	C3	Pilihan Ganda	<p>Planet A dan B masing-masing berjarak rata-rata sebesar p dan q terhadap Matahari. Planet A mengitari Matahari dengan periode T. Jika $p = 4q$, maka B mengitari matahari dengan periode...</p> <p>a. $1/12 T$ b. $1/10 T$ c. $1/8 T$ d. $1/6 T$ e. $1/4 T$</p>	<p>Diketahui: $R_A = p$ $R_B = q$ $T_A = T$ $p = 4q$ Ditanya: $T_B = \dots?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Maka, $\frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{R_A^3}{R_B^3} \rightarrow \frac{T^2}{T_B^2} = \frac{p^3}{q^3} \rightarrow \frac{T^2}{T_B^2} = \frac{(4q)^3}{q^3}$ $T_B^2 = \frac{T^2}{4^3}$ $T_B = \sqrt{\frac{T^2}{64}} = \frac{T}{8} = \frac{1}{8}T$ Jadi, planet B mengitari Matahari dengan periode $1/8 T$. Jawaban: C</p>	5
----	----	---------------	---	--	---

1	C2	Essay	<p>Dimanakah kelajuan revolusi planet:</p> <p>a. paling besar?</p> <p>b. paling kecil?</p> <p>Di perihelium ataukah di apehelium. Jelaskan dengan menggunakan hukum II Kepler.</p>	<p>Hukum II Kepler menyatakan bahwa suatu garis khayal yang menghubungkan Matahari dengan planet menyapu luas juring yang sama dalam waktu yang sama. Konsekuensi dari Hukum II Kepler ini adalah adanya perbedaan kelajuan revolusi planet. Semakin dekat dengan Matahari maka semakin cepat pula kelajuan revolusinya.</p> <p>a. Kelajuan revolusi planet paling besar berada pada perihelium, yaitu jarak planet ke Matahari pada keadaan paling dekat sehingga planet berevolusi lebih cepat.</p> <p>b. Kelajuan revolusi planet paling kecil berada pada apehelium, yaitu jarak planet ke Matahari pada keadaan paling jauh sehingga planet berevolusi lebih lambat.</p>	10
2	C4	Essay	<p>Di SMP anda telah hafal dengan urutan-urutan planet dari matahari. Planet manakah yang anda perkirakan memiliki :</p> <p>a. Periode revolusi paling besar?</p> <p>b. Periode revolusi paling kecil?</p> <p>Jelaskan dengan menggunakan hukum III Kepler.</p>	<p>Hukum III Kepler menyatakan bahwa semakin jauh jarak planet ke Matahari, semakin lambat pula kecepatannya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengorbit.</p> <p>a. Periode revolusi paling besar dimiliki oleh planet dengan jarak terjauh dari Matahari. Pada sistem tata surya kita planet terjauh dari Matahari adalah Neptunus. Maka Neptunus membutuhkan waktu yang sangat lama untuk berevolusi terhadap Matahari.</p> <p>b. Periode revolusi paling kecil dimiliki oleh planet dengan jarak terdekat dari Matahari. Pada sistem tata surya kita planet terdekat dari Matahari adalah Merkurius. Maka Merkurius membutuhkan waktu yang sangat singkat untuk berevolusi terhadap Matahari.</p>	10

3	C3	Essay	<p>Periode bumi mengelilingi matahari adalah 1 tahun. Jika jari-jari lintasan suatu planet mengelilingi Matahari dua kali jari-jari lintasan Bumi mengelilingi Matahari, tentukan periode planet tersebut! ($R = 6,38 \times 10^6$ m)</p>	<p>Diketahui: $T_B = 1$ tahun $R_P = 2R_B$ $R_B = 6,38 \times 10^6$ m Ditanya: $T_P = \dots?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Maka, $\frac{T_P^2}{T_B^2} = \frac{R_P^3}{R_B^3}$ $\frac{T_P^2}{1^2} = \frac{(2R_B)^3}{R_B^3}$ $T_P^2 = \frac{8 R_B^3}{R_B^3}$ $T_P = \sqrt{8} = 2,82$ tahun Jadi, periode planet tersebut adalah 2,82 tahun.</p>	10
---	----	-------	--	--	----

4	C3	Essay	<p>Jarak rata-rata antara Mars-Matahari adalah 1,524 kali jarak rata-rata Bumi-Matahari. Berapa tahunkah waktu yang diperlukan Mars untuk mengorbit Matahari satu kali?</p>	<p>Diketahui: $R_M = 1,524R_B$ Ditanya: $T_M = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $\frac{T_M^2}{T_B^2} = \frac{R_M^3}{R_B^3}$ $\frac{T_M^2}{T_B^2} = \frac{(1,524R_B)^3}{R_B^3}$ $\frac{T_M^2}{T_B^2} = \frac{3,5396 R_B^3}{R_B^3}$ $T_M^2 = 3,5396 T_B^2$ $T_M = \sqrt{3,5396 T_B^2} = 1,88 T_B$ Sehingga waktu yang diperlukan Mars untuk satu kali mengorbit Matahari adalah 1,88 T_B. Dimana periode Bumi mengelilingi matahari adalah 1 tahun. Jadi, waktu yang diperlukan Mars untuk mengorbit Matahari satu kali adalah 1,88 tahun.</p>	10
---	----	-------	---	--	----

5	C3	Essay	<p>Jarak sebuah planet ke Matahari adalah 8 kali jarak Bumi-Matahari. Berapa tahun Bumi-kah periode revolusi planet tersebut?</p>	<p>Diketahui: $R_p = 8 R_B$ Ditanya: $T_p = \dots ?$ Jawab: Berdasarkan Hukum III Kepler maka jarak planet Merkurius ke Matahari dapat diketahui melalui persamaan $T^2 = R^3$ Dimana T dalam tahun dan R dalam satuan astronomi (SA). Maka, $\frac{T_p^2}{T_B^2} = \frac{R_p^3}{R_B^3}$ $\frac{T_p^2}{T_B^2} = \frac{(8R_B)^3}{R_B^3}$ $T_p = \sqrt{512 T_B^2}$ $T_p = 22,63 T_B$ Karena periode bumi sebesar 1 tahun. Maka, periode planet tersebut adalah 22,63 tahun Bumi.</p>	10
---	----	-------	---	---	----

Lampiran J. Contoh Hasil Validasi

1. Validasi Ahli

Lembar Validasi Ahli
Modul Komik Fisika

Sekolah : SMA Nurul Islam Jember
Mata Pelajaran : Fisika
Paket Bahan : Hukum Kepler
Kelas/Semester : XI/Gasal

Petunjuk Penilaian
Kepada Bapak/Ibu yang terhormat, berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapat anda.
Keterangan : 4: bernilai "valid"
3: bernilai "cukup valid"
2: bernilai "kurang valid"
1: bernilai "tidak valid"

NO.	INDIKATOR	SKOR			
		1	2	3	4
Kekesleratan					
1	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keliruan				✓
2	Materi yang disajikan sesuai perkembangan mutakhir			✓	✓
3	Materi yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari			✓	✓
4	Penggunaan materi sesuai dengan pendekatan keliruan yang bersangkutan			✓	✓
Kelengkapan Sajian					
5	Menyajikan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓
6	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi bagi kehidupan siswa				✓
7	Menyajikan daftar isi				✓
8	Menyajikan daftar pustaka				✓
Sistematisa Sajian					
9	Urutan materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks				✓
10	Urutan materi mengikuti alur pikir dari lingkup lokal ke global				✓
Kesesuaian Bahasa dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar					
11	Ketepatan penggunaan ejaan				✓
12	Ketepatan penggunaan istilah				✓
13	Ketepatan penyusunan struktur kalimat				✓

Ketepatan penilaian secara umum (lingkari salah satu yang sesuai)
Bahan ajar berupa komik ini :

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

Mohon kepada Bapak/Ibu untuk menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut:

.....

Jember, 23 Okt. 2017.
 Validator
 Prof. Kiki Muband
 NIP. 19507131990031002

Lembar Validasi Ahli
Modul Komik Fisika

Sekolah : SMA Nurul Islam Jember
Mata Pelajaran : Fisika
Paket Bahan : Hukum Kepler
Kelas/Semester : XI/Gasal

Petunjuk Penilaian
Kepada Bapak/Ibu yang terhormat, berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapat anda.
Keterangan : 4: bernilai "valid"
3: bernilai "cukup valid"
2: bernilai "kurang valid"
1: bernilai "tidak valid"

NO.	INDIKATOR	SKOR			
		1	2	3	4
Kekesleratan					
1	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran keliruan				✓
2	Materi yang disajikan sesuai perkembangan mutakhir			✓	✓
3	Materi yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari			✓	✓
4	Penggunaan materi sesuai dengan pendekatan keliruan yang bersangkutan			✓	✓
Kelengkapan Sajian					
5	Menyajikan kompetensi yang harus dikuasai siswa				✓
6	Menyajikan manfaat dan pentingnya penguasaan kompetensi bagi kehidupan siswa				✓
7	Menyajikan daftar isi				✓
8	Menyajikan daftar pustaka				✓
Sistematisa Sajian					
9	Urutan materi mengikuti alur pikir dari sederhana ke kompleks				✓
10	Urutan materi mengikuti alur pikir dari lingkup lokal ke global				✓
Kesesuaian Bahasa dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar					
11	Ketepatan penggunaan ejaan				✓
12	Ketepatan penggunaan istilah				✓
13	Ketepatan penyusunan struktur kalimat				✓

Ketepatan penilaian secara umum (lingkari salah satu yang sesuai)
Bahan ajar berupa komik ini :

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

Mohon kepada Bapak/Ibu untuk menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut:

.....

Jember, Validator
 NIP.

2. Validasi Pengguna

Lembar Validasi Pengguna
Modul Kimia Fisika

Sekolah : SMA Nurul Islam Jember
Mata Pelajaran : Fisika
Pokok Bahasan : Hukum Kepler
Kelas/Semester : XI/Gasal

Petunjuk Penilaian
Kepada Bapak/Ibu yang terhormat, berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapat anda.
Keterangan : 4 : benar "valid"
3 : benar "cukup valid"
2 : benar "kurang valid"
1 : benar "tidak valid"

NO.	INDIKATOR	SKOR			
		1	2	3	4
Relevansi					
1	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
2	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
3	Contoh-contoh penjelasan relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
4	Latihan dan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
5	Kelengkapan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓
6	Kelengkapan uraian materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓
7	Jumlah materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum				✓
8	Jumlah ilustrasi yang fungsional cukup				✓
9	Jumlah latihan dan soal cukup				✓
10	Jumlah tugas cukup				✓
Kesesuaian Najian dengan Tuntutan Pembelajaran yang Terpasat pada Siswa					
11	Mendorong rasa ketertarikan siswa				✓
12	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar				✓
13	Mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri				✓
14	Mendorong siswa belajar secara berkelompok				✓
15	Mendorong siswa mengamalkan isi bacaan				✓

Keterbacaan dan Kehummatifan				
16	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak			✓
17	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa			✓
18	Pemilihan alinea sesuai dengan pemahaman siswa			✓
19	Bahasa yang digunakan bahasa setengah formal (bahasa sehari-hari dikelas)			✓

Kemampuan penilaian secara umum (lingkari salah satu yang sesuai)
Bahan ajar berupa kermik ini :


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

Mohon kepada Bapak/Ibu untuk menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut:

.....

.....

.....

Jember,

 Agus M. Hidayat, S.Pd., D.C.
 NIP.

Lembar Validasi Pengguna
Modul Kimia Fisika

Sekolah : SMA Nurul Islam Jember
Mata Pelajaran : Fisika
Pokok Bahasan : Hukum Kepler
Kelas/Semester : XI/Gasal

Petunjuk Penilaian
Kepada Bapak/Ibu yang terhormat, berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapat anda.
Keterangan : 4 : benar "valid"
3 : benar "cukup valid"
2 : benar "kurang valid"
1 : benar "tidak valid"

NO.	INDIKATOR	SKOR			
		1	2	3	4
Relevansi					
1	Materi relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
2	Tugas relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
3	Contoh-contoh penjelasan relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
4	Latihan dan soal relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai				✓
5	Kelengkapan uraian sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓
6	Kelengkapan uraian materi sesuai dengan tingkat perkembangan siswa				✓
7	Jumlah materi cukup memenuhi tuntutan kurikulum				✓
8	Jumlah ilustrasi yang fungsional cukup				✓
9	Jumlah latihan dan soal cukup				✓
10	Jumlah tugas cukup				✓
Kesesuaian Najian dengan Tuntutan Pembelajaran yang Terpasat pada Siswa					
11	Mendorong rasa ketertarikan siswa				✓
12	Mendorong terjadinya interaksi siswa dengan sumber belajar				✓
13	Mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri				✓
14	Mendorong siswa belajar secara berkelompok				✓
15	Mendorong siswa mengamalkan isi bacaan				✓

Keterbacaan dan Kehummatifan				
16	Panjang kalimat sesuai dengan tingkat pemahaman anak			✓
17	Struktur kalimat sesuai dengan pemahaman siswa			✓
18	Pemilihan alinea sesuai dengan pemahaman siswa			✓
19	Bahasa yang digunakan bahasa setengah formal (bahasa sehari-hari dikelas)			✓

Kemampuan penilaian secara umum (lingkari salah satu yang sesuai)
Bahan ajar berupa kermik ini :

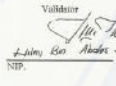
1. Belum dapat digunakan dan memerlukan konsultasi
2. Dapat digunakan dengan revisi
3. Dapat digunakan tanpa revisi

Mohon kepada Bapak/Ibu untuk menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut:

.....

.....

.....

Jember,
 Validator

 Agus M. Hidayat, S.Pd., D.C.
 NIP.

Lampiran K. Contoh Hasil Pre-Test dan Post-Test

1. Contoh Hasil Pre-Test

- Nilai Tertinggi

NAMA : Nes, Eka Nugraha
 KELAS : SM 4B 21
 NIM/ID/ABSEN : 21

SOAL PRE-TEST

Siswa Pendidikan : SMA Negeri Jember 10 : 045 : 35
 Mata Pelajaran : Fisika 0167 - 2
 Kelas / Semester : XI / Ganjil
 Materi : Hukum Kepler
 Waktu : 50 menit

PILIHAN GANDA ⁵
 Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Pada abad ke-16 Nicolaus Copernicus menggunakan helios (hari) sebagai pusat helios yang mengelilingi Matahari yang merupakan model model helios Copernicus tentang orbit planet. Benar menurut pernyataan bahwa orbit planet yang mengelilingi Matahari berbentuk elips. Benar tersebut adalah...
 a. Salah Benar
 b. Albert Einstein
 c. Johannes Kepler
 d. Alexander Graham Bell
 e. Galileo Galilei
- Berikut adalah beberapa buzzy hukum keaham yang ada di fisika:
 (1) Planet mengelilingi matahari dalam lintasan elips
 (2) Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk yang lain
 (3) Suatu peristiwa fisika yang terjadi di suatu tempat dengan planet bergerak lurus teringat yang sama dalam waktu yang sama
 (4) Semula jika jarak planet ke Matahari, semakin lambat pada konsepnya dan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu kali mengelilingi yang merupakan hukum Kepler adalah...
 a. (1) saja
 b. (1) dan (2)
 c. (2) dan (4)
 d. (1), (2), dan (3)
 e. (1), (3), dan (4)
- Hukum II Kepler menyatakan bahwa dalam waktu yang sama, garis khayal yang menghubungkan suatu planet dengan matahari akan menyapu luas yang sama dengan yang menyapu luas yang menyapu luas...
 a. 1/2 luas yang teringat
 b. Sama dengan luas yang teringat
 c. 2 kali luas yang teringat

- 4 kali luas yang teringat yang teringat
 a. Kambal bus yang teringat
 b. Sebuah planet yang teringat dengan Matahari, Venus memiliki periode revolusi 225 hari. Berdasarkan data tersebut, jarak planet Venus ke Matahari adalah...
 a. 0,387 juta kilometer
 b. 10,78 juta kilometer
 c. 57,8 juta kilometer
 d. 108,2 juta kilometer
 e. 149,6 juta kilometer
- Ditanyakan sebuah planet pada titik orbit yang sama dengan satu mata, maka planet tersebut dari bintang pusatnya adalah 3 SA. Maka periode planet tersebut dalam mengelilingi bintangnya adalah...
 a. 1,26 tahun
 b. 3,19 tahun
 c. 3,19 tahun
 d. 16,63 tahun
 e. 34,23 tahun
- Dengan menggunakan hukum III Kepler diketahui bahwa pada bulan Desember hari ini matahari sudah jauh teringat dan sudah pada bulan Juli pada jarak teringat...
 a. Pada bulan Desember hari ini matahari dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan pada bulan Juli
 b. Pada bulan Desember hari ini matahari dengan kecepatan yang lebih kecil daripada kecepatan pada bulan Juli
 c. Pada bulan Desember hari ini matahari dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan pada bulan Juli
 d. Pada bulan Juli hari ini matahari dengan kecepatan yang lebih besar maka sebelum hari ini bagian atas matahari
 e. Pada bulan Desember hari ini matahari dengan kecepatan yang lebih kecil maka sebelum hari ini bagian atas matahari
- Pengamatan pengamatan diarahkan 10 yang benar adalah...
 a. Menurut hukum II Kepler besarnya pada lintasan periode dengan jaraknya untuk planet-planet yang mengelilingi Matahari adalah konstan
 b. Menurut hukum I Kepler planet-planet mengelilingi Matahari dalam lintasan berbentuk elips dengan matahari berada pada salah satu titik fokusnya
 c. Menurut hukum II Kepler kecepatan garis planet yang mengelilingi Matahari konstan
 d. Garis planet yang mengelilingi Matahari adalah pada hukum kekekalan momentum angular
 e. Semua jawaban di atas adalah benar
- Satu planet memiliki kala revolusi 8 tahun. Jarak planet itu ke Matahari adalah...
 a. 6 SA
 b. 16 SA
 c. 2 SA
 d. 3 SA
 e. 8 SA
- Dua buah planet A dan B mengelilingi Matahari. Perbandingan antara jarak planet A dari planet B ke Matahari adalah $R_A/R_B = 1/2$. Apabila periode planet A mengelilingi matahari adalah 80 hari, maka periode planet B adalah...
 a. 240 hari

b. 174 hari
 c. 704 hari
 d. 724 hari
 e. 825 hari

Planet A dan B masing-masing berorbit elips-orbit sekitar p dan q terhadap Matahari. Planet A mengelilingi Matahari dengan periode 7, jika p = 4q, maka B mengelilingi matahari dengan periode...
 a. 172,7
 b. 170,7
 c. 168,7
 d. 167
 e. 164,7

PILIHAN GANDA
 Jawablah pertanyaan berikut pada lembar jawaban yang disediakan!

- Ditanyakan kelajuan revolusi planet:
 a. paling besar?
 b. paling kecil?
 (D) perbandingan tersebut di ekuilibrium. Jelaskan dengan menggunakan hukum II Kepler.
 (E) Sifatnya akan lebih dengan satu-satunya planet dan matahari. Planet manakah yang anda perkirakan memiliki:
 a. Periode revolusi paling besar?
 b. Periode revolusi paling kecil?
 Jelaskan dengan menggunakan hukum III Kepler
- Periode hari mengelilingi matahari adalah 1 tahun. Jika jari-jari lintasan suatu planet mengelilingi Matahari dua kali jari-jari lintasan Bumi mengelilingi Matahari, tentukan periode planet tersebut ($R = 6,38 \times 10^7 \text{ m}$)
- Jarak rata-rata antara Mars-Matahari adalah 1,524 kali jarak rata-rata Bumi-Matahari. Berapa tabunglah waktu yang diperlukan Mars untuk mengelilingi Matahari satu kali?
- Jarak sebuah planet ke Matahari adalah 8 kali jarak Bumi-Matahari. Berapa tahun Bumi-kali periode revolusi planet tersebut?

LEMBAR JAWABAN

1) a) Salah, benar, benar, benar
 b) Benar, benar, salah, benar
 c) Salah, benar, salah, benar
 d) Salah, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar

2) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

3) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

4) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

5) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

6) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

7) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

8) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

9) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

10) a) Salah, benar, benar, benar, benar
 b) Salah, benar, benar, benar, benar
 c) Salah, benar, benar, benar, benar
 d) Salah, benar, benar, benar, benar
 e) Salah, benar, benar, benar, benar

2. Contoh Hasil *Post-Test*

- Nilai Tertinggi

The image displays four pages of a student's test paper, decorated with a star border. The paper contains multiple-choice questions and answers related to planetary science.

Page 1: SOAL PILIHAN GANDA
 1. Pada abad ke-16 Nicolaus Copernicus mengemukakan bahwa Bumi bukanlah planet lainnya mengorbiti Matahari yang merupakan pusat Tata Surya. Kemudian pada abad ke-17 seorang ilmuwan menyempurnakan model milik Nicolaus Copernicus tentang orbit planet. Ilmunya bertolak belakang dengan teori planet yang mengorbiti Matahari tersebut yaitu. Ilmunya tersebut adalah...
 a. Geosentris
 b. Heliocentris
 c. Geosentris
 d. Heliocentris
 e. Geosentris
 2. Berikut adalah beberapa fungsi hukum-hukum yang ada di planet:
 (1) Planet mengorbiti matahari dalam lintasan elips
 (2) Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk dari tidak berarti ke bentuk energi yang lain.
 (3) Gaya gravitasi yang menghubungkan Matahari dengan planet
 (4) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 (5) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 (6) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 (7) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 (8) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 (9) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 (10) Energi luas yang sama dalam waktu yang sama.
 3. Hukum II Kepler mengatakan bahwa dalam waktu yang sama, garis khayal yang menghubungkan suatu planet dengan matahari dalam orbit planet akan memindai luas yang sama...
 a. 1/2 luas yang sama
 b. Sama dengan luas yang lain
 c. 2 kali luas yang lain
 d. 4 kali luas yang lain
 e. Kuadrat luas yang lain
 4. Bahaya planet berdekatan dengan Matahari. Berbahaya memiliki periode revolusi di hari. Berdasarkan data berikut, jarak planet Merkurius ke Matahari adalah...
 a. 0,387 juta kilometer
 b. 98,78 juta kilometer
 c. 57,9 juta kilometer
 d. 108,2 juta kilometer
 e. 149,6 juta kilometer

Page 2: Jawaban Soal Pilihan Ganda
 1. a. Heliocentris
 2. a. 1/2 luas yang sama
 3. b. Sama dengan luas yang lain
 4. a. 0,387 juta kilometer

Page 3: SOAL URAIAN
 Bacalah soal uraian dibawah ini dengan teliti kemudian jawablah soal tersebut pada lembar jawaban yang telah disediakan pada halaman 50
 1. Dinamakan kelajuan revolusi planet...
 a. paling besar?
 b. paling kecil?
 c. sama?
 d. berbeda?
 2. Di BPP anda telah belajar tentang urut-urutan planet dari matahari. Planet manakah yang anda perhatikan memiliki...
 a. Periode revolusi paling besar?
 b. Periode revolusi paling kecil?
 3. Jelaskan dengan menggunakan hukum II Kepler...
 4. Energi rata-rata antara Bumi-Merkurius adalah 125 kali, jarak rata-rata Bumi-Merkurius berapa kali dari jarak yang diperlukan Mars untuk mengorbiti Matahari? (10?)
 5. Jarak sebuah planet ke Matahari adalah 4 kali jarak Bumi-Merkurius. Berapa tahun Bumi-kah periode revolusi planet tersebut?

Page 4: Jawaban Soal Uraian
 1. a. :perihelion
 b. :aphelion
 Karena pada fase perihelion, jarak ke Matahari yang ditempuh oleh Bumi sangat kecil sehingga kecepatan orbitnya sangat tinggi. Sedangkan pada aphelion, jarak yang ditempuh oleh Bumi sangat jauh sehingga kecepatan orbitnya sangat rendah.
 2. a. :Merkurius
 b. :Mars
 Karena Merkurius memiliki periode revolusi yang paling kecil, maka ia adalah planet yang paling dekat dengan Matahari. Sedangkan Mars memiliki periode revolusi yang paling besar, maka ia adalah planet yang paling jauh dari Matahari.

3. Dik: $T_p = 1 \text{ tahun}$ Df: $T_p ?$
 $R_p = 2 R_g$
 Sub: $\frac{T_p^3}{R_p^3} = \frac{R_g^3}{R_p^3}$
 $\frac{1^3}{1^3} = \frac{R_g^3}{(2R_g)^3}$
 $1 = \frac{R_g^3}{8R_g^3}$
 $1 = \frac{1}{8} R_g^3$
 $8 = R_g^3$
 $R_g = \sqrt[3]{8} = 2$
 Jadi periode planet lain adalah 2,8 tahun

4. Dik: $R_p = 1,524 R_g$ Df: $T_p ?$
 Sub: $\frac{T_p^3}{R_p^3} = \frac{R_g^3}{R_p^3}$
 $\frac{1^3}{1^3} = \frac{R_g^3}{(1,524 R_g)^3}$
 $1 = \frac{R_g^3}{3,524 R_g^3}$
 $3,524 = R_g^3$
 $R_g = \sqrt[3]{3,524} = 1,524$
 Jadi periode mars adalah 1,00 tahun

5. Dik: $R_p = 8 R_g$ Df: $T_p ?$
 $T_p = 1 \text{ tahun}$
 $\frac{T_p^3}{R_p^3} = \frac{R_g^3}{R_p^3}$
 $\frac{1^3}{1^3} = \frac{R_g^3}{(8 R_g)^3}$
 $1 = \frac{R_g^3}{512 R_g^3}$
 $512 = R_g^3$
 $R_g = \sqrt[3]{512} = 8$
 Jadi periode planet dalam fabel jumi adalah 20,15 tahun

• Nilai Terendah

SOAL PILIHAN GANDA
 Pilihlah jawaban yang benar! Tuliskan jawabannya pada lembar jawaban yang tersedia pada halaman 55.

- Pada abad ke-16 Nicolaus Copernicus mengembangkan bahwa Bumi bukan la planet lainnya, mengorbiti Matahari yang merupakan pusat Tata Surya. Kemudian pada abad ke-17 Isaac Newton menggunakan model milik Nicolaus Copernicus tentang orbit planet. Rumus berikut menggambarkan bahwa orbit planet yang mengorbiti Matahari berbentuk elips. Rumus berikut adalah...
 a. Sir Isaac Newton
 b. Albert Einstein
 c. Johannes Kepler
 d. Alexander Graham Bell
 e. Galileo Galilei
- Berikut adalah beberapa hukum-hukum yang ada di pilihan:
 (1) Planet mengorbit matahari dalam lintasan elips
 (2) Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, energi hanya dapat berubah bentuk dari satu bentuk ke bentuk energi yang lain
 (3) Usaha gerak yang dilakukan planet dengan planet lainnya
 (4) Semua gerak yang terjadi pada Matahari, termasuk lintasan planet
 (5) Semua gerak yang terjadi pada Matahari, termasuk lintasan planet
 Manakah dari hukum-hukum tersebut yang merupakan hukum Kepler adalah...
 a. (1) saja
 b. (1) dan (3)
 c. (2) dan (4)
 d. (1), (2), dan (3)
 e. (1), (3), dan (5)
- Hukum Kepler mengatakan bahwa dalam waktu yang sama, garis khayal yang menghubungkan suatu planet dengan matahari dalam orbit planet akan membuat luas yang sama yang memiliki luas...
 a. 1/2 luas yang terlewat
 b. Sama dengan yang yang lain
 c. 2 kali luas yang yang lainnya
 d. 1 kali luas yang yang lainnya
 e. Keseluruhan luas yang yang lainnya
- Sebagai planet terdekat dengan Matahari, Merkurius memiliki periode revolusi 88 hari. Berapakah kala revolusi, jarak planet Merkurius ke Matahari adalah...
 a. 0,39 juta kilometer
 b. 37,9 juta kilometer
 c. 57,9 juta kilometer
 d. 108,2 juta kilometer
 e. 149,6 juta kilometer
- Ditentukan sebuah planet pada kala surya yang serupa dengan kala surya kita. Jarak planet tersebut dari bintang pusatnya adalah 8 SA. Maka periode planet tersebut dalam mengorbiti bintangnya adalah...
 a. 2 tahun
 b. 4 tahun
 c. 11,2 tahun
 d. 22,63 tahun
 e. 21,2 tahun
- Dengan menggunakan Hukum Kepler diketahui bahwa pada bulan Desember Bumi mengorbiti matahari pada jarak 149 juta km.
 Pada bulan Desember Bumi mengorbiti Matahari dengan kecepatan yang lebih besar daripada kecepatan pada bulan Juni
 Pada bulan Desember Bumi mengorbiti Matahari dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan pada bulan Juni
 Pada bulan Juni Bumi mengorbiti Matahari dengan kecepatan yang lebih besar maka lintasan Bumi lebih dalam musim dingin
 Pada bulan Desember Bumi mengorbiti Matahari dengan kecepatan yang lebih kecil maka lintasan Bumi lebih dalam musim dingin
- Pernapasan-pengaliran darah ini yang benar adalah...
 a. Menurut Hukum Kepler, bahwa rasio kuadrat periode dengan jaraknya untuk planet-planet yang mengorbiti Matahari adalah konstan
 b. Menurut Hukum Kepler, planet-planet mengorbiti Matahari dalam lintasan berbentuk elips dengan matahari berada pada salah satu titik fokusnya
 c. Menurut Hukum Kepler, kecepatan gerak planet yang mengorbiti Matahari meningkat lebih besar, jika planet mendekati Matahari
 d. Gerak planet yang mengorbiti Matahari berubah pada hukum kekekalan momentum angular
 e. Semua jawaban di atas adalah benar
- Suatu planet memiliki kala revolusi 4 tahun, jarak planet itu ke Matahari adalah...
 a. 1/4 SA
 b. 1/2 SA
 c. 2 SA
 d. 4 SA
 e. 8 SA
- Dua buah planet A dan B mengorbiti mengorbiti Matahari. Perbandingan antara jarak planet A dan planet B ke Matahari adalah R : R = 1 : 4. Apabila periode planet A mengorbiti matahari adalah 80 hari, maka periode planet B adalah...
 a. 200 hari
 b. 704 hari
 c. 402 hari
 d. 80 hari

10. Planet A dan B masing-masing berjarak rata-rata sebesar p dan q terhadap Matahari. Planet A mengelilingi Matahari dengan periode T . Dan planet B mengelilingi Matahari dengan periode...

a. $1/2 T$
 b. $1/3 T$
 c. $1/4 T$
 d. $1/6 T$
 e. $1/4 T$

SOAL URAIAN

Bacalah soal uraian di bawah ini dengan baik! kemudian, jawablah soal tersebut pada lembar jawaban yang telah disediakan pada halaman 50

1. Ditanyakan kelajuan revolusi planet:
 - a. paling besar?
 - b. paling kecil?
 Jelaskan dengan menggunakan hukum II Kepler.
2. Di 1898, orang Italia kapal dengan serai-serutan planet dari matahari. Planet manakah yang anda perkirakan memiliki:
 - a. Periode revolusi paling besar?
 - b. Periode revolusi paling kecil?
 Jelaskan dengan menggunakan hukum II Kepler.
3. Periode Bumi mengelilingi matahari adalah 1 tahun. Jika jari-jari lintasan suatu planet mengelilingi Matahari dan kali jari-jari lintasan Bumi mengelilingi Matahari, tentukan periode planet tersebut (R_{planet} , R_{Bumi})
4. Jarak rata-rata antara Bumi-Matahari adalah 150 juta jarak rata-rata Bumi-Matahari. Berapa lamanya waktu yang diperlukan Mars untuk mengelilingi Matahari satu kali?
5. Jarak sebuah planet ke Matahari adalah 4 kali jarak Bumi-Matahari. Berapa kali Bumi-lah periode revolusi planet tersebut?

Jawaban Soal Pilihan Ganda

1	2	3	4	5
C	E	B	D	D

35

6	7	8	9	10
A	E	E	B	E

Jawaban Soal Uraian

1. a. perihelium (mendekati)
 b. Apohelium (jauh)

20

revolusi dekat jarak planet dengan matahari lebih lambat cepat dengan jarak dan sebaliknya semakin sedikit waktu untuk menyelesaikan 1 kali mengorbit.

2. a. merkurius
 b. neptunus

10

revolusi jauh jarak planet dengan matahari maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 kali orbit.

3.

4.

5.

Lampiran L. Contoh Komik



Elips mempunyai 2 Fokus yang terpisah sedangkan lingkaran, kedua fokusnya bertumpuk menjadi satu di tengah.

Oh, seperti itu!

Jadi, Matahari letaknya ada di salah satu fokus itu. Benar kan Prof?

Tepat sekali Bima!

Misalkan Bumi mengelilingi Matahari maka jarak dari Bumi ke Matahari (fokus 1) jika dijumlahkan dengan jarak dari bumi ke fokus 2 jumlahnya akan selalu sama

19

Coba lihat Tabel ini! Tabel ini adalah data planet yang berhubungan dengan Hukum III Kepler.

DATA PLANET YANG DIGUNAKAN PADA HUKUM III KEPLER

Planet	Jarak Rata-rata dari Matahari, r (10^6 km)	Periode, T (tahun Bumi)	r^3/T^2 (10^{24} km^3/th^2)
Merkurius	57,9	0,241	3,34
Venus	108,2	0,615	3,35
Bumi	149,6	1,0	3,35
Mars	227,9	1,88	3,35
Jupiter	778,3	11,86	3,35
Saturnus	1.427	29,5	3,34
Uranus	2.870	84,0	3,35
Neptunus	4.497	165	3,34

Wah benar, ternyata perbandingannya konstan

Oh iya, Bima pernah baca kalau Hukum III Kepler ini ada hubungannya dengan Hukum Newton ya Prof?

Iya, jadi Newton itu membuktikan bahwa Hukum III Kepler ini benar dan sesuai, karena ternyata dapat diturunkan melalui Hukum II Newton tentang gerak dan Hukum Gravitasi Universal Newton. Hukum Kepler dirumuskan jauh sebelum Newton merumuskan hukum-hukumnya lho.



Wah benar ini soal tentang Hukum III Kepler. Yuk kita coba kerjakan ya!

CONTOH SOAL

1. Dua planet mempunyai perbandingan periode lintasan 1:3. Berapa perbandingan jaraknya?
2. Jarak rata-rata Merkurius dengan Matahari 58 juta kilometer. Jika revolusi Mars adalah 687 hari dan jarak planet Mars dengan Matahari 228 juta kilometer, tentukan periode revolusi Merkurius!



Untuk Contoh Soal nomor 1 dan 2 dapat diselesaikan dengan cara berikut:

1

Diketahui : $T_1 : T_2 = 1 : 3$
 Ditanya : $R_1 : R_2 = \dots ?$
 Jawab :

Dengan menggunakan persamaan Hukum III Kepler maka didapatkan perbandingan sebagai berikut,

$$\frac{T_1}{T_2} = \text{konstan}$$

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

Diketahui pada soal bahwa $T_1 : T_2 = 1 : 3$
 Maka persamaan tersebut dapat disesuaikan sebagai berikut,

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

Sehingga,

$$\frac{1^2}{3^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$$

$$\frac{1}{64} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \sqrt[3]{\frac{1}{64}}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{4}$$

Maka Perbandingan jarak antara kedua planet tersebut adalah 1 : 4.

2

Diketahui :
 $R_{Me} = 58 \times 10^6 \text{ km}$
 $R_{Ma} = 228 \times 10^6 \text{ km}$
 $T_{Ma} = 687 \text{ hari}$
 Ditanya : $T_{Me} = \dots ?$
 Jawab :

Berdasarkan hal-hal yang diketahui pada soal maka dapat digunakan persamaan Hukum III Kepler.

$$\frac{T_1}{T_2} = \text{konstan}$$

$$\frac{T_{Me}^2}{R_{Me}^3} = \frac{T_{Ma}^2}{R_{Ma}^3}$$

Karena satuan yang digunakan telah sama, maka persamaan dapat langsung digunakan sebagai berikut.

$$\frac{T_{Me}^2}{(58 \times 10^6)^3} = \frac{687^2}{(228 \times 10^6)^3}$$

$$T_{Me}^2 = \frac{687^2 \cdot ((58 \times 10^6)^3)}{(228 \times 10^6)^3}$$

$$T_{Me}^2 = 7769,497$$

$$T_{Me} = 88,1447 \text{ hari}$$

Maka, periode revolusi Merkurius adalah 88 hari

Jelaskan dengan menggunakan Hukum III Kepler, mengapa planet-planet superior seperti Jupiter dan Saturnus mempunyai periode lebih dari satu tahun bumi?

Periode Bumi mengelilingi Matahari adalah 365,25 hari dan periode Venus mengelilingi Matahari adalah 224,7 hari. Bila jarak antara Bumi dan Matahari adalah 150 juta kilometer, maka tentukan jarak Venus ke Matahari.

54

Sekarang tolong temui Bapak/Ibu Guru Fisika ya!
Seperti biasa, minta Bapak/Ibu Guru Fisika untuk mengoreksi jawabannya dan menggambarkan bintang dibawah ini ya!

Soal Latihan 3

Soal Latihan 4

Gimana? Gimana?
Dapat berapa bintang?

Wah tidak terasa kita sudah belajar semua tentang Hukum III Kepler.

Terimakasih ya sudah mau membantu kami

Benar sekali Nila Sangat seru sekali ya!

Nah karena kalian sudah belajar semua tentang Hukum Kepler. Maka, sekarang waktunya...

YES!

55

Lampiran M. Surat Penelitian



**SEKOLAH MENENGAH ATAS
SMA NURIS JEMBER**
TERAKREDITASI (A)
NSS : 304 052 402 091 NDS : E. 38024004
Jl. Pangandaran 48 Antirogo – Jember 68125 Telp. (0331) 339544

SURAT KETERANGAN
Nomor : 134 / SMA / Ni. Jbr / O / XI / 2017

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **ROBITH QOSHIDI, Lc.**
NIP : -
Jabatan : Kepala SMA Nuris Jember

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : **HAIRLINDA ARINI A.**
NIM : 120210102048
Jurusan : Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Jabatan : Mahasiswa Universitas – Jember

Telah melaksanakan penelitian pada bulan Agustus s/d September 2017 di SMA NURIS Jember tentang " *Pengembangan Modul Komik Fisika pada Pokok Bahasan Hukum Kepler di SMA Nurul Islam Jember Kelas XI* ".
Demikian surat keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 14 November 2017
Kepala Sekolah


Robith Qoshidi, Lc
NIP: -

Lampiran N. Foto Kegiatan

1. *Preliminary Field Testing*

- *Pre-Test*



2. *Main Field Testing*

- Mengenalkan Modul Komik Fisika



- Kegiatan Belajar 1



- Kegiatan Belajar 2



- Kegiatan Belajar 3



- Kegiatan Belajar 4



- *Post-Test*

