



**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR INTERAKTIF FISIKA
BERWAWASAN SETS (*SCIENCE ENVIRONMENT
TECHNOLOGY SOCIETY*) UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

SKRIPSI

Oleh

**Roby Hidayatur Rohman
NIM 120210102043**

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



**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR INTERAKTIF FISIKA
BERWAWASAN SETS (*SCIENCE ENVIRONMENT
TECHNOLOGY SOCIETY*) UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

SKRIPSI

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

Oleh

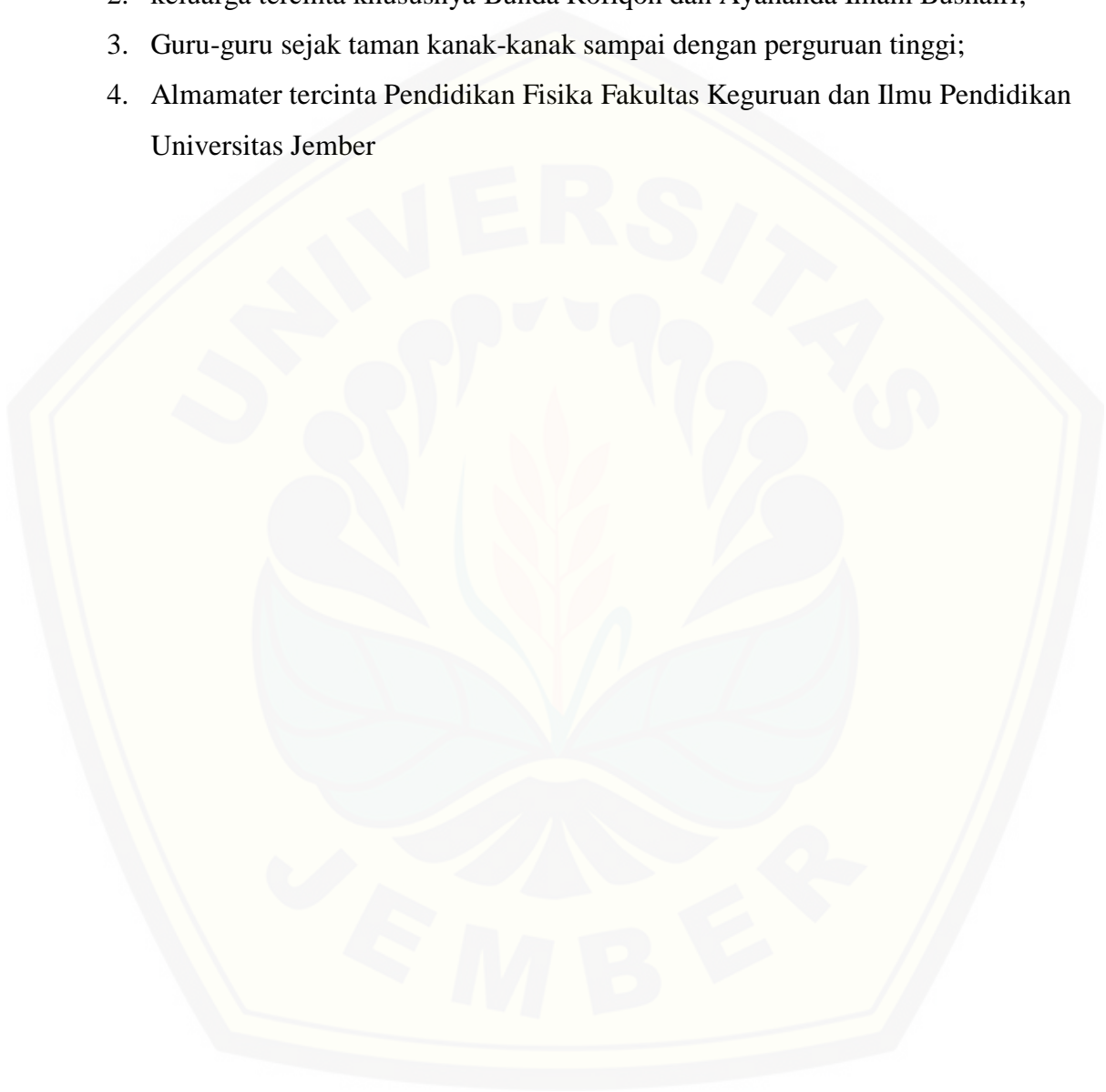
Roby Hidayatur Rohman
NIM 120210102043

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

PERSEMBAHAN

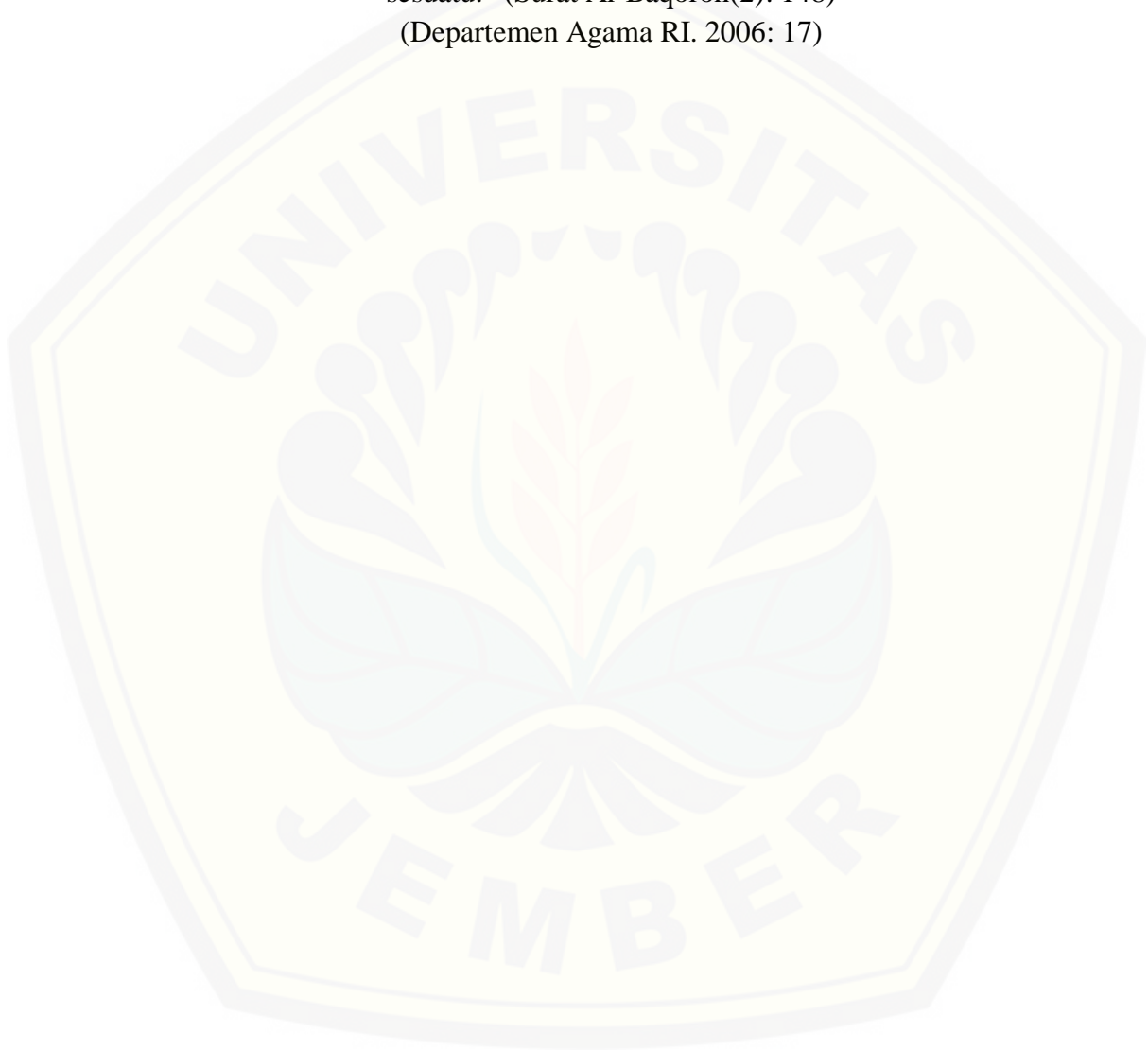
Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW;
2. keluarga tercinta khususnya Bunda Rofiqoh dan Ayahanda Imam Bushairi;
3. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater tercinta Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember



MOTO

“Dan setiap umat mempunyai kiblat yang dia menghadap kepadanya. *Maka berlomba-lombalah kamu dalam kebaikan.* Di mana saja kamu berada pasti Allah akan mengumpulkan kamu semuanya. Sungguh Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.” (Surat Al-Baqoroh(2): 148)
(Departemen Agama RI. 2006: 17)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Roby Hidayatur Rohman

NIM : 120210102043

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Fisika Berwawasan SETS untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 19 Juni 2017
Yang menyatakan,

Roby Hidayatur Rohman
NIM 120210102043

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR INTERAKTIF FISIKA
BERWAWASAN SETS (*SCIENCE ENVIRONMENT
TECHNOLOGY SOCIETY*) UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

Oleh

Roby Hidayatur Rohman

NIM 120210102043

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. A. Djoko Lesmono, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Fisika Berwawasan SETS untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa" telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

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

Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si.
NIP 19620401 198702 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Drs. Alex Harijanto, M.Si.
NIP 19641117 199103 1 001

Dr. Supeno, S.Pd., M.Si.
NIP 19741207 199903 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Jember,

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

RINGKASAN

Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Fisika Berwawasan SETS untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa; Roby Hidayatur Rohman, 120210102043; 2017: 59 halaman; Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Berdasarkan kurikulum 2013 selain sebagai bekal ilmu, fisika dibelajarkan sebagai wahana untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, serta menumbuhkan kemampuan berpikir dan bersikap ilmiah. Siswa dituntut untuk memahami dan memaknai ilmu yang didapat guna memecahkan dan menyikapi fenomena dan kejadian alam secara kritis dan ilmiah. Namun, pada kenyataannya tujuan ini masih sulit tercapai dengan baik dikarenakan beberapa faktor, diantaranya; kekurangan dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran, bahan ajar yang kurang kontekstual dan cenderung monoton, serta kurangnya kebiasaan untuk berpikir kritis. Berdasarkan hasil wawancara, siswa lebih menyukai rangkuman rumus dan contoh soal. Akibatnya siswa malas memahami materi secara mendalam dan meluas. Mereka terfokus hanya pada latihan-latihan soal yang monoton. Akibatnya, kemampuan berpikir kritis dan ilmiahnya lemah, khususnya dalam menyikapi fenomena dalam kehidupan sekitarnya. Padahal, menurut kurikulum terbaru siswa dituntut untuk mampu menganalisis dan memecahkan masalah terkait dengan materi dalam kehidupan dan lingkungan sekitar. Siswa juga layak mampu mengintegrasikan pembelajaran fisika dalam bidang lain khususnya *Science, Technology, Environment, dan Society* (SETS). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar berupa bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan hukum Newton gravitasi di MAN Bondowoso. Dengan demikian, hasil dari penelitian tersebut adalah validitas bahan ajar interaktif, kemampuan berpikir kritis siswa, dan respons siswa terhadap bahan ajar interaktif.

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan desain penelitian model 4-D. Penelitian dilaksanakan di MAN Bondowoso kelas XI IPA pada semester gasal tahun ajaran 2016/2017. Penentuan sampel penelitian

menggunakan teknik *purposive sampling* melalui analisis siswa. Pertimbangan ini dilakukan pada tahap analisis siswa pada fase pendefinisian dalam model pengembangan bahan ajar model 4-D. Selanjutnya, data validitas diperoleh dari hasil lembar validasi yang diisi oleh validator, kemudian data kemampuan berpikir kritis siswa dan respons siswa diperoleh pada tahap uji pengembangan.

Berdasarkan hasil validasi ahli atau logis diperoleh skor 4,2 untuk validitas konstruk dan 4,15 untuk validitas isi. Hal ini berarti bahan ajar interaktif mendapat kriteria valid konstruk dan valid isi. Melalui uji pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa akumulatif yang didapatkan dari 37 siswa mengalami peningkatan berkategori sedang yaitu dengan nilai *n-gain* 0,38. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar interaktif mampu mendukung siswa dalam memaksimalkan pembelajaran dan membiasakan siswa untuk berpikir kritis dan berpikir tingkat tinggi. Siswa mampu mengintegrasikan ilmu dan pengetahuan yang didapat khususnya materi gravitasi pada bidang lain (*Science, Technology, Environment, dan Society*). Selanjutnya, berdasarkan data respons siswa didapatkan respons yang positif pada setiap indikator yang dimunculkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar interaktif dapat membuat pembelajaran lebih berkesan dan kontekstual sehingga siswa mudah memahami materi yang dipelajari serta terlatih untuk berpikir kritis.

Berdasarkan hasil dari analisis data yang diperoleh, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: 1) Bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pokok bahasan hukum gravitasi Newton di MAN Bondowoso yang dikembangkan valid konstruk dan valid isi, 2) kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dengan kategori sedang, dan 4) respons siswa terhadap bahan ajar interaktif yang dikembangkan positif untuk semua aspek yang dimunculkan.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ” Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Fisika Berwawasan SETS untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk 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. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA dan Ketua Program Studi Pendidikan Fisika, Drs. Bambang Supriadi. M.Si;
3. Drs. Albertus Djoko Lesmono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik dan juga Drs. Trapsilo Prihandono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah membimbing, serta meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan pengarahan dalam penulisan skripsi ini;
4. Dosen Penguji Utama Drs. Alex Harijanto, M.Si. dan Dosen Penguji Anggota Dr. Supeno, S.Pd., M.Si yang memberikan masukan dan saran pada skripsi ini;
5. Validator Dr. Supeno Adi, S.Pd., M.Si., Pramudya Dwi A.P., S.Pd., M.Pd., dan Siti Mutmainnah, S.Pd. yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memvalidasi bahan ajar interaktif yang dikembangkan pada penelitian ini;
6. Ibu Siti Mutmainnah, S.Pd. dan Ibu Iradatul Hasanah, S.Pd. selaku Guru MAN Bondowoso yang banyak membantu dan memberikan saran;
7. Dokumentator dan kawan-kawanku Karim, Bayu, Hofi, Yuwaka, Nata, Windy, Rodliyatin, Ayu Fajarotul, Desi, Aini, Lusi, Yesi, Sulis, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga bentuk bantuan mereka dicatat oleh Allah SWT. Selain itu, penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAN MOTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN BIMBINGAN | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| 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 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.4 Manfaat | 5 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Pembelajaran Fisika | 7 |
| 2.2 Bahan Ajar Interaktif | 8 |
| 2.3 Pendekatan SETS | 13 |
| 2.4 Bahan Ajar Interaktif Fisika Berwawasan SETS | 15 |
| 2.5 Model Pengembangan 4-D | 16 |
| 2.6 Validitas | 17 |
| 2.7 Berpikir Kritis | 18 |
| 2.8 Respons Siswa | 21 |
| 2.9 Hukum Newton tentang Gravitasi | 21 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.1 Jenis Penelitian | 28 |
| 3.2 Definisi Operasional Variabel | 28 |
| 3.3 Desain Penelitian Pengembangan | 29 |
| 3.3.1 Tahap Pendefinisian | 30 |
| 3.3.2 Tahap Perancangan | 33 |
| 3.3.3 Tahap Pengembangan | 34 |
| 3.3.4 Tahap Penyebaran | 40 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN | 42 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 42 |
| 4.1.1 Pendefinisian | 42 |
| 4.1.2 Perancangan | 43 |
| 4.1.3 Pengembangan | 44 |
| 4.1.4 Penyebaran | 49 |
| 4.2 Pembahasan | 49 |
| BAB 5. PENUTUP | 53 |
| 5.1 Kesimpulan | 53 |
| 5.2 Saran | 54 |
| DAFTAR PUSTAKA | 55 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Kelebihan dan kekurangan bahan ajar berbasis komputer..... | 12 |
| 2.2 Perbedaan penggunaan kuat medan gravitasi dan percepatan gravitasi | 24 |
| 3.1 KI dan KD materi hukum Newton gravitasi kurikulum 2013 | 33 |
| 3.2 Kategori validitas | 38 |
| 3.3 Kategori respons siswa | 40 |
| 3.4 Kategori Perolehan N-gain | 41 |
| 4.1 Data Kuantitatif Validasi Ahli Bahan Ajar Interaktif | 45 |
| 4.2 Data Kualitatif Validasi Ahli Bahan Ajar Interaktif Fisika | 46 |
| 4.3 Tabel N-gain peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa | 47 |
| 4.4 Data analisis hasil respons siswa | 48 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Kerucut pengalaman Edgar Dale | 11 |
| 2.2 Alur proses pengembangan bahan ajar interaktif..... | 12 |
| 2.3 Gaya gravitasi pada tiga planet | 23 |
| 3.1 Desain penelitian pengembangan 4D..... | 30 |
| 3.2 Peta konsep Hukum Newton tentang Gravitasi | 32 |
| 4.1 Penyusunan materi dan penambahan ilustrasi yang sesuai | 44 |
| 4.2 Penambahan simulasi interaktif dan pembuatan buku digital..... | 44 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|--|---------|
| A. Matriks Penelitian | 60 |
| B. Silabus dan RPP | 63 |
| C. Kisi-kisi Soal | 81 |
| C1. Pretest | 81 |
| C2. Posttest | 92 |
| C3. Validasi soal | 104 |
| D. Validasi Ahli | 106 |
| D1. Validasi Bahan Ajar Interaktif | 106 |
| D2. Hasil Validasi Akumulatif | 109 |
| E. Uji Pengembangan | 110 |
| E1. Jawaban Pretest | 110 |
| E2. Jawaban Posttest | 112 |
| E3. Hasil Analisis Jawaban Pretest | 114 |
| E4. Hasil Analisis Jawaban Posttest | 115 |
| E5. Hasil Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa | 116 |
| E6. Analisis Data Respons Siswa | 118 |
| E7. Angket Respons Siswa | 103 |
| E8. Surat Bukti Penelitian (Uji Pengembangan) | 121 |
| F. Dokumentasi Penelitian | 122 |
| G. Bahan Ajar Interaktif Fisika | 126 |
| H. Surat Bukti Diseminasi | 128 |

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang paling mendasar, karena berhubungan dengan perilaku dan struktur benda (Giancoli, 2001: 1). Sebagai ilmu pengetahuan yang paling mendasar, fisika tentu memiliki banyak hubungan dengan ilmu pengetahuan lain secara langsung maupun tidak. Manfaat keberadaan ilmu fisika juga telah ada sejak zaman dahulu kala sebelum masehi. Fisika berperan penting dalam mendukung ilmu pengetahuan lain maupun dalam pengembangan di bidang fisika sendiri. Misal, fisika sangat berperan penting dalam membangun dan mengembangkan teknologi dan telekomunikasi, pengelolaan sumber daya alam dan pertanian, kesehatan dan pengobatan, astronomi dan geofisika, serta bidang-bidang lain.

Fisika merupakan salah satu dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Mata pelajaran IPA telah dipelajari sejak pendidikan dasar (terpadu dengan pelajaran lain). Berdasarkan PP Nomor 32 tahun 2013 kajian ilmu pengetahuan alam dimaksudkan untuk mengembangkan pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan analisis peserta didik/siswa terhadap lingkungan alam dan sekitarnya. Kemampuan yang diharapkan dari pembelajaran fisika adalah peserta didik mampu memahami alam dan dunia di sekitarnya. Apa jadinya jika peserta didik masih bertanya “Untuk apa kita belajar fisika?” Akan sangat buruk peserta didik jika tak mampu mengorelasikan apa yang mereka pelajari dalam fisika ke dalam kehidupan nyata. Lalu untuk apa belajar fisika bertahun-tahun jika tak mampu memahami implikasinya dalam kehidupan nyata. Padahal fisika sangat berperan penting dalam membantu dan mengembangkan bidang teknologi, lingkungan, dan masyarakat.

Jenjang SMA/MA merupakan jenjang pendidikan dimana fisika dipelajari sebagai mata pelajaran tersendiri berbeda dengan jenjang sebelumnya yang diintegrasikan dengan kompetensi atau pelajaran lain. Berdasarkan kurikulum 2013 selain sebagai bekal ilmu, fisika dibelajarkan sebagai wahana untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, serta menumbuhkan kemampuan berpikir

dan bersikap ilmiah. Berdasarkan pada salah satu Kompetensi Inti kurikulum 2013 siswa dituntut untuk mencapai kompetensi sebagai berikut:

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

Namun, pada kenyataannya tujuan ini sulit untuk dicapai karena beberapa faktor yang akan dijelaskan berikut.

Berdasarkan hasil angket dan wawancara pada guru dan siswa mengenai ketersediaan dan penggunaan bahan ajar di lapangan masih banyak ditemukan beberapa kekurangan dalam pemenuhan kebutuhan pembelajaran. Misalnya, bahan ajar yang hanya terfokus pada materi, kurang kontekstual, dan cenderung monoton. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa guru fisika di Jember mengatakan bahwa karakter siswa lebih menyukai rumus jadi atau rangkuman rumus dan contoh soal. Kemampuan siswa dalam mengerjakan soal memang perlu, tetapi pemahaman materi pembelajaran yang kontekstual dan bermakna terutama bagi implikasinya dalam kehidupan nyata mutlak diperlukan.

Ketersediaan buku pegangan atau materi dari guru tak selalu menjamin pemahaman siswa. Beberapa siswa dapat memahami penjelasan dengan bahasa tingkat tinggi dan simbolis tetapi beberapa lainnya mungkin tidak. Mungkin siswa mampu mengerjakan latihan soal yang diberikan oleh guru, tetapi siswa tersebut akan kesulitan jika menghadapi soal yang lebih bervariasi dan belum pernah mereka kerjakan sebelumnya. Kebiasaan hanya menghafal rumus dan melihat contoh soal tanpa memahami dan menganalisis prosesnya menjadikan siswa sulit untuk berpikir tingkat tinggi. Dengan demikian siswa kurang mampu menganalisis atau bahkan memberikan argumen atau solusi permasalahan sekitar yang berkaitan dengan materi. Padahal kurikulum terbaru menuntut siswa untuk memiliki kemampuan tingkat tinggi dalam berbagai materi bahkan hampir seluruh materi. Siswa dituntut

untuk mampu menganalisis dan memecahkan masalah terkait dengan materi dalam kehidupan dan lingkungan sekitar.

SETS (*Science Environment Technology Society*) merupakan salah satu pendekatan dan isu yang sudah berkembang cukup lama. SETS menekankan arti penting hubungan Sains (*Science* atau IPA) dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Melalui pembelajaran SETS siswa tak hanya belajar mengenai konsep atau materi tetapi juga implikasinya dengan berbagai bidang kehidupan. Berdasarkan hasil angket dan wawancara terbatas yang pada beberapa siswa di Jember, siswa masih kesulitan dalam memahami manfaat mereka mempelajari tertentu (khususnya tentang pokok bahasan gravitasi Newton). Siswa masih belum mampu menghubungkan sains dengan beberapa bidang lain. Bagaimana bisa siswa menganalisis dan memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari jika aplikasi dan implikasi materi dengan lingkungan sekitar mereka masih belum mengetahuinya.

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan yang layaknya harus dimiliki siswa era modern saat ini. Kemampuan atau keterampilan berpikir kritis tak selalu diajarkan dalam buku atau sekolah. Padahal kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan siswa dalam ilmu sains khususnya dalam berpikir logis memahami, menganalisis, dan menyimpulkan sebuah persoalan. Kebiasaan siswa yang belajar instan dengan menghafal rumus dan contoh soal hanya membelajarkan siswa dengan pengetahuan faktual saja. Pengetahuan konseptual, prosedural, dan metakognitif siswa cenderung lemah. Siswa perlu dibimbing belajar pengetahuan konseptual, prosedural, dan metakognitif melalui pendekatan inkuiri atau pengalaman langsung. Tetapi tidak semua materi dapat dipraktekkan secara langsung, misalnya pokok bahasan hukum Newton tentang gravitasi, teori kinetik gas dan lainnya. Diperlukan media atau bahan ajar yang mendukung siswa belajar pengetahuan prosedural. Kekurangan tersebut dapat ditutupi dengan menggunakan lab virtual atau simulasi yang berkaitan dengan materi.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara media atau bahan ajar simulasi virtual masih sangat jarang digunakan. Tidak semua siswa dapat mengakses atau mencari sendiri di internet simulasi yang benar-benar mendukung dan berkaitan

dengan materi. Kelebihan dari simulasi adalah siswa mampu melakukan eksperimen semirip mungkin dengan aslinya dengan risiko bahaya yang lebih kecil. Serta, simulasi dapat membantu mengatasi keterbatasan ruang dan waktu. Simulasi juga bersifat dinamis dan interaktif dengan penggunaannya. Diharapkan simulasi dapat menarik minat siswa dalam belajar mengingat kebiasaan siswa yang belajar instan menimbulkan siswa malas belajar mandiri.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Nugraha *et al* (2013) berhasil mengembangkan bahan ajar berwawasan SETS untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Begitu pula penelitian Ardiansyah (2015) tentang pengembangan bahan ajar berbasis SETS telah berhasil membantu ketuntasan belajar siswa dan mendapat respons yang baik dari siswa. Pengembangan bahan ajar interaktif oleh Prihantana *et al* (2014) juga berhasil dan mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Pengembangan bahan ajar interaktif berbasis komputer oleh Malalina dan Kesumawati (2013) berhasil menarik minat siswa untuk belajar lebih aktif. Namun, penelitian mengenai pengembangan bahan ajar interaktif berbasis SETS belum ada.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan bahan ajar yang dapat membantu melengkapi dan menyempurnakan perangkat pembelajaran guna mencapai kualitas pendidikan yang lebih baik. Solusi konkret permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan *bahan ajar interaktif berwawasan SETS (Science Environment Technology Society)* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di MA khususnya pada pokok bahasan Hukum Newton tentang Gravitasi. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian untuk menguji validitas dan kelayakan bahan ajar tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimanakah validitas bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa?

- 1.2.2 Bagaimanakah peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*)?
- 1.2.3 Bagaimanakah respons siswa setelah menggunakan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1 Menghasilkan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa
- 1.3.2 Mendeskripsikan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*)
- 1.3.3 Mendeskripsikan respons siswa setelah menggunakan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak tertentu sebagai berikut:

- 1.4.1 Bagi siswa, bahan ajar ini dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri dan tambahan pengetahuan mengenai implikasi fisika khususnya pokok bahasan hukum gravitasi dalam kehidupan sehari-hari.
- 1.4.2 Bagi guru, bahan ajar ini dapat digunakan sebagai bahan ajar dan referensi bahan ajar dalam mengembangkan pembelajaran yang lebih baik. Serta untuk menghemat waktu belajar di kelas dengan belajar mandiri.
- 1.4.3 Bagi sekolah, bahan ajar ini dapat digunakan sebagai kelengkapan tuntutan kurikulum pendidikan.

- 1.4.4 Bagi peneliti lain, bahan ajar ini dapat digunakan sebagai referensi dan tolak ukur pengembangan bahan ajar lain dan pengembangan kualitas pendidikan yang lebih baik.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan teori-teori dan studi pustaka penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan ruang lingkup atau objek yang dijadikan dasar dalam penelitian, diantaranya : 1) pembelajaran fisika, 2) bahan ajar interaktif, 3) Pendekatan SETS, 4) model pengembangan 4-D, 5) validitas, 6) berpikir kritis, 7) respons siswa, 8) Hukum Newton tentang gravitasi.

2.1 Pembelajaran Fisika

Belajar dan pembelajaran adalah istilah yang sering kita dengar dalam dunia pendidikan. Keduanya berakar dari kata yang sama yaitu “ajar” tetapi memiliki makna yang berbeda beda. Berdasarkan KBBI belajar diartikan sebagai kata kerja yang berarti usaha memperoleh kepandaian atau pengetahuan. Trianto (2015:18) secara umum mendefinisikan belajar sebagai perubahan pada individu yang terjadi melalui pengalaman. Suyono (2014:9) juga menyatakan bahwa belajar adalah suatu aktivitas atau proses untuk memperoleh pengetahuan, meningkatkan keterampilan, memperbaiki perilaku, sikap, dan mengokohkan kepribadian. Dalam dunia pendidikan, Sudjana (2014:28) mengartikan belajar sebagai proses aktif interaksi antara guru dan siswa serta interaksi siswa terhadap semua situasi sekitarnya melalui melihat, mengamati, dan memahami sesuatu. Dapat disimpulkan secara ringkas bahwa belajar adalah suatu aktivitas sadar individu untuk memperoleh pengetahuan melalui interaksi dengan sekitar.

Pembelajaran adalah istilah yang saat ini digunakan untuk menggambarkan proses belajar dan mengajar. Istilah yang dulu digunakan adalah pengajaran. Seperti yang dikatakan Suyono (2014:17) bahwa pengajaran dewasa ini diidentikkan dengan pembelajaran dimana siswa yang aktif. Anurrahman (2014:34) memandang pembelajaran sebagai berikut:

Instruction atau pembelajaran sebagai suatu sistem yang bertujuan untuk membentuk proses belajar siswa, yang berisi serangkaian peristiwa yang dirancang, disusun sedemikian rupa untuk mendukung dan mempengaruhi terjadinya proses belajar siswa yang bersifat internal.

Sedangkan, Trianto (2015:19) secara kompleks mendefinisikan pembelajaran sebagai usaha sadar seorang guru untuk membelajarkan siswanya (mengarahkan interaksi siswa dengan sumber belajar) untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Berdasarkan pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran adalah usaha atau proses yang terencana dilakukan untuk mendukung dan membantu siswa belajar untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Berdasarkan lampiran Permen nomor 59 tahun 2014, fisika adalah bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang merupakan usaha sistematis dalam rangka membangun dan mengorganisasikan pengetahuan dalam bentuk penjelasan-penjelasan yang dapat diuji dan mampu memprediksi gejala alam. Fisika sebagai suatu produk, sikap, dan proses (Santoso, 2014). Fisika sebagai produk yaitu fisika sebagai suatu hasil dari pengetahuan dan pengalaman empiris yang disusun sistematis berupa fakta, konsep, hukum, dan teori. Fisika sebagai sikap yaitu suatu gambaran sikap ilmiah dalam melakukan penelitian dan menemukan suatu pengetahuan atau konsep. Fisika sebagai proses menunjukkan bagaimana pengetahuan atau konsep diperoleh melalui observasi, penelitian, menganalisis, berpikir dan lain-lain.

Pembelajaran fisika merupakan suatu proses interaksi pebelajar (siswa) dengan sekitar (lingkungan, guru, buku, dan sebagainya) dalam memperoleh pengetahuan, konsep, dan fakta mengenai benda-benda dan alam sekitar secara logis. Pembelajaran fisika yang baik tak hanya diperoleh dengan membaca atau mendengarkan pernyataan dan menerimanya. Namun, pengetahuan yang diperoleh baiknya diproses secara logis ilmiah.

2.2 Bahan Ajar Interaktif

Bahan ajar merupakan sebuah susunan atas bahan-bahan yang berhasil dikumpulkan dari berbagai sumber belajar yang dibuat secara sistematis (Prastowo, 2015:28). Sumber belajar yang dimaksud dapat berupa seperti buku pelajaran, majalah, jurnal, koran, internet, media audiovisual, dan sebagainya. Depdiknas (2008:7) mendefinisikan bahan ajar sebagai seperangkat materi yang disusun secara

sistematis sehingga tercipta lingkungan/suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar. Soegiranto (dalam Arlitasari, 2013) juga mendefinisikan bahan ajar sebagai bahan atau materi yang disusun oleh guru secara sistematis yang digunakan peserta didik (siswa). Bahan ajar juga sering disebut dengan materi pembelajaran atau *instructional materials* seperti yang dituliskan Depdiknas (2006:4). Materi pembelajaran tersebut terdiri atas pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dipelajari siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan (Depdiknas, 2006:4).

Prastowo (2015:25) menyebutkan beberapa fungsi pembuatan bahan ajar bagi peserta didik, diantaranya:

- a. Peserta didik dapat belajar tanpa harus ada pendidik atau teman peserta didik lain;
- b. Peserta didik dapat belajar kapan saja dan di mana saja;
- c. Peserta didik dapat belajar sesuai kecepatannya masing-masing;
- d. Peserta didik dapat belajar menurut urutan yang dipilihnya sendiri;
- e. Membantu peserta didik untuk menjadi pelajar/mahasiswa yang mandiri; dan
- f. Sebagai pedoman bagi peserta didik yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran dan merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dipelajari atau dikuasainya.

Fungsi pembuatan di atas lebih mengarahkan siswa untuk mampu belajar mandiri sesuai kemampuannya dalam belajar. Bahan ajar juga bermanfaat dalam menghemat waktu dalam pembelajaran di kelas.

Terdapat berbagai jenis bentuk bahan ajar. Berdasarkan bentuknya, Belawati (dalam Prastowo, 2015:40) mengelompokkan bahan ajar dalam 4 bentuk, diantaranya:

- a. Bahan cetak (*printed*), contohnya handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, wallchart, foto atau gambar, atau maket.
- b. Bahan ajar dengar (*audio*), contohnya kaset, radio, piringan hitam, dan CD *audio*.
- c. Bahan ajar pandang (audiovisual), contohnya video CD dan film.
- d. Bahan ajar interaktif (*interactive teaching materials*), contohnya CD interaktif.

2.2.1 Definisi Bahan Ajar Interaktif

Bahan ajar interaktif adalah bahan ajar yang mengombinasikan beberapa media pembelajaran (audio, video, teks, atau grafik) yang bersifat interaktif (Prastowo, 2015:330). Hamalik (1994:186) memiliki definisi yang identik dengan multimedia pendidikan sebagai berikut:

“Pada dasarnya multimedia pendidikan merupakan suatu kombinasi dari beberapa media pendidikan dan didayagunakan secara berencana dan sistematis dalam proses instruksional atau proses belajar mengajar untuk mencapai tujuan instruksional tertentu”.

Berdasarkan dua definisi di atas, bahan ajar interaktif dan multimedia pendidikan memiliki kesamaan yaitu disusun atas beberapa media secara sistematis. Perbedaannya hanya pada kata “interaktif”. Menurut KBBI interaktif berarti bersifat saling melakukan aksi; antar-hubungan; saling aktif. Hal ini serupa dengan yang disampaikan oleh Deliyannis (2012:5) bahwa multimedia interaktif (*Interactive Multimedia*) menyatakan penggunaan banyak media digunakan untuk pernyataan atau komunikasi dan adanya pengguna yang dinamis.

Hal yang perlu diperhatikan adalah perbedaan antara media dan bahan ajar dalam kemiripan bahan ajar interaktif dan multimedia interaktif. Media lebih mengarah pada seluruh benda, alat dan lain-lain sedangkan bahan ajar interaktif sudah termasuk penggunaan media dan juga materi yang telah disusun sistematis. Berdasarkan pernyataan di atas, dapat disimpulkan bahan ajar interaktif adalah bahan ajar atau materi yang mengombinasikan beberapa media dan terdapat timbal balik antara pengguna dan bahan ajar tersebut.

2.2.2 Unsur-unsur Penyusun Bahan Ajar Interaktif

Unsur penyusun bahan ajar interaktif menurut Prastowo (2015:333) terdiri atas enam komponen, sebagai berikut:

- a. Judul;
- b. Petunjuk belajar;
- c. Kompetensi dasar atau materi pokok;
- d. Informasi pendukung;

- e. Latihan; dan
- f. Penilaian.

2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Bahan Ajar Interaktif

Berdasarkan hasil penelitian bahan ajar interaktif telah teruji efektif dan berhasil meningkatkan kemampuan siswa (hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa) seperti yang tercantum dalam penelitian Prihantana (2014), Nugraha (2013), dan Ampa (2015). Penggunaan berbagai media sangat baik dan mendukung proses pembelajaran. Penggunaan gambar, grafik, audio, video bahkan simulasi akan sangat membantu mempermudah siswa untuk mendapat pengalaman belajar. Seperti yang tergambar dalam kerucut pengalaman Edgar Dale (dalam Hamalik: 1994:40) berikut



Gambar 2.1 Kerucut pengalaman Edgar Dale

Namun, di sisi lain bahan ajar interaktif juga memiliki beberapa kelemahan seperti dituntutnya kemampuan guru dalam pembuatan bahan ajar dan penguasaan beberapa media. Penggunaan beberapa media menuntut guru untuk menguasai dengan baik teknologi khususnya komputer. Bahan ajar interaktif juga tak dapat digunakan tanpa daya listrik. Terkait dengan hal tersebut, Prastowo (2015:332)

merinci kelebihan dan kekurangan bahan ajar berbasis komputer dalam tabel berikut:

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan bahan ajar berbasis komputer

| Kelebihan | Kekurangan |
|---|--|
| dapat menayangkan informasi dalam bentuk teks dan grafik | memerlukan komputer dan pengetahuan program |
| interaktif dengan peserta didik | membutuhkan <i>hardware</i> khusus untuk proses pengembangan dan penggunaannya |
| dapat mengelola laporan atau respons peserta didik | resolusi untuk <i>image</i> grafik sangat terbatas pada sistem <i>microprocessor</i> |
| dapat diadaptasi sesuai kebutuhan peserta didik | hanya efektif jika digunakan untuk penggunaan seseorang atau beberapa orang dalam kurun waktu tertentu |
| dapat mengontrol hardware media lain | tidak kompatibel antarjenis yang ada |
| dapat dihubungkan dengan video untuk mengawasi kegiatan belajar peserta didik | |

Sumber: Prastowo (2015:332)

2.2.4 Langkah-langkah Penyusunan dan Pengembangan Bahan Ajar Interaktif

Terdapat banyak cara dan jalan untuk menyusun bahan ajar interaktif. Dalam hal ini hanya akan dibahas langkah-langkah pembuatan bahan ajar interaktif yang bentuk akhirnya adalah program dalam CD interaktif. Berikut alur proses pengembangan bahan ajar interaktif oleh Sujarwo (tanpa tahun).



Gambar 2.2 Alur proses pengembangan bahan ajar interaktif

Sedangkan, tahap penyusunan atau pendesainan bahan ajar interaktif berdasar pada Malalina (2013) terdiri atas dua tahap, yaitu:

- a. Desain *Paper Based*: Peneliti mengumpulkan bahan-bahan yang diperlukan dalam penyusunan storyboard.
- b. Desain *Computer Based*: Pada tahap ini desain produk yang telah dibuat dalam storyboard dituangkan dalam bentuk *computer based*.

Dibutuhkan beberapa aplikasi komputer untuk menyusun dan mengembangkan bahan ajar interaktif dalam penelitian ini, diantaranya:

- a. Microsoft Word: aplikasi yang digunakan untuk menyusun materi dan membuat materi dan buku dalam format PDF.
- b. Corel Draw dan Adobe Photoshop: aplikasi yang digunakan untuk membuat dan mengedit gambar atau grafik
- c. Adobe Flash CS3: aplikasi yang digunakan untuk membuat animasi dan file dalam bentuk SWF.
- d. Kvisoft Flipbook Maker: aplikasi yang digunakan untuk menggabungkan dan menyusun beberapa media (teks, gambar, video, simulasi, dll.) ke dalam satu media berbentuk buku digital dalam format HTML, SWF, atau EXE.

2.3 Pendekatan SETS (*Science Environment Technology Society*)

Sains tak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Sains telah ada sejak dahulu dan terintegrasi dengan beberapa bidang kehidupan. Misalnya, satelit sebagai produk dari perkembangan ilmu fisika dan astronomi telah banyak mendukung perkembangan dan kemajuan peradaban manusia dalam berbagai bidang. Dalam bidang lingkungan satelit digunakan untuk prakiraan cuaca dan pencegahan bencana alam. Dalam bidang teknologi satelit digunakan sebagai penguat dan penyampai sinyal elektromagnetik alat komunikasi dan pengendali jarak jauh. Sistem yang paling terkenal saat ini adalah GPS. Bagi masyarakat satelit sangat berguna bagi penyebaran informasi dan kemudahan dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Selain itu, ilmu fisika secara sadar atau tidak telah banyak digunakan dalam berbagai bidang. Misalnya, dalam pertanian, kesehatan, teknik bangunan, kelautan, dan lain-lain.

Pendidikan sains sangat diperlukan dalam kehidupan seperti yang diungkapkan Solomon (1993:16) “*All people need some science education so that*

they can think, speak and act on those matters, related to science, which may affect their quality of living". Solomon (1993:17) juga mengatakan "*Science education should address global problems, including those in the developing world*". Terkait mengenai perkembangan dunia maka pembelajaran sains tak hanya membahas tentang teori dan konsep tetapi juga tentang implikasinya dalam kehidupan (teknologi, lingkungan, dan masyarakat). Hal tersebut dipenuhi dengan pendekatan SETS (*Science Environment Technology Society*).

"Penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari dapat disampaikan melalui pendekatan SETS. Pendekatan SETS merupakan pembelajaran terpadu yang diharapkan mampu membelajarkan peserta didik untuk memiliki kemampuan memandang sesuatu secara terintegrasi dengan memperhatikan empat unsur yaitu sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat." (Binadja dalam Minarti 2012)

Binadja (dalam Fitriani 2012) mengungkapkan bahwa dalam pembelajaran berpendekatan SETS siswa diminta menghubungkan antara konsep sains yang dipelajari dan benda-benda yang berkenaan dengan konsep tersebut pada unsur lain dalam SETS sehingga memungkinkan siswa memperoleh gambaran lebih jelas tentang keterkaitan konsep tersebut dengan unsur lain dalam SETS baik dalam kelebihan maupun kekurangannya.

Sebelum SETS telah ada bahasan yang serupa yaitu STS (*Science Technology Society*) sejak abad ke-19. Keduanya adalah hal yang sangat mirip. Solomon (1993:19) menulis beberapa hal yang ditonjolkan dalam pendidikan sains STS, yaitu:

- a. *An understanding of the environmental threats, including global ones, to the quality of life.*
- b. *The economic and industrial aspects of technology.*
- c. *Some understanding of the fallible nature of science.*
- d. *Discussion of personal opinion and values, as well as democratic action.*
- e. *A multi-cultural dimension.*

Sejumlah ciri atau karakteristik pada pembelajaran yang bervisi SETS menurut Binadja (dalam Nugraha 2013) antara lain:

- a. Tetap memberi penekanan pada sains sebagai subjek pembelajarannya

- b. Siswa dibawa ke situasi untuk memanfaatkan konsep sains ke bentuk teknologi untuk kepentingan masyarakat.
- c. Siswa diminta untuk berpikir berbagai kemungkinan akibat yang terjadi dalam proses pentransferan sains tersebut ke dalam bentuk teknologi.
- d. Siswa diminta untuk menjelaskan keterhubungkaitan antara unsur-unsur sains yang sedang dibahas dan unsur-unsur lain dalam SETS yang mempengaruhi berbagai keterkaitan antara unsur-unsur tersebut.
- e. Siswa dibawa untuk mempertimbangkan manfaat dan kerugian dari penggunaan konsep sains tersebut bila diubah dalam bentuk teknologi yang berkaitan.
- f. Dalam konteks konstruktivisme, siswa dapat diajak berbincang tentang SETS dari berbagai macam arah dan dari berbagai macam titik awal bergantung pada pengetahuan dasar yang dimiliki oleh siswa yang bersangkutan.

Pembelajaran SETS telah terbukti dapat meningkatkan hasil belajar dan respons siswa (Ardiansyah, 2015). Selain itu, Pembelajaran SETS juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis (Nugraha, 2013) dan literasi sains siswa (Praja, 2015).

2.4 Bahan Ajar Interaktif Fisika Berwawasan SETS

Wawasan menurut KBBI diartikan sebagai hasil mewawas, tinjauan, atau pandangan. Sedangkan visi diartikan sebagai kemampuan untuk melihat pd inti persoalan; pandangan atau wawasan ke depan; dan penglihatan atau pengamatan. Visi dan wawasan memiliki makna yang identik yaitu mengenai pandangan. Pada tinjauan pustaka sebelumnya menggunakan kata bervisi daripada berwawasan. Visi lebih mengarah pada pandangan ke depan atau masa depan. Sedangkan wawasan lebih berarti umum. Visi juga terkadang disalahartikan menjadi tujuan. Padahal berbeda. Pandangan dan tinjauan SETS yang dikembangkan pada bahan ajar interaktif fisika ini tidak hanya memandangi masa mendatang tapi juga menjauhi masa lalu dan masa sekarang. Oleh karena itu kata “berwawasan” lebih dipilih dibanding kata “bervisi”.

Bahan Ajar Interaktif fisika berwawasan SETS merupakan bahan ajar fisika yang disusun dan dikembangkan dalam bentuk buku digital yang interaktif dengan wawasan SETS (*Science Environment Technology Society*). Bahan ajar interaktif fisika ini tidak hanya berisi materi pelajaran fisika tetapi juga terdapat beberapa bahasan kontekstual mengenai keterhubungkaitan antara sains dengan lingkungan, teknologi, dan dampaknya bagi masyarakat. Bahan ajar interaktif ini megulas pandangan sains terhadap aspek atau bidang lain mengenai manfaat, kerugian, dan dampak yang ditimbulkan. Serta, bahan ajar interaktif ini mengajak penggunanya untuk mencari solusi dari permasalahan yang ditimbulkan dari perkembangan SETS tersebut.

2.5 Model Pengembangan 4-D

Penelitian ilmiah adalah suatu usaha penyelidikan sistematis dan cermat tentang suatu pokok permasalahan atau subjek tertentu untuk menemukan atau memperbaiki fakta, teori, atau aplikasi (Setyosari, 2013:32). Jenis penelitian yang dilakukan peneliti saat ini bertujuan untuk menemukan atau menciptakan suatu produk pengembangan. Pengembangan menurut KBBI dapat berarti proses; cara; atau perbuatan mengembangkan. Penelitian pengembangan dalam dunia pendidikan menurut Borg dan Gall (dalam Setyosari, 2013:222) adalah suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan.

Model pengembangan adalah suatu kerangka dan langkah sistematis yang dilakukan dalam mengembangkan suatu produk instruksional. Model pengembangan perangkat pembelajaran beraneka macam. Salah satunya adalah model pengembangan perangkat pembelajaran 4-D. Model pengembangan perangkat pembelajaran 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (dalam Hobri, 2010:12) terdiri atas 4 tahap yaitu: pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Berikut rincian keempat tahapan tersebut.

2.4.1 Pendefinisian (*Define*)

Tujuan tahap ini adalah untuk menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan pembelajaran dengan menganalisis tujuan dan batasan materi. Tahap pendefinisian terdiri atas lima langkah pokok yaitu analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran.

2.4.2 Perancangan (*Design*)

Tahap ini bertujuan merancang perangkat pembelajaran sehingga diperoleh prototype (contoh perangkat pembelajaran). Tahap perancangan terdiri atas empat langkah pokok yaitu penyusunan tes, pemilihan media, pemilihan format dan perancangan awal (desain awal).

2.4.3 Pengembangan (*Develop*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghasilkan draf perangkat pembelajaran yang telah direvisi berdasarkan masukan para ahli dan data yang diperoleh dari uji coba. Kegiatan pada tahapan ini adalah penilaian para ahli dan uji coba lapangan.

2.4.4 Penyebaran (*Dissaminate*)

Tahap ini merupakan tahap penggunaan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan pada skala yang lebih luas. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menguji efektivitas penggunaan perangkat pembelajaran (bahan ajar interaktif). Kegiatan dari tahap penyebaran ini adalah uji validasi, pengemasan, difusi dan adopsi. Setelah produk pengembangan direvisi pada tahap pengembangan, produk diuji validasi pada pengguna yang lebih luas. Setelah melakukan perbaikan, produk dikemas sedemikian rupa untuk didifusi (diserap) dan diadopsi (digunakan) oleh umum.

2.6 Validitas

Menurut Widodo dan Jasmadi (2008:48) validasi merupakan proses permintaan pengakuan atau persetujuan terhadap kesesuaian suatu bahan ajar dengan kebutuhan di masyarakat. Validitas menunjukkan seberapa sah atau valid

suatu produk (bahan ajar) berdasarkan penilaian oleh para ahli dan penilaian uji lapangan. Berbeda dengan validitas suatu instrumen yang lebih mengarah pada ketepatan suatu alat ukur dalam mengukur sesuatu misal validitas suatu instrumen tes. Validitas tes menyangkut pentingnya hubungan antara indikator dan konsep (Carmines dan Zeller, 1987:12). Pada intinya validitas menunjukkan seberapa tepat atau sesuai suatu produk atau tes dengan fungsi dan kebutuhannya. Terdapat dua jenis validitas menurut Sahayu (2013), yaitu:

2.5.1 Validitas Logis

Validitas logis (ahli) menggunakan instrumen yang dinyatakan valid berdasarkan penalaran. Hal ini dikarenakan instrumen tersebut dirancang baik sesuai dengan teori dan ketentuan yang ada. Maka dari itu, instrumen tersebut tidak perlu diuji karena sudah sesuai dengan teori yang ada. Validitas logis mencakup valid isi dan valid konstruk. Valid isi, yaitu valid berdasarkan unsur kebutuhan dan kebaruan produk tersebut. Valid konstruk (bahan ajar), yaitu valid berdasarkan pada konsistensi penggunaan bahasa, kesesuaian antar bagian, serta kesesuaian format dan bahasa yang digunakan berdasarkan kebutuhan pengguna produk.

2.5.2 Validitas Empiris

Validitas empiris menggunakan instrumen yang dinyatakan valid berdasarkan pengalaman. Maka dari itu, produk tersebut harus diuji.

2.7 Berpikir Kritis

“Berpikir kritis adalah penentuan secara hati-hati dan sengaja apakah menerima, menolak atau menunda keputusan tentang suatu klaim/pernyataan” (Moore dan Parker dalam Haryani, 2012). Definisi yang banyak digunakan adalah definisi dari Ennis (dalam Fisher, 2009:4) yaitu “Berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal yang berfokus untuk memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan”. Inti dari pernyataan di atas adalah tentang berpikir dengan teliti dan keputusan tentang suatu hal. Namun, definisi yang sedikit mirip dan sesuai dengan

pendidikan sains adalah definisi dari Richard W. Paul (dalam Sihotang *et al.* 2012:5) yaitu:

“...berpikir kritis adalah proses disiplin secara intelektual di mana seseorang secara aktif dan terampil memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mensintesis, dan/atau mengevaluasi berbagai informasi yang dia kumpulkan atau yang dia ambil dari pengalaman, dari pengamatan (observasi), dari refleksi yang dilakukannya, dari penalaran, atau dari komunikasi yang dilakukan.”

Berdasarkan uraian sebelumnya, kemampuan berpikir kritis dapat didefinisikan sebagai kemampuan seseorang untuk berpikir realistis dan sengaja memahami, menganalisis, menyimpulkan, dan memberikan solusi atau argumen mengenai suatu permasalahan atau isu. Berpikir kritis termasuk di dalamnya keterampilan untuk menganalisis argumen, membuat kesimpulan menggunakan alasan induktif atau deduktif, menilai atau mengevaluasi, dan membuat keputusan atau solusi suatu permasalahan (Lai, 2011). Terkadang kita dibingungkan oleh berpikir kritis adalah sebuah keterampilan atau kemampuan dalam menyebutkannya. Menurut Alfonso (2015) “*Critical thinking skills are thinking abilities*”. Keduanya antara keterampilan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kritis tak dapat dibedakan. Berikut beberapa aspek, komponen, atau indikator dalam berpikir kritis menurut beberapa literatur.

- a. *Interpretation, analysis, evaluation, inference, explanation, dan self-regulation* (Facione, 2015)
- b. *Argumentation, analysis, dan motivation* (Alfonso, 2015)
- c. Memberikan penjelasan sederhana, kesimpulan sementara (inferensi), dan membangun keterampilan dasar (Triwiyono, 2011)
- d. Menganalisis, fokus, mengamati, menghipotesis, mengasumsi, mereview, kesimpulan, dan merefleksikan (Setyorini *et al.*, 2011)
- e. *Interpret, analyze, evaluate, dan inference* (Wahyuni, 2015)
- f. Merumuskan masalah, menganalisis argument, membuat induksi, membuat deduksi, mengevaluasi, dan memutuskan tindakan (Kurniawati *et al.*, 2014)

Berikut pengertian beberapa indikator berpikir kritis yang disampaikan oleh Facione (2015):

- a. *Interpretation* (penafsiran) adalah memahami dan mengekspresikan arti atau makna dari berbagai pengalaman, situasi, data, peristiwa, konvensi, keyakinan, aturan prosedur, atau kriteria. Sub keterampilan aspek *interpretation* ini adalah kategorisasi, pemecahan kode signifikansi, dan penjelasan makna.
- b. *Analysis* (analisis) adalah mengidentifikasi hubungan antara pernyataan, konsep, deskripsi, atau bentuk-bentuk interpretasi yang dimaksudkan untuk mengungkapkan keyakinan, penilaian, pengalaman, alasan informasi, atau pendapat. Sub keterampilan aspek analisis ini adalah pengujian ide-ide, kategorisasi argument, dan kategorisasi alasan suatu pertanyaan.
- c. *Inference* (kesimpulan) adalah mengidentifikasi dan mengamankan elemen-elemen yang diperlukan untuk menarik kesimpulan yang masuk akal, untuk membentuk dugaan dan hipotesis, mempertimbangkan informasi yang relevan dari data, laporan, prinsip, bukti penilaian, keyakinan, pendapat, konsep, deskripsi, pertanyaan atau bentuk-bentuk representasi. Sub keterampilan aspek *inference* adalah pertanyaan tentang bukti, pemberian dugaan alternative, dan pembuatan kesimpulan.
- d. *Evaluation* (evaluasi) adalah menilai kredibilitas atau representasi lain mengenai persepsi seseorang, pengalaman, situasi, penilaian, keyakinan, atau pendapat, dan memiliki kekuatan logis, dari hubungan, antara pernyataan, deskripsi, pertanyaan atau bentuk-bentuk representasi. Sub keterampilan dari evaluasi adalah akses kredibilitas suatu pertanyaan dan kualitas suatu argument pribadi.
- e. *Explanation* (penjelasan) adalah penalaran dalam hal bukti, konseptual, metodologi, kriteria logika, dan pertimbangan kontekstual pada saat yang didasarkan pada hasil seseorang, dan untuk menyajikan penalaran seseorang dalam bentuk argument yang meyakinkan. Sub keterampilan aspek *explanation* ini adalah penjelasan hasil yang tetap, prosedur yang benar, dan pemberian argument.
- f. *Self-regulation* (pengaturan diri) adalah kesadaran diri untuk memantau kegiatan, kognitif seseorang, unsur-unsur yang digunakandalam kegiatan

tersebut, dan hasil setelah kegiatan, terutama dengan menerapkan keterampilan dalam analisis dan evaluasi untuk menilai sendiri dengan maksud untuk mempertanyakan, mengkonfirmasi, memvalidasi, atau mengoreksi salah satu alasan hasil seseorang. Sub keterampilan aspek pengaturan diri adalah pemeriksaan dan koreksi diri.

Kemampuan berpikir kritis siswa diukur atau diketahui dengan menggunakan instrumen tertentu. Peneliti sebelumnya menggunakan tes (Facione 2011, Alfonso 2015, Hove 2011, Triwiyono 2011, Kurniawati *et al* 2014, Pratiwi dan Muslim 2016), observasi, serta kombinasi antara tes dan observasi (Wahyuni 2015, Masfiah *et al* 2011, Yuliati *et al* 2011). Indikator berpikir kritis yang diukur pada penelitian ini mengacu pada Facione (2015) dengan hanya terbatas pada empat indikator yaitu: *Interpretation, Analysis, Inference, dan Evaluation*.

2.8 Respons Siswa

Menurut Hobri (2010:45) respons siswa digunakan untuk memperoleh data tentang pendapat atau komentar siswa terkait dengan produk pengembangan. Respons siswa dapat diukur menggunakan kuisioner angket respons siswa. Menurut Trianto (2010:242), angket respons siswa digunakan untuk mengukur pendapat siswa terhadap ketertarikan, perasaan senang, dan keterkinian, serta kemudahan memahami komponen-komponen: materi/isi pelajaran, format materi pelajaran, gambar-gambar, dan lain-lain.

2.9 Hukum Newton tentang Gravitasi

Berikut akan dipaparkan ringkasan materi mengenai gravitasi yang menjadi pokok bahasan dalam penelitian ini. Materi tersebut terdiri atas: 1) hukum gravitasi Newton; 2) tetapan gravitasi universal; 3) medan gravitasi; 4) medan gravitasi; 5) percepatan gravitasi; 6) potensial gravitasi; 7) hukum Kepler; 8) satelit yang mengorbit Bumi. Berikut rinciannya.

a. Hukum Gravitasi Newton

Newton mengemukakan bahwa yang mempertahankan Bulan untuk tetap mengelilingi Bumi adalah gaya gravitasi. Kemudian, Newton mengemukakan hukum tentang gravitasi yang berbunyi:

“Semua partikel di dunia ini saling tarik menarik yang besarnya berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.”

Secara matematis dapat dilambangkan

$$F \propto \frac{Mm}{r^2} \quad (2.1)$$

Saat terdapat partikel bermassa masing-masing 1 kg dan berjarak 1 m ternyata hasil yang didapat bukanlah gaya sebesar 1 Newton. Oleh karena itu, dilakukan eksperimen untuk menentukan nilai konstanta umum agar perhitungan dan realita mendekati nilai yang sama. Konstanta tersebut selanjutnya disebut sebagai konstanta gravitasi universal G .

Besar gaya gravitasi yang dikenal saat ini tertulis sebagai berikut:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (2.2)$$

dengan:

G : tetapan gravitasi universal ($\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$);

m_1 : massa benda 1 (kg);

m_2 : massa benda 2 atau massa uji (kg);

r : jarak antara titik pusat kedua benda (m).

Gaya gravitasi termasuk besaran vektor yaitu memiliki besar dan arah. Vektor pada persamaan (2.2) dilambangkan dengan cetak tebal.

b. Tetapan Gravitasi Universal

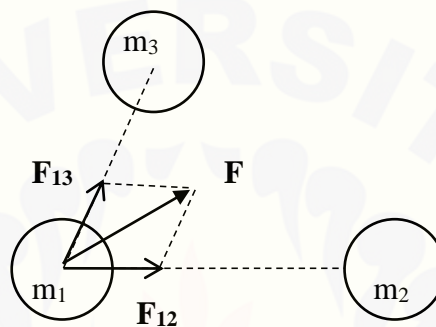
Sekitar seabad kemudian Cavendish mengemukakan nilai konstanta gravitasi universal melalui sebuah eksperimen. Hasil eksperimen tersebut sangat mendekati tetapan gravitasi yang digunakan saat ini. Tetapan gravitasi universal yang umum digunakan saat ini yaitu:

$$G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$$

Tetapan gravitasi G berguna untuk melengkapi agar perhitungan benar.

c. Resultan Gaya Gravitasi

Pada suatu partikel atau planet di antara dua partikel atau planet untuk mencari gaya gravitasi yang berlaku pada partikel atau planet tersebut maka dijumlahkan secara vektor. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 2.3 Gaya gravitasi pada tiga planet

Gaya gravitasi yang bekerja pada planet 1 adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{21}$$

Untuk mencari besar resultan kedua vektor gaya tersebut, kita dapat menggunakan:

$$F = \sqrt{F_{12}^2 + F_{21}^2 + 2F_{12}F_{21} \cos \theta} \quad (2.3)$$

dengan θ adalah besar sudut yang dibentuk kedua vektor.

d. Medan Gravitasi

Medan gravitasi merupakan daerah dimana bila suatu benda uji diletakan di sekitar benda bermassa akan timbul gaya gravitasi. Medan gravitasi merupakan satuan vektor dengan lambang \mathbf{g} . Medan gravitasi menunjukkan suatu luasan atau daerah yang nilainya bervariasi di tiap titik sekitar partikel atau benda. Medan gravitasi \mathbf{g} biasanya dinyatakan dalam koordinat bola. Oleh karena itu, pada jenjang SMA vektor arah medan gravitasi tak pernah dipelajari. Biasanya pada jenjang

SMA hanya dibahas besarnya kuat medan gravitasi pada titik tertentu atau pada objek tertentu yang disebabkan oleh sebuah planet atau benda.

Kuat medan gravitasi dinyatakan sebagai “gaya yang dihasilkan oleh partikel atau benda per satuan massa untuk menarik atau memindahkan suatu massa uji, m ”. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

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

$$g = G \frac{M}{r^2} \quad (2.4)$$

g dalam satuan N/m. Jika kita uraikan satuan Newton dalam $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ maka N/m memiliki dimensi yang sama dengan m/s^2 yaitu $\text{M}\cdot\text{T}^{-2}$

Satuan m/s^2 adalah satuan yang menyatakan besaran *percepatan* suatu benda yang dijatuhkan di permukaan Bumi. *Nilai kuat medan gravitasi akan memiliki nilai dan arah yang sama dengan percepatan suatu benda.* Namun, keduanya memiliki makna fisis yang berbeda.

Tabel 2.2 Perbedaan penggunaan kuat medan gravitasi dan percepatan gravitasi

| Kuat Medan Gravitasi (digunakan) | Percepatan Gravitasi (digunakan) |
|--|--|
| untuk benda diam atau tak dipercepat | untuk benda jatuh bebas atau dipercepat |
| untuk mengetahui gaya gravitasi per satuan massa yang bekerja pada suatu massa uji m . (F/m) | untuk mengetahui percepatan suatu massa uji atau benda yang tertarik gaya gravitasi. (m/s^2) |

Sumber: Diadaptasi dari Kanginan (2014:81)

Selanjutnya kuat medan gravitasi akan disebut sebagai percepatan gravitasi.

e. Percepatan Gravitasi

Percepatan gravitasi pada permukaan Bumi dengan jari-jari R

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

$$gR^2 = GM \quad (2.6)$$

Percepatan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan Bumi adalah

$$g' = G \frac{m_1}{(R + h)^2} \quad (2.7)$$

$$g'(R + h)^2 = GM \quad (2.8)$$

Nilai GM pada masing-masing posisi adalah sama. Maka, dapat kita substitusi persamaan (2.6) dan (2.8) menjadi

$$g'(R + h)^2 = gR^2 \quad (2.9)$$

$$\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{h + R}\right)^2 \quad (2.10)$$

$$g' = \left(\frac{R}{h + R}\right)^2 g \quad (2.11)$$

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

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

$$\frac{g_p}{g_b} = \left(\frac{m_p}{m_b}\right) \times \left(\frac{R_b}{R_p}\right)^2 \quad (2.13)$$

$$g_p = \left(\frac{m_p}{m_b}\right) \times \left(\frac{R_b}{R_p}\right)^2 \times g_b \quad (2.14)$$

f. Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi menyatakan besarnya energi atau usaha yang diperlukan oleh benda bermassa M (planet atau benda lain) untuk memindahkan suatu massa uji m dari ketinggian A ke ketinggian B. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$EP_{gravitasi} = -G \frac{Mm}{r} \quad (2.15)$$

dengan r adalah jarak antara kedua pusat massa, atau jika yang ditinjau benda di atas permukaan Bumi r adalah jarak pusat Bumi ke benda uji.

Potensial gravitasi menyatakan besarnya energi potensial gravitasi per satuan massa uji m .

$$V = \frac{EP_{gravitasi}}{m}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{-G \frac{Mm}{r}}{m} \\
 &= -G \frac{M}{r}
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

g. Hukum Kepler

Kepler mencetuskan beberapa hukumnya mengenai gerak planet-planet dalam tata surya berdasarkan data penelitian. Hukum Kepler I menyatakan “*Semua planet bergerak pada lintasan elips mengitari Matahari dengan Matahari berada di salah satu fokus elips.*”

Eksentrisitas adalah perbandingan antara jarak titik tengah ke fokus dan titik tengah ke planet.

$$e = \frac{\text{jarak pusat ke fokus}}{\text{sumbu semi mayor}} \tag{2.17}$$

Hukum Kepler II menyatakan “*Suatu garis khayal yang menghubungkan matahari dengan planet menyapu luas yang sama dalam selang waktu yang sama.*”

Hukum Kepler III menyatakan “*Perbandingan kuadrat periode terhadap pangkat tiga dari setengah sumbu panjang elips adalah sama untuk semua planet.*”

Jika kita menggunakan prinsip hukum Newton II dan gerak melingkar kita dapatkan:

$$\begin{aligned}
 F &= ma \\
 F_{\text{gravitasi}} &= m \cdot a_s && \Leftrightarrow \text{Percepatan sentripetal } (a_s) \text{ dapat kita} \\
 & && \text{tuliskan} \\
 G \frac{Mm}{r^2} &= m \cdot \omega^2 r && a_s = \omega^2 r \\
 G \frac{Mm}{r^2} &= m \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r && \text{atau} \\
 \frac{T^2}{r^3} &= \frac{4\pi^2}{GM} && a_s = \frac{v^2}{r}
 \end{aligned} \tag{2.18}$$

Sedangkan

$$\omega = 2\pi f \text{ atau } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

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

Jika M adalah massa Matahari maka nilai $\frac{4\pi^2}{GM}$ akan memiliki besar yang sama pada semua planet. Ini berarti perbandingan antara suatu planet dan planet lain di tata surya memiliki besar yang tetap.

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = k = \text{konstan} \quad (2.19)$$

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3} \quad (2.20)$$

h. Satelit yang Mengorbit Planet

Gerak satelit mengitari planet identik dengan gerak planet mengelilingi matahari. Pada satelit juga berlaku gaya gravitasi antar planet dan satelit. Orbit satelit juga oval tetapi sangat mendekati lingkaran. Satelit terbagi atas dua jenis berdasarkan cara terbentuknya. Pertama, satelit alami yang terbentuk secara alami (gejala alam) contohnya adalah Bulan, satelit Bumi. Kedua, satelit buatan yang dibuat oleh manusia yang diorbitkan mengelilingi planet untuk tujuan tertentu contohnya adalah satelit ISS, Palapa, Lapan A-2, dll.

Agar satelit dapat mengorbit pada ketinggian tertentu satelit harus memiliki kecepatan awal tertentu yang membuatnya bergerak melingkar pada orbit yang tetap. Jika satelit diam pasti akan jatuh ke permukaan Bumi.

Pada satelit bermassa m yang mengelilingi planet bermassa M dengan jarak antar pusat satelit dan planet adalah R serta percepatan umum gravitasi G berlaku:

$$\begin{aligned} F_{\text{sentripetal}} &= F_{\text{Gravitasi}} \\ \frac{mv^2}{r} &= \frac{GmM}{r^2} \\ v^2 &= \frac{GM}{r} \\ v &= \sqrt{\frac{GM}{r}} \end{aligned} \quad (2.21)$$

Semakin tinggi satelit semakin kecil kecepatan yang dibutuhkan untuk mempertahankan orbitnya.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini berjenis pengembangan (*development research*) yang berorientasi pada pengembangan atau menghasilkan produk tertentu, serta bertujuan untuk menguji keefektifan produk tersebut. Produk dalam penelitian ini adalah “bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (*Science Environment Technology Society*) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di MA”. Bahan ajar yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar pada pokok bahasan “hukum Newton tentang gravitasi”. Produk yang dihasilkan akan divalidasi oleh para ahli dan diujicoba pada siswa kelas XI. Waktu dan tempat uji pengembangan adalah semester gasal tahun akademik 2016/2017 di MAN Bondowoso.

3.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional dijelaskan untuk menghindari perbedaan persepsi atau pengertian yang meluas dalam penelitian ini. Berikut beberapa istilah yang perlu didefinisikan dalam penelitian ini.

3.2.1 Bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS merupakan bahan ajar mata pelajaran fisika yang interaktif serta membelajarkan siswa untuk memiliki kemampuan memandang sesuatu secara terintegrasi dengan memperhatikan empat unsur yaitu sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Bahan ajar interaktif fisika ini berbentuk program atau aplikasi komputer yang dapat dijalankan dengan komputer atau laptop (sistem operasi *Windows*). Bahan ajar ini bersifat interaktif, yaitu membutuhkan timbal balik dengan pengguna bahan ajar (siswa). Siswa dapat menggunakan bahan ajar seperti buku dan dapat memanfaatkan simulasi yang terdapat pada bahan ajar. Melalui bahan ajar berwawasan SETS yang didesain interaktif ini diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami materi dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam menghadapi permasalahan di sekitarnya.

3.2.2 Validitas merupakan acuan yang menyatakan kualitas suatu produk berdasarkan pada proses validasi oleh ahli dan validasi empiris (uji lapangan). Validitas bahan ajar interaktif berwawasan SETS adalah kebenaran bahan ajar baik dari segi susunan (format, ilustrasi, dan bahasa) maupun dari segi isi (memenuhi unsur kebaruan dan unsur kebutuhan).

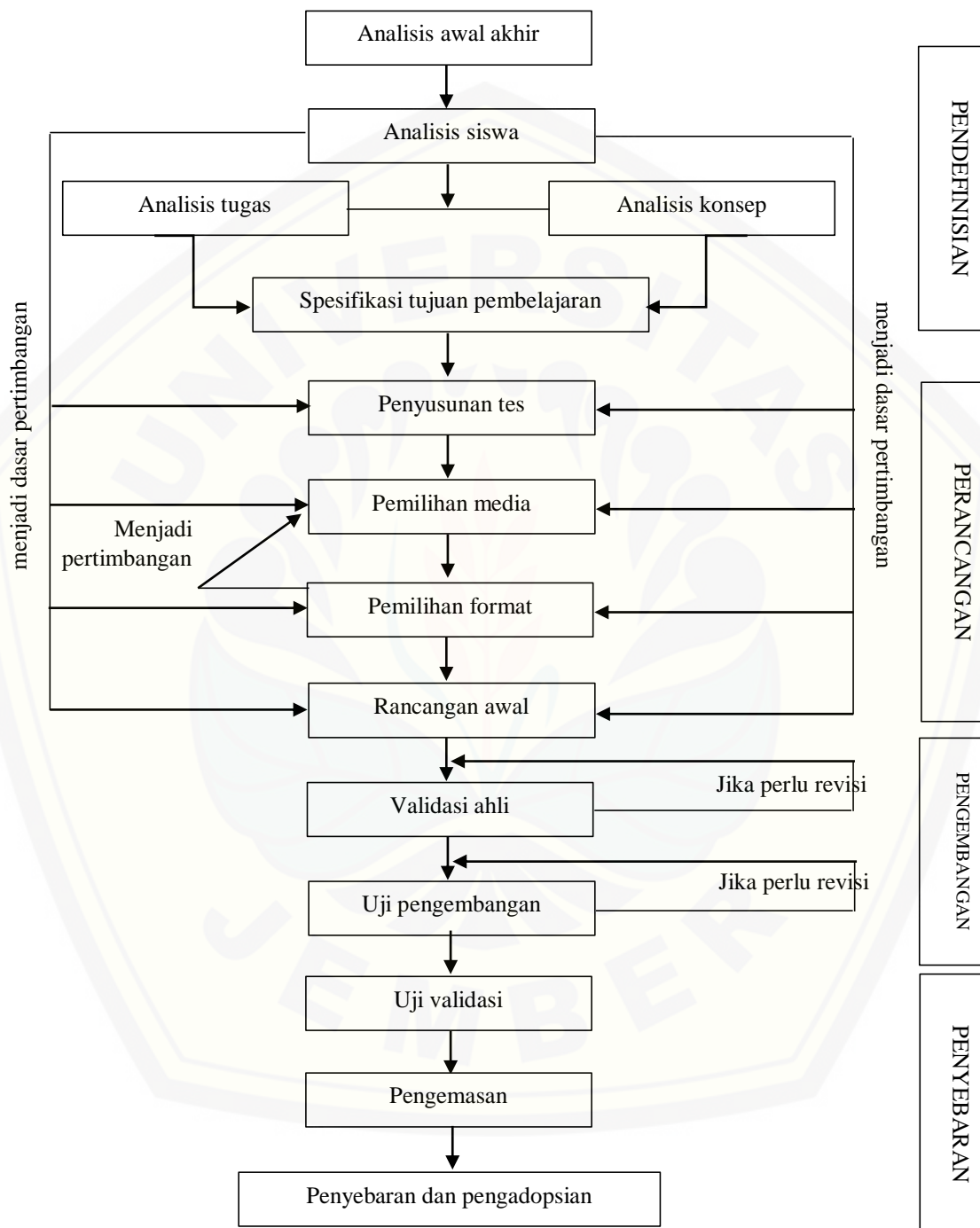
3.2.3 Kemampuan berpikir kritis siswa merupakan kemampuan siswa untuk berpikir realistis dan sengaja memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mensintesis, dan/atau mengevaluasi suatu hal atau informasi tertentu. Indikator kemampuan berpikir kritis yang diukur dalam penelitian ini adalah kemampuan *interpret* (mengartikan), *analyze* (menganalisa), *evaluate* (menilai), dan *inference* (menyimpulkan). Kemampuan berpikir kritis siswa diukur melalui soal pretest dan posttest.

3.2.4 Respons siswa adalah tanggapan siswa terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS setelah menerima dan menggunakan bahan ajar tersebut. Respons siswa diukur menggunakan angket respons siswa. Angket tersebut diisi siswa setelah siswa menggunakan keseluruhan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

3.3 Desain Penelitian Pengembangan

Peneliti memilih model pengembangan 4-D sebagai acuan untuk melakukan pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS. Model ini dipilih karena langkah dan proses didalamnya dijelaskan secara rinci serta sesuai dengan pengembangan perangkat pembelajaran. Model pengembangan ini terdiri atas 4 tahap pengembangan yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Pada penelitian ini peneliti melakukan pemangkasan dan modifikasi langkah dalam 4-D menjadi tiga tahap saja, yaitu *define*, *design*, dan *develop*. Pemangkasan dan pembatasan ini

disebabkan oleh keterbatasan waktu dalam penelitian. Bentuk alur tahap pengembang model 4-D yang telah dipangkas dapat dilihat pada bagan berikut.



Gambar 3. 1 Desain penelitian pengembangan 4D yang diadaptasi dari Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974: 5-9) dan Trianto (2015: 233)

3.3.1 Tahap Pendefinisian

a. Analisis Awal-akhir

Tahap analisis awal-akhir dilakukan untuk menetapkan masalah dasar yang diperlukan dalam pengembangan bahan pembelajaran. Berdasarkan hasil observasi penggunaan bahan ajar interaktif fisika masih sangat jarang bahkan hampir tidak pernah digunakan. Bahan ajar interaktif fisika yang ada (berupa simulasi virtual) biasanya hanya didemonstrasikan oleh guru di depan kelas. Penggunaan bahan ajar fisika di sekolah dominan pada buku paket dan LKS. Akibatnya daya serap dalam memahami materi rendah dan cenderung membosankan. Selain itu, siswa kurang memahami secara luas implikasi fisika yang mereka pelajari dengan kehidupan sekitar. Sebagian besar siswa masih bingung apa manfaat mereka mempelajari materi fisika tertentu dalam kehidupan khususnya sains bagi lingkungan, teknologi, dan masyarakat.

Kemandirian siswa dalam belajar masih sangat rendah. Siswa lebih menyukai kumpulan rumus-rumus dan contoh soal. Belajar dengan menghafal rumus dan contoh soal hanya kemampuan mengingat dan mengaplikasikan. Padahal kemampuan yang diharapkan kurikulum pendidikan terbaru adalah kemampuan menganalisis dan mengevaluasi suatu persoalan. Hal inilah yang mengakibatkan siswa malas untuk mempelajari konsep dasar dan malas untuk belajar mandiri di rumah. Kemampuan siswa dalam menyerap dan memahami materi berbeda-beda. Perlu bahan ajar yang memberikan kebebasan kepada siswa dalam kecepatan belajar. Oleh karena itu, perlu disusun bahan ajar interaktif fisika yang mengenalkan siswa tentang sains dan kaitannya dengan lingkungan, teknologi, masyarakat. Serta, bahan ajar interaktif fisika yang mampu meningkatkan minat belajar mandiri dan kemampuan berpikir kritis siswa.

b. Analisis Siswa

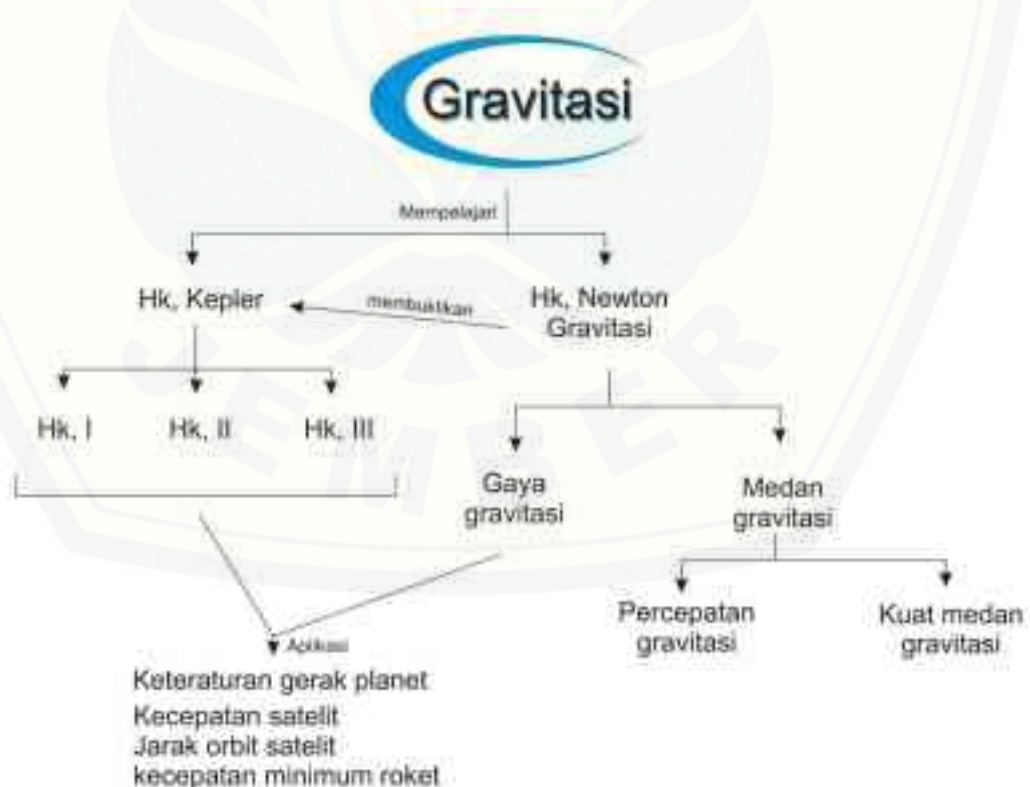
Tahap analisis siswa merupakan telaah tentang karakteristik siswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan bahan ajar. Berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget (dalam Trianto, 2015: 31), siswa SMA (11 tahun lebih) telah memasuki tahap operasi formal. Pada tahap operasi formal siswa

normalnya telah mampu berpikir abstrak dan mampu menyelesaikan masalah dengan pemikiran yang lebih kompleks daripada tingkat SMP.

Siswa saat ini sudah cukup berkembang dan mampu memanfaatkan teknologi digital seperti komputer, laptop, tablet, dll. Penggunaan komputer dan sejenisnya sudah lazim digunakan siswa pada jenjang SMA khususnya di wilayah kota. Siswa MAN Bondowoso juga sudah termasuk dalam golongan siswa yang terbiasa menggunakan teknologi computer karena berada di wilayah pusat kota.

c. Analisis Konsep

Tahap analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis konsep-konsep yang relevan yang akan diajarkan berdasarkan analisis awal-akhir. Konsep yang akan dianalisis pada bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS ini adalah materi hukum gravitasi Newton di SMA. Hasil identifikasi analisis konsep pokok bahasan hukum gravitasi Newton digambarkan pada peta konsep berikut.



Gambar 3.2 Peta konsep Hukum Newton tentang Gravitasi

d. Analisis Tugas

Tahap analisis tugas peneliti membuat kumpulan prosedural untuk menentukan isi dalam satuan pembelajaran. Analisis tugas dilakukan untuk merinci isi materi ajar dalam bentuk garis besar. Analisis tugas merupakan analisis kurikulum. Pada penelitian ini materi yang dikembangkan adalah hukum gravitasi Newton. Analisis tugas diuraikan berdasarkan Kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) materi Hukum Newton tentang gravitasi kurikulum 2013, sebagai berikut:

Tabel 3.1 KI dan KD materi hukum Newton gravitasi kurikulum 2013

| | Kompetensi Inti | | Kompetensi Dasar |
|---|---|-----|---|
| 3 | memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah | 3.8 | menganalisis keteraturan gerak planet dan satelit dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton |
| 4 | mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan | 4.8 | menyajikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari penelusuran berbagai sumber informasi |

Sumber: Permendikbud tahun 2016 nomor 24 Lampiran 8 tentang kompetensi inti dan kompetensi dasar pelajaran pada kurikulum 2013 pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah

e. Spesifikasi Tujuan Pembelajaran

Tahap spesifikasi tujuan pembelajaran bertujuan untuk merumuskan tujuan pembelajaran khusus berdasarkan hasil analisis konsep dan analisis tugas. Tujuan pembelajaran dalam penggunaan bahan ajar interaktif fisika ini adalah “Siswa mampu memahami, mengaplikasikan, menganalisis, dan mengevaluasi gejala-gejala atau fenomena sekitar terkait dengan hukum Newton gravitasi melalui belajar dengan bahan ajar interaktif fisika”.

3.3.2 Tahap Perancangan

Tahap ini bertujuan untuk menyiapkan perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Tahap ini terdiri atas 4 langkah sebagai berikut.

a. Penyusunan Tes

Dasar dari penyusunan tes adalah analisis tugas dan analisis konsep yang dijabarkan dalam spesifikasi tujuan pembelajaran. Tes yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tes kemampuan berpikir kritis. Tes kemampuan berpikir kritis berfungsi untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa melalui soal uraian dalam pretest dan posttest. Oleh karena itu dibuat kisi-kisi soal dan acuan penyekoran.

b. Pemilihan Media

Langkah pemilihan media bertujuan untuk menentukan media yang tepat untuk penyajian materi. Media pembelajaran yang dipilih berupa komputer atau laptop. Komputer berfungsi sebagai alat bantu untuk menjalankan program bahan ajar interaktif fisika. Komputer mampu menampilkan lebih dari satu media (teks, gambar, grafik, audio, video, dan simulasi). Selain itu, komputer dan sejenisnya saat ini sudah lazim digunakan oleh siswa.

c. Pemilihan Format

Pemilihan format dilakukan peneliti dengan mengkaji format-format bahan ajar interaktif melalui literatur yang sudah ada. Bahan ajar interaktif fisika yang dikembangkan berbentuk buku pelengkap digital berformat *.exe dan *.html. Bahan ajar interaktif fisika tersebut terdiri atas teks, gambar, video, animasi, dan simulasi terkait dengan materi ajar.

d. Perancangan Awal

Rancangan awal yang dimaksud dalam penelitian ini adalah rancangan seluruh kegiatan yang harus dilakukan sebelum uji coba. Bahan ajar interaktif fisika ini peneliti susun menggunakan notebook dengan spesifikasi: OS Windows 7, *processor* Core i3-380M 2,53 Hz, RAM 2 GB, dan LCD 14". Selain itu, untuk menyusun bahan ajar interaktif fisika peneliti menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Word 2013, Photoshop CS3, Corel Draw X4, dan Kvisoft

flipbook maker. Untuk menjalankan dan menguji bahan ajar interaktif yang telah rampung di dalam komputer dibutuhkan aplikasi Adobe flash player dan aplikasi mozilla firefox atau sejenisnya. Rancangan awal penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Penyusunan materi dan isi bahan ajar dalam aplikasi pengolah kata (*Microsoft Word*)

Peneliti menyusun materi ajar dan merangkai teks, gambar, dan grafik menjadi padu yang kemudian disimpan dalam format PDF (*Portable Document Format*).

- 2) Penyempurnaan tampilan dan desain bahan ajar

Peneliti melengkapi isi bahan ajar dengan gambar ilustrasi yang mendukung dan tampilan yang menarik. Gambar dan ilustrasi disusun sebelum bahan ajar berformat PDF.

- 3) Penggabungan bahan ajar interaktif fisika dalam satu buku digital

Setelah bahan ajar dalam format PDF, peneliti menggabungkan gambar animasi, dan simulasi ke dalam bahan ajar menggunakan program Kvisoft flipbook maker menjadi bahan ajar interaktif fisika dalam bentuk akhir.

- 4) Eksekusi atau uji jalan produk

Setelah bahan ajar interaktif fisika usai, peneliti perlu menguji dengan menjalankan program atau SWF dalam komputer dan mengoreksi bahan ajar interaktif fisika per halamannya. Peneliti perlu melakukan revisi atau edit bahan ajar ketika terdapat kesalahan sebelum digunakan oleh siswa.

Selain menyusun bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS, peneliti juga menyusun perangkat yang mendukung dalam pembelajaran berupa silabus, RPP, instrumen penilaian kemampuan berpikir kritis siswa serta respons siswa terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

3.3.3 Tahap Pengembangan

Tujuan akhir dari tahap ini adalah untuk menghasilkan produk pengembangan yang telah tervalidasi dan telah diuji dalam kelas uji. Kegiatan pada tahap ini adalah validasi ahli dan uji pengembangan.

a. Validasi Ahli

Validasi ahli atau validasi *logic* adalah penilaian tingkat validitas oleh para ahli pada bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS berdasarkan pada teori. Melalui proses validasi ahli, validator dapat menilai dan memberikan saran untuk perbaikan bahan ajar jika perlu.

1) Subjek Validator

Proses validasi dilaksanakan oleh tiga validator yaitu dua dosen Pendidikan Fisika Universitas Jember dan seorang guru fisika SMA/MA di tempat uji pengembangan. Validasi ahli meliputi format, ilustrasi, bahasa, dan isi bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

2) Instrumen Validator

Instrumen validasi berfungsi untuk mengumpulkan data validitas bahan ajar interaktif fisika yang dikembangkan. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi ahli. Lembar validasi ahli memiliki aspek, indikator, dan kriteria agar dapat digunakan sebagai instrumen penelitian. Selengkapnya sebagai berikut.

- a) Format, mengenai format bahan ajar tersebut jelas, menarik, dan cocok untuk digunakan oleh siswa.
- b) Ilustrasi, mengenai kejelasan dan kemudahan ilustrasi untuk dipahami siswa.
- c) Bahasa, mengenai penggunaan bahasa dalam bahan ajar yang baik dan benar sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia.
- d) Isi, mengenai kesesuaian bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran.
- e) Metode Pengumpulan Data, pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut. Lembar validasi diberikan kepada validator dan validator menilai bahan ajar interaktif fisika dengan memberi tanda centang (✓) pada baris dan kolom dalam lembar validasi. Validator dapat menulis catatan hal yang harus direvisi jika ada yang perlu direvisi. Selanjutnya, peneliti mengolah data menggunakan rumus validasi ahli dan menuliskannya pada

tabel hasil validitas ahli. Bahan ajar interaktif fisika dinyatakan valid jika besarnya validitas total rata-rata ahli ≥ 4 .

3) Teknik Analisis Data

Berdasarkan hasil validasi ahli, dapat ditentukan rata-rata nilai indikator yang diberikan oleh masing-masing validator. Berdasarkan nilai rata-rata tersebut dapat ditentukan rata-rata nilai untuk setiap aspek penilaian kevalidan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS sesuai langkah berikut:

a) Melakukan rekapitulasi data penilaian ke dalam tabel yang meliputi: aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (V_{ji}) untuk masing-masing validator.

b) Menentukan rata-rata nilai validasi setiap indikator dengan rumus:

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n} \quad 3.1$$

dengan : V_{ji} adalah nilai validator ke- j terhadap indikator ke- I dan n adalah jumlah validator.

c) Menentukan rata-rata nilai validasi untuk setiap aspek dengan rumus:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^n I_{ij}}{m} \quad 3.2$$

dengan : A_i adalah rata-rata nilai aspek ke- i ; I_{ij} adalah rata-rata aspek ke- i terhadap indikator ke- j ; dan m adalah jumlah IDI dalam aspek ke- i

d) Menentukan nilai rata-rata total dari semua aspek dengan rumus:

$$V_a = \frac{\sum_{j=1}^n A_i}{n} \quad 3.3$$

dengan : V_a adalah nilai rata-rata total untuk semua aspek; A_i adalah rata-rata nilai aspek ke- i ; dan n adalah jumlah aspek

Selanjutnya, nilai rata-rata total (V_a) dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.2 Kategori validitas

| Kategori Validitas | Interval |
|--------------------|------------------|
| tidak valid | $1 \leq V_a < 2$ |
| kurang valid | $2 \leq V_a < 3$ |
| cukup valid | $3 \leq V_a < 4$ |
| valid | $4 \leq V_a < 5$ |
| sangat valid | 5 |

Sumber: Hobri (2010:52)

4) Revisi

Setelah menganalisis data dari lembar validasi ahli peneliti dapat mengetahui aspek-aspek yang belum memenuhi kriteria valid. Aspek-aspek yang belum valid ini kemudian direvisi. Setelah proses revisi bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS usai maka dapat melanjutkan tahap pengembangan pada tahap berikutnya yaitu uji pengembangan.

b. Uji Pengembangan

Tahap uji pengembangan bertujuan untuk memperoleh masukan langsung dari lapangan terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS di MA. Peneliti memperoleh data validasi empirik, yaitu kemampuan berpikir kritis siswa dan respons siswa terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

1) Subjek, Tempat, dan Waktu Uji Pengembangan

Subjek uji pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS ini adalah siswa kelas XI MAN Bondowoso. Uji pengembangan dilaksanakan pada semester gasal periode 2016/2017 menyesuaikan dengan materi dan kurikulum. Pemilihan MAN Bondowoso sebagai tempat uji pengembangan dikarenakan kesesuaian siswa di sekolah tersebut dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini dan ketersediaan fasilitas yang mendukung untuk memperagakan bahan ajar interaktif fisika ini. Siswa MAN Bondowoso sudah dapat memanfaatkan teknologi komputer dan mudah beradaptasi jika diuji coba menggunakan bahan ajar interaktif ini.

2) Respons Siswa

Respons siswa merupakan tanggapan siswa mengenai bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS setelah menggunakan bahan ajar tersebut.

Respons siswa berupa tanggapan yang tertulis dalam angket respons siswa. Angket respons siswa juga digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kekurangan bahan ajar interaktif dan merevisi bahan ajar tersebut. Berikut rinciannya.

a) Instrumen Respons Siswa

Instrumen yang digunakan untuk mengetahui respons siswa adalah lembar angket respons siswa. Indikator respons siswa terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS antara lain: perasaan siswa (senang atau tidak), pendapat siswa (paham atau tidak paham), pendapat siswa (mengerti atau tidak mengerti), pendapat siswa (tertarik atau tidak tertarik) terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

b) Metode Pengumpulan Data

Setelah seluruh proses pembelajaran usai, peneliti memberikan angket respons siswa untuk diisi kepada siswa. Siswa mengisi angket tersebut. Data yang diperoleh selanjutnya diolah untuk mengetahui respons siswa terhadap bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

c) Teknik Analisis Data

Angket respons siswa digunakan sebagai acuan melakukan perbaikan modul dan mengetahui tanggapan positif siswa. Angket respons siswa yang telah terisi dan terkumpul selanjutnya diolah untuk mengetahui respons siswa berdasarkan rumus berikut.

$$R = \frac{A}{B} \times 100\% \quad (3.5)$$

dengan : R adalah respons siswa; A adalah proporsi jumlah siswa yang memilih kategori positif dan B adalah jumlah siswa (responden)
Berikut kategori respons siswa.

Tabel 3.3 Kategori respons siswa

| Interval Respons Siswa | Kategori |
|--------------------------|-----------------------|
| $80\% \leq R \leq 100\%$ | sangat positif |
| $60\% \leq R < 80\%$ | positif |
| $40\% \leq R < 60\%$ | cukup positif |
| $20\% \leq R < 40\%$ | kurang positif |
| $R < 20\%$ | sangat kurang positif |

Sumber: Arikunto (2010:257)

3) Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan siswa untuk berpikir realistis memahami, menganalisis, menyimpulkan, dan memberikan solusi atau argumen mengenai suatu permasalahan atau isu.

a) Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis

Instrumen kemampuan berpikir kritis siswa berupa soal uraian. Soal tersebut tertulis dalam pretest dan posttest. Kemampuan berpikir kritis siswa diketahui dengan menggunakan instrumen tes yang berdasar pada indikator berpikir kritis yaitu: *interpret* (mengartikan), *analyze* (menganalisa), *evaluate* (menilai), dan *inference* (menyimpulkan).

b) Pengumpulan Data

Soal pretest diberikan sebelum pembelajaran atau sebelum siswa menerima bahan ajar interaktif fisika untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis siswa. Posttest diberikan setelah siswa menerima bahan ajar interaktif fisika dan setelah mengikuti pembelajaran di kelas. Pelaksanaan posttest pada akhir pembelajaran.

c) Teknik Analisis Data

Hasil tes dianalisis untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Guna mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat digunakan rumus N-gain sebagai berikut.

$$g_{BK} = \frac{X_m - X_n}{100 - X_n} \quad (3.6)$$

dengan

g_{BK} = nilai gain kemampuan berpikir kritis

X_m = nilai posttest rata-rata kelas

X_n = nilai pretest rata-rata kelas

(Hake, 1998: 4)

Kategori peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilihat pada tabel kategori n-gain berikut.

Tabel 3.4 Kategori perolehan n-gain

| Kategori Perolehan N-gain | Keterangan |
|-----------------------------|------------|
| $N\text{-gain} \geq 0,7$ | tinggi |
| $0,7 > N\text{-gain} > 0,3$ | sedang |
| $0,3 \geq N\text{-gain}$ | rendah |

Sumber: Hake (1998: 4)

3.3.4 Tahap Penyebaran

Tahap penyebaran (desseminasi) merupakan tahap akhir pengembangan produk. Tahap penyebaran merupakan tahap penyebarluasan produk dalam arti menggunakan produk yang telah direvisi di kelas atau sekolah lain. Namun, pada penelitian ini tahap penyebaran tidak dilakukan sepenuhnya oleh peneliti melainkan dengan modifikasi. Kegiatan uji validasi kepada pengguna yang lebih luas tidak dilakukan. Hal tersebut karena keterbatasan tempat dan waktu uji validasi. Tiap sekolah memiliki target dan batasan waktu tersendiri dalam pembelajaran pokok materi hukum gravitasi Newton. Apalagi materi yang sudah pernah diajarkan di kelas belum tentu diizinkan untuk dilaksanakan penelitian pada materi yang sama dalam satu semester. Kegiatan pengemasan, difusi dan adopsi tetap dilaksanakan oleh peneliti yaitu pengemasan produk dan penyebarluasan pada tiga sekolah di kabupaten Jember dan Bondowoso. Produk yang disebarkan tersebut dapat digunakan sebagai referensi atau digunakan pada waktu tertentu oleh sekolah.

BAB 5. PENUTUP

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan yang didapatkan dari hasil data pada bab sebelumnya dan memuat saran yang ditujukan bagi pembaca skripsi ini. Adapun penjelasan lebih lanjut dipaparkan sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh pada hasil dan pembahasan pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS pada pokok bahasan hukum Newton gravitasi yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

a. Validitas

Bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS pada pokok bahasan hukum Newton gravitasi mendapatkan hasil uji validasi konstruk sebesar 4,2 dan validasi isi sebesar 4,15. Serta, secara kualitatif bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS dapat digunakan dengan revisi. Dengan demikian bahan ajar interaktif yang dikembangkan memiliki kriteria valid dan layak untuk digunakan sebagai bahan ajar pada materi hukum Newton gravitasi.

b. Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

Kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MIA MAN Bondowoso setelah menggunakan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS meningkat dengan N-gain sebesar 0,38 yang berkategori sedang.

c. Respons Siswa

Respons siswa kelas XI MIA MAN Bondowoso yang diperoleh dalam penelitian ini adalah positif dengan rata-rata 89,35% untuk seluruh aspek. Hal ini berarti siswa memberikan respons yang positif terhadap penggunaan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut.

- a. Penyampaian cara penggunaan bahan ajar interaktif perlu diperhatikan dengan baik bahkan jika perlu peneliti harus memeriksa pemahaman siswa dalam menggunakan bahan ajar interaktif dengan baik.
- b. Pengaturan waktu pembelajaran pada saat uji pengembangan perlu diperhatikan dengan baik agar pembelajaran dapat berjalan dengan maksimal.
- c. Peralatan pembelajaran khususnya komputer dan bahan ajar interaktif hendaknya dipersiapkan dengan sebaik-baiknya sebelum memulai pembelajaran agar tidak mengurangi waktu pembelajaran.
- d. Berikan kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berpikir kritis yang ada pada bahan ajar interaktif sebelum menjelaskan.
- e. Bagi peneliti lain, hendaknya penelitian pengembangan ini juga dilakukan dengan mengkaji materi atau pokok bahasan yang berbeda selain hukum Newton gravitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfonso, D.V. 2015. Evidence of critical thinking in high school humanities classrooms. [serial on line] *Gist Education and Learning Research Journal*. Nomor 11: 26-44
- Ampa, A.T. 2015. The Implementation of Interactive Multimedia Learning Materials in Teaching Listening Skills. Abstrak. *English Language Teaching*. Item: 54649. Vol 8(12): 56-62
- Anurrahman. 2014. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta
- Ardiansyah, R.; Wahyuni S.; dan Handayani, R.D. 2015. Pengembangan bahan ajar berbasis science, environment, technology, society (SETS) dalam pembelajaran fisika bab alat optik di SMA [on line]. Abstrak. Item: 1865. *Jurnal Pendidikan Fisika*. Vol 4(1): 75-79
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arlitasari, O., Pujayanto, dan Budiharti, R. 2013. Pengembangan bahan ajar IPA terpadu berbasis salingtemas dengan tema biomassa sumber energi alternatif terbaru [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika* Vol 1(1): 81-89
- Basuki, I. dan Hariyanto. 2015. *Asesmen Pembelajaran*. Bandung: Rosda
- Carmines, E.G. dan Zeller R.A.. 1987. *Reliability and Validity Assesement*. London: Sage Publication
- Deliyannis, I. *Interactive Multimedia* [on line]. Croatia: InTech <http://users.ionio.gr/~yiannis/publications/editedbook.pdf> [diakses pada 25 Juni 2016]
- Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2006. Pedoman Memilih dan Menyusun Bahan Ajar [on line]. https://www.scribd.com/document/downloads/direct/7174534?extension=pdf&ft=1466276892&It=1466280502&user_id=79261618&uahk=sfzpQZ5a7K82m7NtpTEmicZc6sM [diakses pada 19 Juni 2016].
- Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia. 2008. Panduan Pengembangan Bahan Ajar [on line]. <http://gurupembaharu.com/home/wp-content/uploads/downloads/2011/09/Panduan-Pengembangan-Bahan-Pelajaran.doc> [diakses pada 22 Juni 2016)]

- Facione, P.A. 2015. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts [on line]. *Essay*.
<http://www.insightassessment.com/content/download/1176/7580/file/what&why.pdf> [diakses pada 9 Oktober 2016]
- Fisher, A. 2009. *Berpikir Kritis: Sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga
- Fitriani, S. 2012. Penerapan model connected bervisi science environment technology society pada pembelajaran IPA terpadu [serial on line]. *Unnes Science Education Journal* Vol 1(2): 111-118
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika*. Jilid I. Edisi ke-5. Alih bahasa: Y. Hanum. Jakarta: Erlangga
- Hake, R.R. 1998. *Interactive-Engagement vs. Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses*. Resume. Arlington: National Science Foundation.
- Hamalik, O. *Media Pendidikan*. Bandung: Citra Aidtya Bakti
- Haryani, D. 2012. Membentuk Siswa Berpikir Kritis Melalui Pembelajaran Matematika. (P-17). *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*. 10 November 2012. FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta: 165-174
- Hobri. 2010. *Metodologi Penelitian Pengembangan*. Jember: Pena Salsabila
- Hove, G.M. 2011. Developing Critical Thinking Skills in the High School English Classroom. *Paper* [on line]. Universitas Wisconsin-Stout.
- Kanginan, M. 2013. *Fisika 2 untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga
- Kunandar. 2014. *Penilaian Autentik*. Jakarta Rajawali Press
- Kurniawati, I.D., Wartono, dan Diantoro, M. 2014. Pengaruh pembelajaran inkuiri terbimbing integrasi peer instruction terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 10: 36-46
- Lai, E.R. 2011. Critical Thinking: A Literature Review [on line].
<http://images.pearsonassessments.com/images/tmrs/CriticalThinkingReviewFINAL.pdf> [diakses pada 15 Juli 2016]
- Malalina dan Kesumawati, N. 2013. Pengembangan bahan ajar interaktif berbasis komputer pokok bahasan lingkaran untuk kelas VIII sekolah menengah pertama [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Matematika* Vol 7(2): 55-70

- Masfuah, S., Rusilowati, A., dan Sarwi. 2011. Pembelajaran kebencanaan alam dengan model bertukar pasangan bervisi SETS untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 7: 115-120
- Minarti, I. B. 2012. Perangkat pembelajaran IPA terpadu bervisi SETS berbasis edutainment pada tema pencernaan. *Journal of Innovative Science Education* Vol 1(2): 105-111
- Nugraha, D.A., Binadja, A., dan Supartono. 2013. Pengembangan bahan ajar reaksi redoks bervisi SETS berorientasi konstruktivistik [serial on line]. *Journal of Innovative Science Education* Vol 2(1): 27-34
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2013. *Perubahan atas Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan*. Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2013 Nomor 5410. Jakarta
- Praja, A.B.I.. 2015. Penerapan Pendekatan Science Environment Technology And Society (SETS) untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa[on line] *Abstrak Prosiding Seminar Nasional Kimia*.
- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press
- Pratiwi, T.R dan Muslim. 2016. Pembelajaran IPA tipe integrated untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 12(1): 54-64
- Prihantana, M.A.S., Santyasa, I. W., dan Warpala, I.W.S. 2014. pengembangan bahan ajar interaktif berbasis pendidikan karakter pada mata pelajaran animasi stop motion untuk siswa SMK [serial on line]. *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*. Vol 4(1): 1-12
- Rohwati, M. 2012. Penggunaan education game untuk meningkatkan hasil belajar IPA biologi konsep klasifikasi makhluk hidup [serial on line]. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 1(1):75-81
- Sahayu, W. 2013. Validitas [on line]. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/Dra.%20Wening%20Sahayu.%20M.Pd./BAB%205%20VALIDITAS.pdf> [diakses pada 26 Juni 2016]
- Santoso, P.H. 2014. Pengembangan LKPD Discussion Determination Berbasis Model Pembelajaran Curious Note Program (CNP) Guna Memfasilitasi Kemampuan Merancang Eksperimen Peserta Didik SMA Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi. *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Setiawan, E. 2013. KBBi Offline. *Aplikasi* versi 1.5.1. <http://ebsoft.web.id>

- Setyorini, U., Sukiswo, S.E., dan Subali, B. 2011. Penerapan model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 7: 52-56
- Setyosari, P. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Kencana
- Sihotang, Rima, Molan, Ujan, dan Ristyantoro. 2012. *Critical Thinking: Membangun Pemikiran Logis*. Jakarta: Sinar Harapan.
- Solomon, J. 1993. *Teaching Science, Technology, and Society*. Buckingham: Open University Press
- Sudjana, N. 2014. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algesindo
- Sudjana. N. 1995. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosda.
- Sujarwo. (tanpa tahun). Contoh Alur Pengembangan Bahan Ajar Interaktif. Online. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pengabdian/dr-sujarwo-mpd/contoh-alur-pengembangan-bahan-ajar-interaktif.pdf> [diakses pada 22 Juni 2016]
- Susanto, J. 2012. Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis lesson study dengan kooperatif tipe numbered heads together untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar IPA di SD [serial on line]. *Journal of Primary Education*. Vol 1(2): 71-77
- Suyono. 2014. *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Rosda Karya
- Thiagarajan, S; Semmel, D.S; dan Semmel M.I. 1974. *Instructional Development for Training Teacher of Exceptional Children*. Bloomington: Indiana University
- Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara
- Trianto. 2015. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, dan Kontekstual*. Jakarta: Kencana
- Triwiyono. 2011. Program Pembelajaran fisika menggunakan metode eksperimen terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 7: 80-83
- Wahyuni, S. 2015. Pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 11(2): 156-161
- Widodo, C.S. dan Jasmadi. 2008. *Panduan Menyusun Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Jakarta: Elex Media Komputindo

Yuliati, D.I., Yulianti, D., dan Khanafiyah, S. 2011. Pembelajaran fisika berbasis hands on activities untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan meningkatkan hasil belajar siswa SMP [serial on line]. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 7: 23-27



LAMPIRAN A. MATRIKS PENELITIAN

MATRIKS PENELITIAN

| Judul | Rumusan Masalah | Variabel | Indikator | Sumber Data | Metode Penelitian |
|--|--|--|--|--|--|
| Pengembangan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (pokok bahasan Hukum Newton tentang | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimanakah validitas bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa? 2. Bagaimanakah respons siswa setelah menggunakan bahan ajar | <ol style="list-style-type: none"> 1. Variabel Bebas: bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa? 2. Variabel Terikat: <ol style="list-style-type: none"> a. Validitas bahan ajar berupa bahan ajar interaktif fisika | <ol style="list-style-type: none"> a. Validitas bahan ajar berupa bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa | <ol style="list-style-type: none"> 1. Dokumentasi, wawancara, tes, dan angket (uji pengembangan pada siswa SMA) 2. Uji pengembangan: bahan ajar interaktif berwawasan SETS dalam pembelajaran fisika siswa MA di Kabupaten Bondowoso 3. Buku literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Fisika SMA kelas XI Marthen Kanginan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Jenis penelitian: Penelitian pengembangan 2. Tempat dan waktu: Penelitian dilaksanakan di MAN Bondowoso pada Semester Ganjil 2016/2017 3. Penentuan subjek uji pengembangan: <i>Purposive sampling area</i> 4. Metode pengumpulan data: <ol style="list-style-type: none"> a. Dokumentasi b. Tes c. Angket 5. Analisis Data |

| | | | | | |
|-------------------------|---|---|---|---|--|
| <p>Gravitasi di MA)</p> | <p>interaktif fisika berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa?</p> <p>3. Bagaimanakah kemampuan berpikir kritis siswa setelah menggunakan bahan ajar interaktif fisika berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>)?</p> | <p>berwawasan SETS (<i>Science Environment Technology Society</i>) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa</p> <p>b. Kemampuan berpikir kritis siswa</p> <p>c. Respons siswa</p> | <p>b. Kemampuan berpikir kritis siswa</p> <p>c. Respons siswa</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Kajian kosep Fisika kelas XI, Rosyid <i>et al</i>; • Fisika jilid I, Douglas Giancoli; • Fisika, Halliday, Resnick • Pedoman simulasi dari situs Universitas Nebraska; d. Jurnal penelitian yang berkaitan. | <p>a. Validitas bahan ajar berupa bahan ajar interaktif berwawasan SETS pada pokok bahasan Hukum Newton tentang Gravitasi di SMA</p> $V_a = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$ <p>Keterangan :</p> <p>V_a = Nilai rata-rata total untuk semua aspek</p> <p>A_i = rata-rata nilai aspek ke-i</p> <p>n = jumlah aspek</p> <p>b. Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa diukur menggunakan rumus N-gain sebagai berikut.</p> |
|-------------------------|---|---|---|---|--|

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | $g = \frac{Xm - Xn}{100 - Xn}$ <p>Dengan g = nilai gain Xm = nilai posttest Xn = nilai pretest</p> <p>c. Angket respons siswa menggunakan rumus:</p> <p>Persentase respons positif $= (A/B) \times 100\%$</p> <p>Keterangan: A: jumlah siswa yang merespons positif B: jumlah responden</p> |
|--|--|--|--|--|---|

LAMPIRAN B. SILABUS DAN RPP

SILABUS

Sekolah : MAN Bondowoso
Kelas / Semester : XI (Sebelas) / 1 (Satu)
Mata Pelajaran : FISIKA

Kompetensi Inti (pengetahuan dan keterampilan)

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar

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

| Kompetensi Dasar | Materi Pembelajaran | Kegiatan pembelajaran | Indikator Pencapaian Kompetensi | Penilaian | | | Alokasi Waktu | Sumber Belajar |
|---|---|--|--|-----------|------------------|--|---------------|---|
| | | | | Teknik | Bentuk Instrumen | Contoh Instrumen | | |
| 3.8 Menganalisis keteraturan gerak planet dan satelit dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton | Hukum Newton tentang Gravitasi <ul style="list-style-type: none"> • Perumusan hukum Newton Gravitasi • Tetapan gravitasi • Resultan gravitasi • Medan gravitasi dan percepatan gravitasi • Potensial gravitasi dan energi potensial gravitasi • Hukum Kepler • Satelit yang mengorbit Bumi | <p>Mengamati</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan studi pustaka untuk mencari informasi tentang keteraturan yang terjadi pada sistem tata surya dan gerak planet melalui bahan ajar interaktif bervisi SETS. • Melakukan studi pustaka untuk mencari manfaat mempelajari materi hukum Newton gravitasi dan hubungannya dengan bidang lain (lingkungan, teknologi, dan masyarakat) <p>Menanya</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menanya pemikiran dirinya terhadap keteraturan gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton | <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis hubungan antara massa dan jarak planet terhadap gaya gravitasi • Menghitung besarnya resultan gravitasi antar benda (planet) • Menentukan kuat medan gravitasi di titik tertentu • Menentukan potensial gravitasi pada titik tertentu • Menganalisis keteraturan planet berdasarkan hukum Kepler dan hukum Newton | Penugasan | Uji kemampuan | Massa Planet A sekitar 4 kali massa planet B dan jarak antarpusat planet A ke pusat planet B adalah R. Suatu benda uji bermassa M yang berada pada jarak r dari pusat planet A dan pada garis lurus yang menghubungkan kedua planet memiliki gaya gravitasi nol. Jarak r tersebut adalah... R. | 6 x 45' | Buku Seribu Pena FISIKA. Marthen Kanganan. Erlangga Buku Fisika kelas XI Marthen Kanganan. Erlangga Fisika jilid I, Douglas |

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran 1

Nama Sekolah : MAN Bondowoso
Mata Pelajaran : Fisika
Kelas / Semester : XI / Gasal
Materi Pokok : Hukum Newton tentang Gravitasi
Waktu : 2 x 45 menit

A. Kompetensi Inti

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

- 3.8 Menganalisis keteraturan gerak planet dan satelit dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton
- 3.9 Menyajikan karya mengenai gerak satelit buatan yang mengorbit bumi, pemanfaatan dan dampak yang ditimbulkannya dari penelusuran berbagai sumber informasi

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Memahami proses perumusan hukum Newton tentang gravitasi
2. Menganalisis hubungan massa dan jarak terhadap gaya gravitasi
3. Menentukan resultan gaya gravitasi

D. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kajian bahan ajar interaktif, siswa dapat memahami proses perumusan hukum Newton tentang gravitasi.
2. Melalui kajian bahan ajar interaktif, siswa dapat menganalisis hubungan massa dan jarak terhadap gaya gravitasi.
3. Melalui kajian bahan ajar interaktif, siswa dapat menentukan resultan gaya gravitasi
4. Melalui kajian bahan ajar interaktif, siswa dapat menggambarkan skala Bumi dan Bulan

E. Materi Pokok

Hukum Gravitasi Newton

Newton mengemukakan bahwa yang mempertahankan Bulan untuk tetap mengelilingi Bumi adalah gaya gravitasi. Kemudian, Newton mengemukakan hukum tentang gravitasi yang berbunyi:

“Semua partikel di dunia ini saling tarik menarik yang besarnya berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.”

Secara matematis dapat dilambangkan

$$F \propto \frac{Mm}{r^2} \quad (1.1)$$

Saat terdapat partikel bermassa masing-masing 1 kg dan berjarak 1 m ternyata hasil yang didapat bukanlah gaya sebesar 1 Newton. Oleh karena itu, dilakukan eksperimen untuk menentukan nilai konstanta umum agar perhitungan dan realita mendekati nilai yang sama. Konstanta tersebut selanjutnya disebut sebagai konstanta gravitasi universal G.

Besar gaya gravitasi yang dikenal saat ini tertulis sebagai berikut:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (1.2)$$

dengan:

G : tetapan gravitasi universal (Nm^2kg^{-2});

m_1 : massa benda 1 (kg);

m_2 : massa benda 2 atau massa uji (kg);

r : jarak antara titik pusat kedua benda (m).

Gaya gravitasi termasuk satuan vektor yaitu memiliki besar dan arah. Vektor pada persamaan (1.2) dilambangkan dengan cetak tebal.

Tetapan Gravitasi Universal

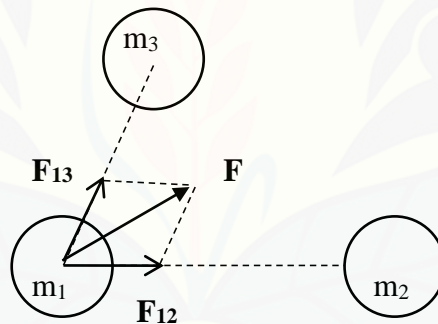
Sekitar seabad kemudian Cavendish mengemukakan nilai konstanta gravitasi universal melalui sebuah eksperimen. Hasil eksperimen tersebut sangat mendekati tetapan gravitasi yang digunakan saat ini. Tetapan gravitasi universal yang umum digunakan saat ini yaitu:

$$G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

Tetapan gravitasi G berguna untuk melengkapi agar perhitungan benar.

Resultan Gaya Gravitasi

Pada suatu partikel atau planet di antara dua partikel atau planet untuk mencari gaya gravitasi yang berlaku pada partikel atau planet tersebut maka dijumlahkan secara vektor. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 1.1 Gaya gravitasi pada tiga planet

Gaya gravitasi yang bekerja pada planet 1 adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{F}_1 = \mathbf{F}_{12} + \mathbf{F}_{21}$$

Untuk mencari besar resultan kedua vektor gaya tersebut, kita dapat menggunakan:

$$F = \sqrt{F_{12}^2 + F_{21}^2 + F_{12}F_{21} \cos \theta} \quad (1.3)$$

dengan θ adalah besar sudut yang dibentuk kedua vektor.

F. Strategi Pembelajaran

Pertemuan 1 (2x45menit)

Pendekatan : *Scientific Approach*

Model : Direct Instruction/Pembelajaran Langsung

Metode : Ceramah, Tanya Jawab, Diskusi dan Penugasan

Media : Papan tulis, spidol, komputer

Sumber Belajar : Bahan ajar interaktif bervisi SETS

Kegiatan Pembelajaran

| Kegiatan | Deskripsi Kegiatan | Waktu |
|---------------|---|-------------|
| Pendahuluan | <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran - Guru memotivasi siswa mengenai peristiwa apa saja yang berkaitan dengan gravitasi <i>Mengapa setiap hari kita dapat melihat Matahari? Untuk membantu menemukan jawabannya kita perlu mempelajarinya.</i> - Guru memeriksa pemahaman siswa mengenai materi kinematika gerak melingkar dan hukum Newton tentang gerak (apersepsi) - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran | 15 menit |
| Kegiatan Inti | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberikan kesempatan oleh guru untuk membuka dan membaca kembali bahan ajar interaktif yang telah diberikan sebelumnya - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai gaya yang mempertahankan Bumi dan Matahari serta Bumi dan Bulan - Siswa memperhatikan proses perumusan hukum gravitasi Newton yang dijelaskan oleh guru bersumber pada bahan ajar interaktif. - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai manfaat adanya gaya gravitasi dalam kehidupan sehari-hari - Guru memberikan persoalan berupa resultan gaya gravitasi pada beberapa benda atau objek - Siswa berlatih memecahkan soal yang diberikan oleh guru | 60 menit |

| | | |
|---------|--|-------------|
| | <ul style="list-style-type: none">- Guru membimbing siswa dalam memecahkan soal- Siswa mengerjakan soal uji kemampuan pada bahan ajar interaktif- Guru memanggil 2-3 siswa secara acak untuk menyampaikan solusi dan jawaban dari uji kemampuan secara lisan atau tulisan di papan tulis. | |
| Penutup | <ul style="list-style-type: none">- Guru memeriksa pemahaman siswa mengenai materi gaya gravitasi dengan tanya-jawab kepada siswa secara acak- Guru memberi penghargaan baik upaya maupun hasil belajar yang telah dicapai- Guru memberi motivasi kepada siswa <i>Begitulah manfaat adanya gaya gravitasi yang patut kita syukuri</i>- Guru menutup pelajaran | 15 menit |

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran 2

| | |
|------------------|----------------------------------|
| Nama Sekolah | : MAN Bondowoso |
| Mata Pelajaran | : Fisika |
| Kelas / Semester | : XI / Gasal |
| Materi Pokok | : Hukum Newton tentang Gravitasi |
| Waktu | : 2 x 45 menit |

A. Kompetensi Inti

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

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

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mendeskripsikan medan gravitasi pada sebuah benda
2. Menentukan percepatan gravitasi pada titik tertentu
3. Menentukan potensial gravitasi pada titik tertentu
4. Memahami hubungan materi percepatan gravitasi dengan bidang lain (lingkungan, teknologi, dan masyarakat)

D. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kajian medan gravitasi pada pada bahan ajar interaktif, siswa dapat mendeskripsikan medan gravitasi Bumi.
2. Melalui kajian pada bahan ajar interaktif, siswa dapat menentukan percepatan gravitasi pada titik tertentu.
3. Melalui kajian potensial gravitasi pada bahan ajar interaktif, siswa dapat menentukan potensial gravitasi pada titik tertentu.
4. Melalui kajian bahan ajar interaktif, siswa dapat Memahami hubungan materi percepatan gravitasi dengan bidang lain (lingkungan, teknologi, dan masyarakat)

E. Materi Pokok

Medan Gravitasi

Medan gravitasi merupakan daerah dimana bila suatu benda uji diletakkan di sekitar benda bermassa akan timbul gaya gravitasi. Medan gravitasi merupakan satuan vektor dengan lambang g . Pada jenjang SMA/MA hanya dibahas besarnya kuat medan gravitasi pada titik tertentu atau pada objek tertentu yang disebabkan oleh sebuah planet atau benda.

Kuat medan gravitasi dinyatakan sebagai “gaya yang dihasilkan oleh partikel atau benda per satuan massa untuk menarik atau memindahkan suatu massa uji, m ”. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

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

$$g = G \frac{M}{r^2} \quad (2.1)$$

g dalam satuan N/m . Jika kita uraikan satuan Newton dalam $kg.m/s^2$ maka N/m memiliki dimensi yang sama dengan m/s^2 yaitu $M.T^{-2}$

Satuan m/s^2 adalah satuan yang menyatakan besaran *percepatan* suatu benda yang dijatuhkan di permukaan Bumi. *Nilai kuat medan gravitasi akan memiliki nilai dan arah yang sama dengan percepatan suatu benda.* Namun, keduanya memiliki makna fisis yang berbeda.

Tabel 2.1 Perbedaan penggunaan kuat medan gravitasi dan percepatan gravitasi

| Kuat medan gravitasi (digunakan) | Percepatan gravitasi (digunakan) |
|--|--|
| untuk benda diam atau tak dipercepat | untuk benda jatuh bebas atau dipercepat |
| untuk mengetahui gaya gravitasi per satuan massa yang bekerja pada suatu massa uji m . (F/m) | untuk mengetahui percepatan suatu massa uji atau benda yang tertarik gaya gravitasi. (m/s^2) |

Selanjutnya kuat medan gravitasi akan disebut sebagai percepatan gravitasi.

Percepatan Gravitasi

Percepatan gravitasi pada permukaan Bumi dengan jari-jari R

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

Percepatan gravitasi pada ketinggian h dari permukaan Bumi adalah

$$g' = G \frac{m_1}{(R + h)^2}$$

Atau

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

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

Percepatan gravitasi di permukaan planet lain

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

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

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

Potensial Gravitasi

Energi potensial gravitasi menyatakan besarnya energi atau usaha yang diperlukan oleh benda bermassa M (planet atau benda lain) untuk memindahkan suatu massa uji m dari ketinggian A ke ketinggian B. Secara matematis ditulis sebagai berikut.

$$EP_{gravitasi} = -G \frac{Mm}{r}$$

dengan r adalah jarak antara kedua pusat massa, atau jika yang ditinjau benda di atas permukaan Bumi r adalah jarak pusat Bumi ke benda uji.

Potensial gravitasi menyatakan besarnya energi potensial gravitasi per satuan massa uji m .

$$\begin{aligned} V &= \frac{EP_{gravitasi}}{m} \\ &= \frac{-G \frac{Mm}{r}}{m} \\ &= -G \frac{M}{r} \end{aligned}$$

F. Strategi Pembelajaran

Pertemuan 2 (2x45menit)

Pendekatan : Scientific Approach

Metode : Ceramah, tanya jawab, diskusi dan penugasan

Media : Papan tulis, spidol, komputer

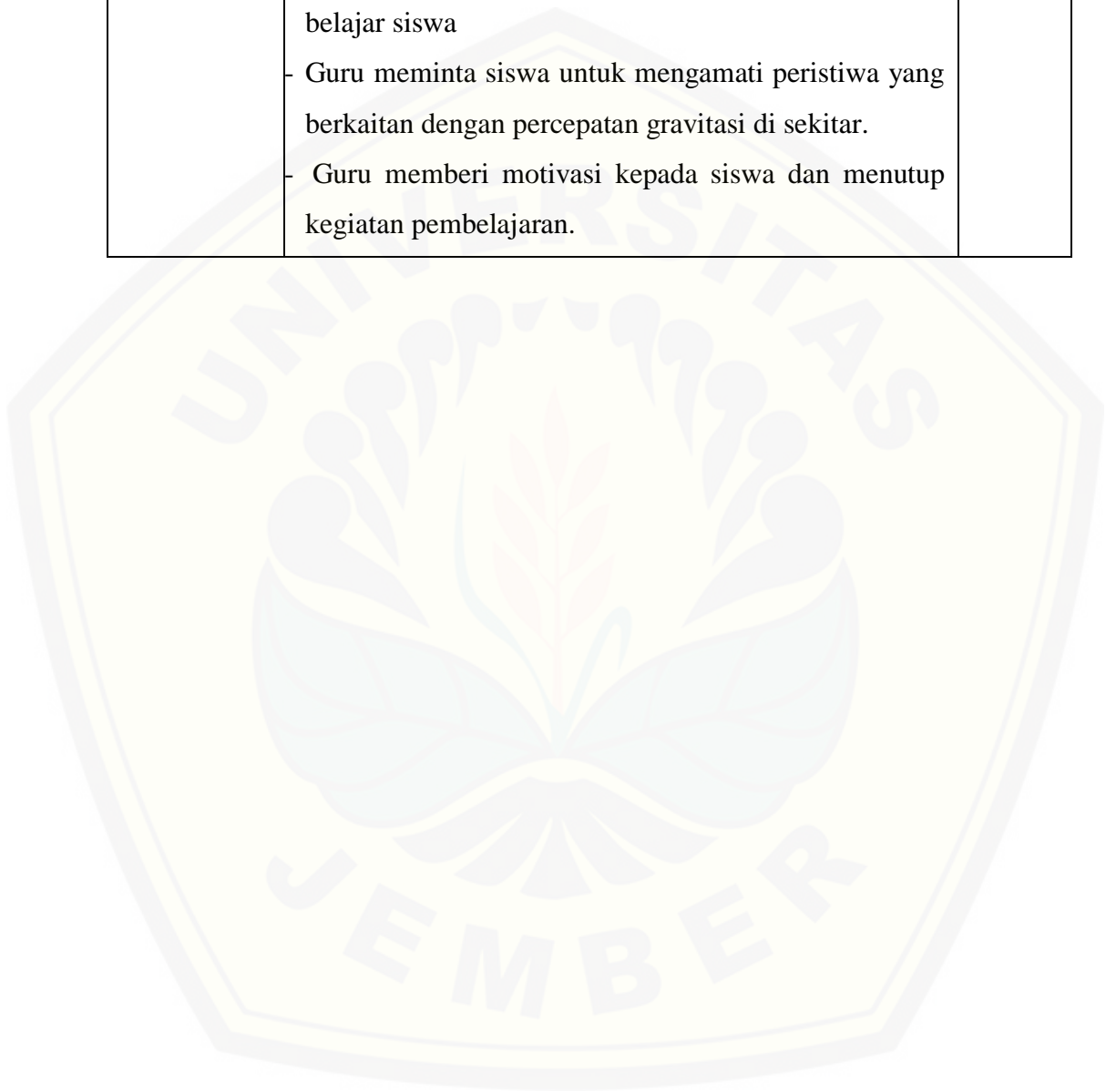
Sumber Belajar : Bahan ajar interaktif bervisi SETS

Kegiatan Pembelajaran

| Kegiatan | Deskripsi Kegiatan | Waktu |
|-------------|---|-------------|
| Pendahuluan | Guru membuka pelajaran Guru memotivasi siswa mengenai peristiwa apa saja yang berkaitan dengan gravitasi | 10 menit |

| | | |
|---------------|---|-------------|
| | <p><i>Apakah sama berat seorang astronot di permukaan Bumi dan di permukaan Bulan? Perlu persiapan sebelum kita pergi ke Bulan.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru memeriksa pemahaman siswa mengenai materi gaya gravitasi Newton dan energi potensial (apersepsi) - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. | |
| Kegiatan Inti | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberikan kesempatan oleh guru untuk membuka dan membaca kembali bahan ajar interaktif yang telah diberikan sebelumnya - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai percepatan Bumi yang mempertahankan Bumi dan Matahari. - Siswa memperhatikan proses perumusan percepatan gravitasi yang dijelaskan oleh guru bersumber pada bahan ajar interaktif. - Guru mengaitkan percepatan gravitasi dengan peristiwa mengorbitnya Bulan dan satelit - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai manfaat adanya gaya gravitasi dalam kehidupan sehari-hari - Guru berdiskusi mengenai astronot yang melayang di dalam satelit yang mengorbit Bumi. - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai manfaat adanya gravitasi mikro di dalam satelit ISS. - Guru menjelaskan perumusan potensial gravitasi - Siswa berlatih memecahkan soal yang diberikan oleh guru - Guru membimbing siswa dalam memecahkan soal - Siswa mengerjakan soal uji kemampuan pada bahan ajar interaktif - Guru memanggil 2-3 siswa secara acak untuk menyampaikan solusi dan jawaban dari uji kemampuan | 70 menit |

| | | |
|---------|--|-------------|
| | secara lisan atau tulisan di papan tulis. | |
| Penutup | <ul style="list-style-type: none">- Guru mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari.- Guru memberi penghargaan baik upaya maupun hasil belajar siswa- Guru meminta siswa untuk mengamati peristiwa yang berkaitan dengan percepatan gravitasi di sekitar.- Guru memberi motivasi kepada siswa dan menutup kegiatan pembelajaran. | 10 menit |



Rencana Pelaksanaan Pembelajaran 3

| | |
|------------------|----------------------------------|
| Nama Sekolah | : MAN Bondowoso |
| Mata Pelajaran | : Fisika |
| Kelas / Semester | : XI / Gasal |
| Materi Pokok | : Hukum Newton tentang Gravitasi |
| Waktu | : 2 x 45 menit |

A. Kompetensi Inti

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan

B. Kompetensi Dasar

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

C. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mendeskripsikan hukum Kepler mengenai keteraturan gerak planet pada tata surya
2. Menganalisis keteraturan planet berdasarkan hukum Kepler dan hukum Newton
3. Menganalisis proses peluncuran satelit berdasarkan hukum Newton

4. Memahami manfaat dan kerugian pemanfaatan satelit bagi bidang lain (lingkungan, teknologi, dan masyarakat)

D. Tujuan Pembelajaran

1. Melalui kajian bahan ajar interaktif, siswa dapat mendeskripsikan hukum Kepler mengenai keteraturan gerak planet pada tata surya
2. Melalui simulasi pada bahan ajar interaktif, siswa dapat menganalisis keteraturan planet berdasarkan hukum Kepler dan hukum Newton.
3. Melalui diskusi menggunakan bahan ajar interaktif siswa dapat menganalisis proses peluncuran satelit berdasarkan hukum Newton
4. Melalui diskusi menggunakan bahan ajar interaktif siswa dapat memahami manfaat dan kerugian pemanfaatan satelit bagi bidang lain (lingkungan, teknologi, dan masyarakat)

E. Materi Pokok

Kepler mencetuskan beberapa hukumnya mengenai gerak planet-planet dalam tata surya berdasarkan data penelitian. Hukum Kepler I menyatakan *“Semua planet bergerak pada lintasan elips mengitari Matahari dengan Matahari berada di salah satu fokus elips.”*

Hukum Kepler II menyatakan *“Suatu garis khayal yang menghubungkan matahari dengan planet menyapu luas yang sama dalam selang waktu yang sama.”*. Hukum Kepler III menyatakan *“Perbandingan kuadrat periode terhadap pangkat tiga dari setengah sumbu panjang elips adalah sama untuk semua planet.”*

Jika kita menggunakan prinsip hukum Newton II dan gerak melingkar kita dapatkan

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

Jika M adalah massa Matahari maka nilai $\frac{4\pi^2}{GM}$ akan memiliki besar yang sama pada semua planet. Ini berarti perbandingan antara suatu planet dan planet lain di tata surya memiliki besar yang tetap.

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

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

Pada satelit bermassa m yang mengelilingi planet bermassa M dengan jarak antar pusat satelit dan planet adalah R serta percepatan umum gravitasi G berlaku:

$$F_{\text{sentrifugal}} = F_{\text{Gravitasi}}$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GmM}{r^2}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Semakin tinggi satelit semakin kecil kecepatan yang dibutuhkan untuk mempertahankan orbitnya.

F. Strategi Pembelajaran

Pertemuan (2x45menit)

- Pendekatan : Scientific Approach
 Metode : Ceramah, Diskusi dan Eksperimen
 Media : Papan tulis, Spidol, komputer,
 Sumber Belajar : Bahan ajar interaktif bervisi SETS

Kegiatan Pembelajaran

| Kegiatan | Deskripsi Kegiatan | Waktu |
|-------------|--|-------------|
| Pendahuluan | <ul style="list-style-type: none"> - Guru membuka pelajaran - Guru memotivasi siswa mengenai peristiwa apa saja yang berkaitan dengan gravitasi <i>Banyak satelit di angkasa saat ini, bagaimana bisa satelit-satelit tersebut tidak bertabrakan? Kita perlu belajar untuk menjawabnya.</i> - Guru memeriksa pemahaman siswa mengenai materi gaya gravitasi Newton dan percepatan gravitasi | 10 menit |

| | | |
|---------------|---|-------------|
| | - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. | |
| Kegiatan Inti | <ul style="list-style-type: none"> - Siswa diberikan kesempatan oleh guru untuk membuka dan membaca kembali bahan ajar interaktif yang telah diberikan sebelumnya - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai bentuk orbit planet-planet pada tata surya. - Siswa memperhatikan simulasi mengenai keteraturan planet pada bahan ajar interaktif - Siswa melakukan eksperimen sederhana pada simulasi dengan bimbingan guru - Guru berdiskusi mengenai keteraturan gerak planet <i>Apakah mungkin periode Bumi melebihi periode Venus?</i> <i>Apakah mungkin planet yang lebih dekat dengan Matahari memiliki periode yang kecil daripada planet yang lebih jauh?</i> <i>Bagaimana mungkin ada banyak satelit tapi tidak ada yang bertabrakan?</i> - Guru menjelaskan Hukum Kepler dan satelit yang mengorbit Bumi. - Guru berdiskusi dengan siswa mengenai peranan dan dampak penggunaan satelit. Serta, solusi yang mungkin untuk menanggulangi dampak negatif pemanfaatan satelit. - Siswa berlatih memecahkan soal yang diberikan oleh guru - Guru membimbing siswa dalam memecahkan soal | 70 menit |
| Penutup | <ul style="list-style-type: none"> - Guru mengevaluasi pemahaman siswa tentang materi yang telah dipelajari. - Guru memberi penghargaan baik upaya maupun hasil | 10 menit |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>belajar siswa</p> <ul style="list-style-type: none">- Guru meminta siswa untuk mengamati peristiwa yang berkaitan dengan satelit di sekitar.- Guru memberi motivasi kepada siswa dan menutup kegiatan pembelajaran. | |
|--|---|--|

Bondowoso, 24 Agustus 2017

a.n. Guru Mata Pelajaran



Iradatul Hasanah, S.Pd

Penyusun



Roby Hidayaturrohman

120210102043

LAMPIRAN C. KISI-KISI SOAL

C1. Kisi-kisi Soal Pretest untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis

Satuan Pendidikan : SMA/MA

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/Gasal



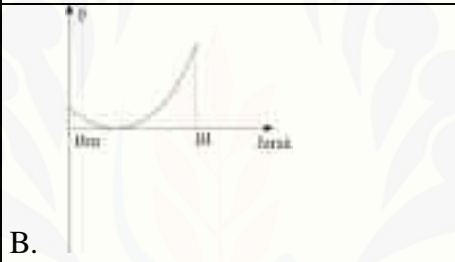

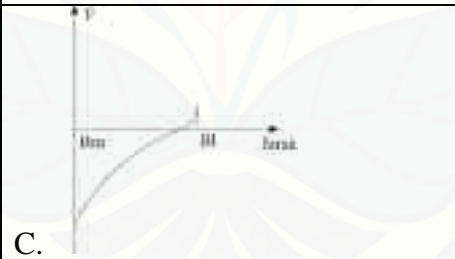
Banyak Soal : 8 soal

Jenis Soal : Uraian

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

Kompetensi Dasar : Menganalisis keteraturan gerak planet dan satelit dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton

| No. | Indikator Pembelajaran | Aspek Berpikir Kritis | Indikator | Skor maksimal |
|-----|--|-----------------------|---|---------------|
| 1 | Menentukan titik gravitasi nol di antara dua planet | Analyze | Pada jarak berapa dari Bumi sebuah pesawat luar angkasa yang meluncur lurus dari Bumi ke Bulan akan mengalami gaya total nol? Jika R adalah jari-jari Bumi, jarak Bumi - Bulan = 60R; dan massa Bumi = 81 kali massa Bulan. Nyatakan jawabanmu dalam R. | 6 |
| 2 | Menentukan percepatan gravitasi dengan membandingkan dengan percepatan gravitasi di permukaan Bumi | Evaluate | Pernahkah kalian melihat video astronot yang sedang melakukan aktivitas di dalam satelit ISS (International Space Station). Para astronot tersebut melayang-layang. Kamu bertanya kepada temanmu mengapa mereka kehilangan berat saat dalam satelit tersebut, jawaban temanmu adalah gravitasi di sana jauh lebih lemah dari permukaan Bumi. Yakinkan temanmu dan dirimu sendiri mengenai kebenaran pernyataan temanmu dan berikan alasan kepada temanmu mengapa astronot dalam ISS dapat melayang. Satelit ISS mengorbit Bumi pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi. Percepatan gravitasi di permukaan Bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$ dan jari-jari Bumi adalah 6.400 km. | 6 |

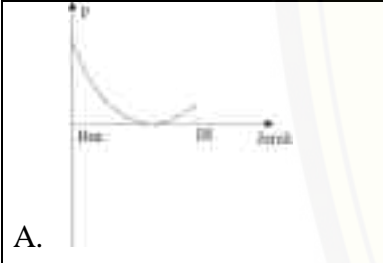
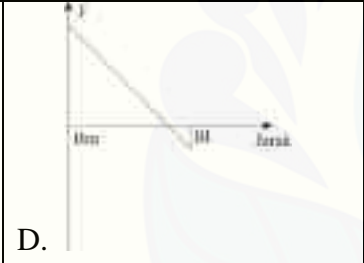
| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| 3 | Menentukan grafik gaya gravitasi dari permukaan Bumi ke Bulan | Interpret | <p>Jika besar resultan gaya gravitasi pesawat pada soal nomor 1 digambarkan dalam sebuah grafik, berikut yang menampilkan grafik paling sesuai adalah... Jelaskan! (Permukaan Bumi (B_m) dan permukaan Bulan (B_l)).</p> | 6 |
| | | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>A.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>D.</p> </div> </div> | | |
| | | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>B.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>E.</p> </div> </div> | | |
| | | <div style="text-align: center;">  <p>C.</p> </div> | | |

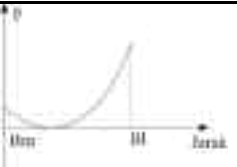
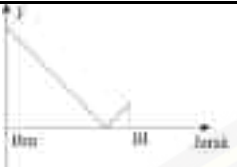
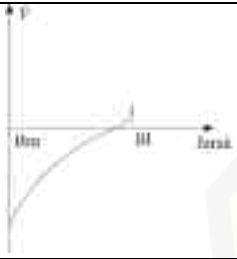
| | | | | |
|---|---|-----------|--|---|
| 4 | Menentukan percepatan gravitasi di permukaan Bulan dengan membandingkan dengan percepatan gravitasi di Bumi | Evaluate | Sebelum astronot berangkat menuju Bulan, mereka terlebih dahulu mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan termasuk memperkirakan keadaan lingkungan di Bulan. Kabarnya kita dapat melompat lebih tinggi di Bulan karena terasa lebih ringan di sana. Temanmu mengatakan bahwa hal itu dapat terjadi karena percepatan di permukaan bulan lebih kecil di banding di permukaan Bumi. Buktikan jika memang pernyataan temanmu benar! (percepatan gravitasi di permukaan Bumi $9,8 \text{ m/s}^2$; Massa Bumi 81,25 kali massa Bulan; radius Bumi 3,67 kali radius Bulan). | 6 |
| 5 | Menyimpulkan bentuk orbit Bumi berdasarkan fakta-fakta mengenai kelajuan Bumi yang mengelilingi Matahari | Inference | Kelajuan Bumi mengelilingi Matahari (1) Berubah ubah (2) Paling cepat saat Bumi paling dekat dengan Matahari (3) Paling lambat saat Bumi paling jauh dengan Matahari (4) Semakin besar dan semakin kecil secara beraturan | 4 |
| 6 | Menentukan ketinggian satelit berdasarkan Hukum III Kepler | Analyze | Suatu satelit mengalami kerusakan pada salah satu alatnya sehingga tidak dapat mengukur ketinggian satelit tersebut. Untuk tetap mempertahankan orbitnya pengendali satelit (operator) harus mengetahui ketinggian satelit tersebut untuk mengatur kelajuan yang diperlukan satelit. Data yang dimiliki operator hanya periode satelit yaitu empat kali periode satelit ISS (periode satelit: 372 menit dan periode satelit ISS: 93 menit). Satelit ISS mengorbit pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi. Jari-jari Bumi adalah 6400 km. Tentukan ketinggian satelit dari permukaan Bumi. | 6 |
| 7 | Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan satelit di angkasa pada ketinggian yang sama | Analyze | Isu terbaru saat ini tentang konspirasi Bumi datar. Mereka para konspirator Bumi datar tidak percaya bahwa satelit itu ada. Menurut mereka satelit hanya rekayasa dan tidak mungkin ada di angkasa karena pasti akan saling bertabrak jika jumlahnya sangat banyak. Benarkah satelit tidak ada? Jika memang ada, mengapa pada ketinggian yang sama satelit tidak bertabrakan? | 6 |

| | | | | |
|-----------------------------------|---|-----------|--|----|
| 8 | Memberikan solusi permasalahan sampah ruang angkasa (<i>Space Debris</i>) | Inference | Saat ini ada lebih dari 45.000 benda angkasa yang melayang di sekitar Bumi berupa satelit dan sampah-sampah ruang angkasa. Satelit memang sangat bermanfaat bagi manusia dalam berbagi bidang. Namun, jika semakin banyak peluncuran satelit baru, sampah akan semakin banyak dan ada kemungkinan terjadi tabrakan yang membahayakan manusia. Mengingat bahaya satelit setujukah kalian jika satelit seharusnya tidak ada atau tidak perlu? Berikan solusi atas permasalahan ini! Pertimbangkan langkah-langkah untuk mencegah tabrakan satelit dan bertambahnya sampah ruang angkasa. | 8 |
| Jumlah Total Skor Maksimal | | | | 48 |

RUBRIK PENILAIAN

| No. | Soal | Kriteria Penilaian | Skor | Skor Maksimal |
|-----|---|--|------|---------------|
| 1 | Pada jarak berapa dari Bumi sebuah pesawat luar angkasa yang meluncur lurus dari Bumi ke Bulan akan mengalami gaya total nol? Jika R adalah jari-jari Bumi, jarak Bumi - Bulan = 60R; dan massa Bumi = 81 kali massa Bulan. Nyatakan jawabanmu dalam R. | Memahami maksud soal | 1 | 6 |
| | | Menuliskan persamaan gaya gravitasi | 1 | |
| | | Menuliskan persamaan resultan gravitasi | 1 | |
| | | Menentukan besar jarak pesawat dari Bumi pada keadaan gravitasi nol | 3 | |
| 2 | Pernahkah kalian melihat video astronot yang sedang melakukan aktivitas di dalam satelit ISS (International Space Station). Para astronot tersebut melayang-layang. Kamu bertanya kepada temanmu mengapa mereka kehilangan berat saat dalam satelit tersebut, jawaban | Memberikan tanggapan terhadap pendapat teman tersebut dengan logis dan benar | 2 | 6 |
| | | Menuliskan persamaan percepatan gravitasi | 1 | |

| | | | | |
|----------|---|--|-----------------|----------|
| | <p>temanmu adalah gravitasi di sana jauh lebih lemah dari permukaan Bumi. Yakinkan temanmu dan dirimu sendiri mengenai kebenaran pernyataan temanmu dan berikan alasan kepada temanmu mengapa astronot dalam ISS dapat melayang. Satelit ISS mengorbit Bumi pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi. Percepatan gravitasi di permukaan Bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$ dan jari-jari Bumi adalah 6.400 km.</p> | <p>Menuliskan perbandingan percepatan gravitasi pada ketinggian tertentu</p> | <p>1</p> | |
| | | <p>Menentukan besar nilai percepatan gravitasi pada ketinggian tertentu</p> | <p>2</p> | |
| <p>3</p> | <p>Jika besar resultan gaya gravitasi pesawat (F) pada soal nomor 1 digambarkan dalam sebuah grafik, berikut yang menampilkan grafik paling sesuai adalah... Jelaskan! (Permukaan Bumi (B_m) dan permukaan Bulan (B_l)).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="282 691 663 954">  <p>A.</p> </div> <div data-bbox="663 691 1025 954">  <p>D.</p> </div> </div> | <p>Menuliskan persamaan gaya gravitasi</p> | <p>1</p> | <p>6</p> |
| | | <p>Memilih grafik yang benar dan sesuai: Skor 2: jika memilih A Skor 1: jika memilih E</p> | <p>1 atau 2</p> | |

| | | | | | |
|--|---|---|--|----------|--|
| | <p>B.</p>  | <p>E.</p>  | <p>Menjelaskan hubungan gaya gravitasi dan jarak berbanding terbalik</p> | <p>2</p> | |
| | <p>C.</p>  | | <p>Menjelaskan resultan gravitasi berubah tiap perubahan jarak</p> | <p>1</p> | |
| <p>4</p> | <p>Sebelum astronot berangkat menuju Bulan, mereka terlebih dahulu mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan termasuk memperkirakan keadaan lingkungan di Bulan. Kabarnya kita dapat melompat lebih tinggi di Bulan karena terasa lebih ringan di sana. Temanmu mengatakan bahwa hal itu dapat terjadi karena percepatan di permukaan bulan lebih kecil di banding di permukaan Bumi. Buktikan jika memang pernyataan temanmu benar! (percepatan gravitasi di permukaan Bumi $9,8 \text{ m/s}^2$; Massa Bumi 81,25 kali massa Bulan; radius Bumi 3,67 kali radius Bulan).</p> | <p>Memberikan pendapat yang logis mengenai pendapat teman tersebut</p> | <p>2</p> | <p>6</p> | |
| <p>Menulis persamaan percepatan gravitasi</p> | <p>1</p> | | | | |
| <p>Menuliskan perbandingan percepatan gravitasi antar planet</p> | <p>1</p> | | | | |
| <p>Menentukan percepatan gravitasi di permukaan Bulan</p> | <p>2</p> | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | <p>Kelajuan Bumi mengelilingi Matahari</p> <p>(1) Berubah ubah</p> <p>(2) Paling cepat saat Bumi paling dekat dengan Matahari</p> <p>(3) Paling lambat saat Bumi paling jauh dengan Matahari</p> <p>(4) Semakin besar dan semakin kecil secara beraturan</p> | Menghubungkan dengan gaya gravitasi pada titik terdekat dan terjauh | 1 | 4 |
| | | Menyimpulkan bentuk orbit bumi: Skor 3 untuk jawaban orbit bumi oval Skor 2 untuk jawaban orbit bumi lingkaran Skor 1 untuk jawaban orbit bumi tak beraturan | 3 | |
| 6 | <p>Suatu satelit mengalami kerusakan pada salah satu alatnya sehingga tidak dapat mengukur ketinggian satelit tersebut. Untuk tetap mempertahankan orbitnya pengendali satelit (operator) harus mengetahui ketinggian satelit tersebut untuk mengatur kelajuan yang diperlukan satelit. Data yang dimiliki operator hanya periode satelit yaitu empat kali periode satelit ISS (periode satelit: 372 menit dan periode satelit ISS: 93 menit). Satelit ISS mengorbit pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi. Jari-jari Bumi adalah 6400 km. Tentukan ketinggian satelit dari permukaan Bumi.</p> | Menuliskan persamaan hukum Kepler III | 1 | 6 |
| | | Membandingkan periode dan radius kedua objek berdasarkan hukum Kepler III | 2 | |
| | | Menentukan ketinggian satelit dari pusat bumi | 2 | |
| | | Menentukan ketinggian dari permukaan bumi | 1 | |
| 7 | <p>Isu terbaru saat ini tentang konspirasi Bumi datar. Mereka para konspirator Bumi datar tidak percaya bahwa satelit itu ada. Menurut mereka satelit hanya rekayasa dan tidak mungkin ada di angkasa karena pasti akan saling bertabrak jika jumlahnya sangat banyak. Benarkah satelit tidak ada? Jika memang ada, mengapa pada ketinggian yang sama satelit tidak bertabrakan?</p> | Menghubungkan permasalahan dengan hukum Newton gravitasi | 1 | 6 |

| | | | | |
|----------------------|--|--|---|----|
| | | Menghubungkan permasalahan dengan kecepatan dan ketinggian satelit | 2 | |
| | | Memberikan alasan yang logis alasan satelit tak bertabrakan: <ul style="list-style-type: none"> - Tiap satelit diawasi dan di kontrol - Ruang angkasa sangat luas untuk satelit yang kecil | 3 | |
| 8 | <p>Saat ini ada lebih dari 45.000 benda angkasa yang melayang di sekitar Bumi berupa satelit dan sampah-sampah ruang angkasa. Satelit memang sangat bermanfaat bagi manusia dalam berbagi bidang. Namun, jika semakin banyak peluncuran satelit baru, sampah akan semakin banyak dan ada kemungkinan terjadi tabrakan yang membahayakan manusia.</p> <p>Mengingat bahaya satelit setujukah kalian jika satelit seharusnya tidak ada atau tidak perlu? Berikan solusi atas permasalahan ini! Pertimbangkan langkah-langkah untuk mencegah tabrakan satelit dan bertambahnya sampah ruang angkasa.</p> | <p>Menganalisis manfaat dan dampak satelit bagi kehidupan manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alat komunikasi - Navigasi - Keamanan - Perkembangan teknologi - Alat pemantau dan pengendali jarak jauh - Dan lain-lain | 2 | 8 |
| | | Menjelaskan kebutuhan satelit dan pentingnya satelit bagi manusia | 2 | |
| | | Menjelaskan kemungkinan adanya tabrakan sangat kecil | 1 | |
| | | Memberikan solusi mengenai permasalahan sampah ruang angkasa: <ul style="list-style-type: none"> - Tidak membuang bangkai satelit atau sampah ruang angkasa di sekitar orbit satelit, yaitu dengan membuang ke samudra - Upaya pembersihan sampah ruang angkasa | 3 | |
| Jumlah skor maksimal | | | | 48 |

Jawaban

1. Kita anggap jarak Bumi - Bulan adalah r dan jarak Bumi ke pesawat adalah x . Gaya pesawat terhadap Bumi adalah F_1 dan gaya pesawat terhadap Bulan adalah F_2 . Massa pesawat M . Gaya total nol saat Bumi dan Bulan menarik dengan gaya yang sama tetapi berlawanan arah dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 F_1 &= F_2 \\
 G \frac{Mm_A}{x^2} &= G \frac{Mm_B}{(r-x)^2} \\
 \frac{81m_B}{x^2} &= \frac{m_B}{(r-x)^2} \\
 9 &= \frac{x}{r-x} \\
 9r - 9x &= x \\
 9r &= 10x
 \end{aligned}$$

Berhubung r jarak Bumi ke Bulan sama dengan $60R$

$$\begin{aligned}
 9 \cdot 60 \cdot R &= 10x \\
 x &= 54R
 \end{aligned}$$

Pesawat tersebut harus berada pada jarak 54 kali jari-jari Bumi.

2. Untuk meyakinkan diri, kita perlu menentukan percepatan gravitasi di satelit ISS. Percepatan gravitasi di satelit ISS dapat ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 g' &= \left(\frac{R}{h+R} \right)^2 g \\
 g' &= \left(\frac{6400 \cdot 10^3}{6800 \cdot 10^3} \right)^2 9,8 \\
 g' &= 9,2 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

Percepatan gravitasi di ISS ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi tidak jauh berbeda dengan permukaan Bumi. Alasan mereka Melayang adalah karena satelit ISS bergerak melingkar mengelilingi Bumi. Saat satelit bergerak melingkar mengelilingi Bumi dengan kelajuan tertentu dan tetap, satelit tersebut dipercepat menuju pusat Bumi. Orang yang berada dalam satelit tersebut akan melayang karena keadaan tersebut seperti halnya benda yang sedang jatuh bebas. Atau secara sederhana sama halnya dengan orang yang berada di ∞

dalam lift yang jatuh dipercepat karena talinya putus. Jika satelit diam, satelit akan jatuh ke Bumi. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Newton tentang Bulan yang mengorbit Bumi.

Berlaku persamaan

$$F = ma_s$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = ma_s$$

- Grafik yang paling sesuai adalah grafik A. Gaya gravitasi dipengaruhi oleh Massa benda dan jarak kedua benda yang berinteraksi. Karena yang ditanyakan adalah resultan gravitasi maka tidak ada yang bernilai negatif. Pada titik tertentu pesawat tersebut akan mengalami gravitasi nol karena gaya tarik Bumi terhadap pesawat sama dengan gaya tarik Bulan pada pesawat. Karena gaya gravitasi berbanding terbalik dengan kuadrat jarak maka semakin jauh dari Bumi semakin kecil secara eksponensial dan semakin besar ketika mendekati Bulan karena jarak semakin kecil terhadap Bulan.
- Percepatan gravitasi di permukaan Bulan dapat diketahui dengan membandingkan dengan percepatan gravitasi di Bumi. Dapat dituliskan

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

$$g_p = \left(\frac{m_p}{81,25m_p}\right) \times \left(\frac{3,67R_p}{R_p}\right)^2 \times 9,8$$

$$g_p = 1,6 \text{ m/s}^2$$

Jadi, percepatan gravitasi di Bulan adalah $1,6 \text{ m/s}^2$ nilai yang kecil jika dibandingkan dengan percepatan Bumi. Dengan percepatan tersebut seorang dapat melompat lebih tinggi dibanding di Bumi.

- Perubahan kelajuan atau kecepatan linear menunjukkan bahwa Bumi tidak memiliki lintasan orbit lingkaran karena seharusnya kelajuan pada orbit lingkaran adalah tetap. Kelajuan di titik terdekat akan meningkat karena gaya gravitasi akan semakin besar jika jarak semakin dekat. Begitu pula sebaliknya.
- Yang operator butuhkan adalah ketinggian satelit. Kita dapat mencari ketinggian satelit dengan hukum Kepler III. Kita dapat menyederhanakan bahwa periode satelit adalah 4 kali periode ISS. Jari jari Bumi $6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ dan ketinggian ISS $6,8 \cdot 10^6 \text{ m}$ dari pusat Bumi. Berdasarkan hukum Kepler III

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

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

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

$$r_1 = 6,8 \cdot 10^6 \left(\frac{4T_2}{T_2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$r_1 = 6,8 \cdot 10^6 \sqrt[3]{16}$$

$$r_1 = 17,1 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Ketinggian satelit dari pusat Bumi adalah $17,1 \cdot 10^6 \text{ m}$. Maka ketinggian Satelit dari permukaan Bumi adalah $10,7 \cdot 10^6 \text{ m}$ atau 10.700 km di atas permukaan Bumi.

Jadi, untuk mempertahankan orbitnya satelit tersebut harus melaju $6,4 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$.

7. Kecepatan satelit pada ketinggian tertentu dapat dicari menggunakan persamaan hukum gravitasi Newton

$$F = ma_s$$

$$G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{(R+h)}$$

$$\frac{GM}{(R+h)} = v^2$$

GM sama untuk kedua satelit dalam satu orbit. Maka, kecepatan satelit pada ketinggian yang sama akan sama meskipun massanya berbeda.

8. Satelit merupakan alat bukti dari perkembangan ilmu sains dan teknologi. Akan sangat merugikan jika satelit ditiadakan saat ini. Satelit bermanfaat bagi berbagai bidang dalam masyarakat seperti keamanan, komunikasi, navigasi, pendidikan, penelitian dan lain-lain. Satelit tidak akan bertabrakan selama berada pada orbit masing-masing. Satelit yang ada saat ini diupayakan membentuk orbit lingkaran agar tidak berseberangan dengan orbit satelit lain. Pada orbit yang sama satelit tidak akan melampaui satelit lain karena pada ketinggian yang sama kecepatannya sama tak bergantung pada massa dan bentuk satelit. Mengenai sampah ruang angkasa yang memiliki orbit tak selalu lingkaran dan cenderung sembarang dapat diatasi dengan minimalisasi sampah yang harus kita tinggalkan di angkasa. Yaitu dengan cara menjatuhkan satelit yang masa pemakaiannya hampir habis ke samudra. Selain itu perlu diupayakan membersihkan sampah yang memiliki orbit tetap di angkasa untuk dibersihkan.

Penilaian

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

C2. Kisi-kisi Soal Postest untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis

Satuan Pendidikan : SMA/MA

Mata Pelajaran : Fisika

Kelas/Semester : XI/Gasal

Banyak Soal : 8 soal

Jenis Soal : Uraian

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

Kompetensi Dasar : Menganalisis keteraturan gerak planet dan satelit dalam tata surya berdasarkan hukum-hukum Newton

| No. | Indikator Pembelajaran | Aspek Berpikir Kritis | Soal | Jawaban | Skor Maksimal |
|-----|--|-------------------------|---|-----------|---------------|
| 1 | Menganalisis hubungan antara massa dan jarak terhadap gaya gravitasi | Interpret (menafsirkan) | 1. Sebuah pesawat ulang-alik melakukan ekspedisi dari Bumi ke ruang angkasa dengan membawa benda 1 bermassa 1 kg, bermassa 2 bermassa 5 kg, dan benda 3 bermassa 10 kg. Besarnya gaya gravitasi bumi yang dialami oleh kedua benda digambarkan pada grafik berikut. | terlampir | 2 |

| | | | | | |
|---|--|--------------------------|--|-----------|---|
| | | | <h3 style="text-align: center;">HUBUNGAN GAYA DAN JARAK TERHADAP GAYA GRAVITASI</h3> <p style="text-align: center;">Berdasarkan grafik tersebut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Bagaimana besar gaya gravitasi bumi saat jarak semakin jauh? Bagaimana besar gaya gravitasi bumi saat massa semakin besar? | | |
| | | Inference (menyimpulkan) | <ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan tabel tersebut buatlah kesimpulan tentang hubungan antara massa dan jarak terhadap besarnya gaya gravitasi? | terlampir | 4 |
| 2 | Menentukan besar resultan gravitasi nol Siantar dua planet | Analyze (menganalisis) | 2. Sebuah pesawat luar angkasa meluncur langsung dari Bumi ke Bulan. Tentukan jarak pesawat tersebut dari Bumi agar resultan gravitasi yang dialami pesawat tersebut sama dengan nol. (Diketahui: R =jari-jari Bumi; | terlampir | 6 |

| | | | | | |
|---|--|--------------------------|--|-----------|---|
| | | | Jarak Bumi - Bulan = 60R; massa Bumi = 81 kali massa Bulan) | | |
| 3 | Menentukan percepatan gravitasi di ketinggian tertentu dengan membandingkan dengan percepatan di permukaan Bumi | Evaluate (menilai) | 3. Pernahkah kamu melihat video astronot yang sedang melakukan aktivitas di dalam satelit ISS (<i>International Space Station</i>) yang sedang mengorbit Bumi pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi. Para astronot tersebut melayang-layang seperti kehilangan berat sewaktu berada dalam satelit. Temanmu berpendapat di sana tidak ada gravitasi atau percepatan gravitasinya nol. (Diketahui g di permukaan Bumi = $9,8 \text{ m/s}^2$ dan jari-jari Bumi 6400 km) a. Setujukah kamu dengan pendapat temanmu? (Setuju, tidak setuju) | terlampir | 2 |
| | | Analyze (menganalisis) | b. Buktikan apakah benar di sana percepatan gravitasinya nol! | terlampir | 4 |
| 4 | Menentukan potensial gravitasi di permukaan Bulan dengan membandingkan dengan potensial gravitasi di permukaan Bumi. | Evaluate (menilai) | 4. Kabarnya kita dapat melempar batu lebih tinggi ketika berada di Bulan daripada di Bumi. Temanmu berpendapat potensial gravitasi di permukaan Bulan lebih kecil dibanding Bumi. (potensial gravitasi di permukaan Bumi $-6,25 \times 10^7 \text{ m/s}^2$; massa Bumi 81,25 kali massa Bulan; radius Bumi 3,67 kali radius Bulan) a. Setujukah kamu dengan pendapat temanmu? (Setuju, tidak setuju) | terlampir | 2 |
| | | Analyze (menganalisis) | b. Buktikan jika memang benar di permukaan Bulan potensialnya lebih kecil dibanding Bumi! | terlampir | 4 |
| 5 | Menyimpulkan bentuk orbit Bumi berdasarkan fakta-fakta | Inference (menyimpulkan) | 5. Kelajuan Bumi mengelilingi Matahari: 1) Berubah ubah 2) Paling cepat saat Bumi paling dekat dengan Matahari 3) Paling lambat saat Bumi paling jauh dengan Matahari 4) Semakin besar dan semakin kecil secara beraturan | terlampir | 3 |

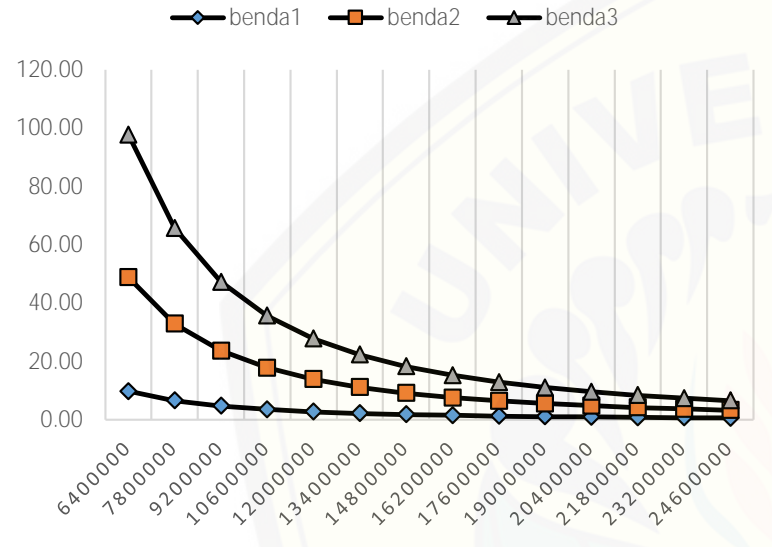
| | | | | | |
|----|---|------------------------|--|-----------|---|
| | | | Berdasarkan pernyataan di atas, apa yang dapat kamu simpulkan mengenai orbit Bumi? | | |
| 6 | Menentukan ketinggian satelit berdasarkan hukum Kepler III | Analyze (Menganalisis) | 6. Suatu satelit mengalami kerusakan pada salah satu alatnya sehingga tidak dapat mengukur ketinggian satelit tersebut. Padahal untuk tetap berada di orbit operator harus menjaga kelajuan satelit tetap dengan mengetahui ketinggiannya. Temukan cara agar operator dapat mengetahui ketinggian satelit dari permukaan Bumi dengan membandingkan dengan satelit ISS. (Diketahui periode satelit tersebut empat kali periode satelit ISS; satelit ISS berada pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi; dan jari-jari Bumi (R) = 6400 km) | terlampir | 6 |
| 7 | Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan satelit di angkasa pada ketinggian yang sama | Evaluate (menilai) | 7. Isu terbaru saat ini tentang konspirasi Bumi datar. Mereka para konspirator Bumi datar tidak percaya bahwa satelit itu ada. Menurut mereka satelit hanya rekayasa dan tidak mungkin ada di angkasa karena pasti akan saling bertabrak jika jumlahnya sangat banyak. a. Setujukah kalian bahwa satelit itu tidak ada? (Setuju, tidak setuju) | terlampir | 2 |
| | | Analyze (menganalisis) | b. Jika memang satelit itu ada, pada ketinggian yang sama mengapa tidak terjadi tabrakan? | terlampir | 6 |
| 8. | Memberikan solusi permasalahan sampah ruang angkasa (space debris) | Evaluate (menilai) | 8. Saat ini ada lebih dari 45.000 benda angkasa yang melayang di sekitar Bumi berupa satelit dan sampah-sampah ruang angkasa. Satelit memang sangat bermanfaat bagi manusia dalam berbagai bidang. Namun, jika semakin banyak peluncuran satelit baru, sampah akan semakin banyak dan ada kemungkinan terjadi tabrakan yang membahayakan manusia. a. Mengingat bahaya satelit setujukah kalian jika satelit seharusnya tidak ada atau tidak perlu? (Setuju, tidak setuju) | terlampir | 2 |

| | | | | |
|--------|------------------------|---|-----------|----|
| | Analyze (menganalisis) | b. Berikan solusi atas permasalahan ini! Pertimbangkan langkah-langkah untuk mencegah tabrakan satelit dan bertambahnya sampah ruang angkasa. | terlampir | 4 |
| Jumlah | | | | 49 |

RUBRIK PENILAIAN

| No. | Soal | Kriteria Penilaian | Skor |
|-----|--|--------------------|------|
| 1 | a | Tidak menjawab | 0* |
| | | Semakin kecil | 1* |
| | Sebuah pesawat ulang-alik melakukan ekspedisi dari Bumi ke ruang angkasa dengan membawa benda 1 bermassa 1 kg, bermassa 2 bermassa 5 kg, dan benda 3 bermassa 10 kg. Besarnya gaya gravitasi bumi yang dialami oleh kedua benda digambarkan pada grafik berikut. | | 2 |

HUBUNGAN GAYA DAN JARAK TERHADAP GAYA GRAVITASI



Berdasarkan tabel tersebut:
 Bagaimana besar gaya gravitasi saat jarak semakin jauh?

Semakin kecil secara eksponensial

2*

b

Bagaimana besar gaya gravitasi saat massa semakin besar?

Semakin besar

2

2

c

Berdasarkan tabel tersebut buatlah kesimpulan tentang hubungan antara massa dan jarak terhadap besarnya gaya gravitasi?

Gaya berbanding lurus dengan massa dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak

4*

4

Gaya berbanding lurus dengan massa dan berbanding terbalik dengan jarak

3*

| | | | | | |
|---|---|---|--|----|---|
| 2 | | Sebuah pesawat luar angkasa meluncur langsung dari Bumi ke Bulan. Tentukan jarak pesawat tersebut dari Bumi agar resultan gravitasi yang dialami pesawat tersebut sama dengan nol. (Diketahui: R = jari-jari Bumi; Jarak Bumi - Bulan = $60R$; massa Bumi = 81 kali massa Bulan) | Menuliskan persamaan gaya gravitasi | 2 | 6 |
| | | | Menuliskan resultan gravitasi sama dengan nol, atau menuliskan gaya gravitasi oleh Bumi sama dengan gaya gravitasi oleh Bulan pada pesawat | 2 | |
| | | | Menuliskan jarak di mana resultan gravitasi sama dengan nol | 2 | |
| 3 | a | Pernahkah kamu melihat video astronot yang sedang melakukan aktivitas di dalam satelit ISS (International Space Station) yang sedang mengorbit Bumi pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi. Para astronot tersebut melayang-layang seperti kehilangan berat sewaktu berada dalam satelit. Temanmu berpendapat di sana tidak ada gravitasi atau percepatan gravitasinya nol. (Diketahui g di permukaan Bumi = $9,8 \text{ m/s}^2$ dan jari-jari Bumi 6400 km) Setujukah kamu pada pendapat temanmu? (Setuju, tidak setuju) | tidak menjawab | 0* | 2 |
| | | | Setuju | 1* | |
| | | | Tidak setuju | 2* | |
| | b | Buktikan apakah benar di sana percepatan gravitasinya nol! | Menuliskan persamaan percepatan gravitasi pada ketinggian tertentu | 1 | 4 |
| | | | Menuliskan percepatan gravitasi pada ketinggian 400 km tidak nol | 2 | |
| | | | Memberikan alasan atau pernyataan bahwa pada ketinggian | 1 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | tersebut percepatan gravitasi tidak nol | |
| 4 | a | Kabarnya kita dapat melempar batu lebih tinggi ketika berada di Bulan daripada di Bumi. Temanmu berpendapat potensial gravitasi di permukaan Bulan lebih kecil dibanding Bumi. (potensial gravitasi di permukaan Bumi $-6,25 \times 10^7$ m/s ² ; massa Bumi 81,25 kali massa Bulan; radius Bumi 3,67 kali radius Bulan) Setujukah kamu dengan pendapat temanmu? (Setuju, tidak setuju) | Setuju 2* | 2 |
| | | | tidak menjawab 0* | |
| | | | Tidak setuju 1* | |
| 4 | b | Buktikan jika memang benar di permukaan Bulan potensialnya lebih kecil dibanding Bumi! | Menuliskan persamaan potensial gravitasi 1 | 4 |
| | | | Membandingkan potensial gravitasi di Bulan dan di Bumi 1 | |
| | | | Menentukan potensial gravitasi di Bulan atau memberikan bukti dan alasan bahwa potensial di bulan lebih kecil 2 | |
| 5 | | Kelajuan Bumi mengelilingi Matahari: 1) Berubah ubah 2) Paling cepat saat Bumi paling dekat dengan Matahari 3) Paling lambat saat Bumi paling jauh dengan Matahari 4) Semakin besar dan semakin kecil secara beraturan Berdasarkan pernyataan di atas, apa yang dapat kamu simpulkan mengenai orbit Bumi? | Menyimpulkan dengan benar bahwa orbit Bumi berbentuk oval. 3* | 3 |
| | | | Menyimpulkan orbit Bumi berbentuk lingkaran atau tak beraturan 1* | |

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
| 6 | | <p>Suatu satelit mengalami kerusakan pada salah satu alatnya sehingga tidak dapat mengukur ketinggian satelit tersebut. Padahal untuk tetap berada di orbit operator harus menjaga kelajuan satelit tetap dengan mengetahui ketinggiannya. Temukan cara agar operator dapat mengetahui ketinggian satelit dari permukaan Bumi dengan membandingkan dengan satelit ISS. (Diketahui periode satelit tersebut empat kali periode satelit ISS; satelit ISS berada pada ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi; dan jari-jari Bumi (R) = 6400 km)</p> | Menuliskan cara atau langkah menentukan ketinggian satelit. 1 | 6 |
| | | | Menuliskan persamaan hukum Kepler III 1 | |
| | | | Menentukan ketinggian satelit berdasarkan hukum Kepler III 4 | |
| 7 | a | <p>Isu terbaru saat ini tentang konspirasi Bumi datar. Mereka para konspirator Bumi datar tidak percaya bahwa satelit itu ada. Menurut mereka satelit hanya rekayasa dan tidak mungkin ada di angkasa karena pasti akan saling bertabrak jika jumlahnya sangat banyak. Setujukah kalian bahwa satelit itu tidak ada? (Setuju, tidak setuju)</p> | Tidak menjawab 0* | 2 |
| | | | Setuju 1* | |
| | | | Tidak setuju 2* | |
| | b | <p>Jika memang satelit itu ada, pada ketinggian yang sama mengapa tidak terjadi tabrakan?</p> | Memberikan alasan yang logis 2 | 6 |
| | | | Memberikan alasan yang logis lebih dari satu 2 | |
| | | | Memberikan alasan logis dan menghubungkan dengan faktor yang mempengaruhi laju satelit 2 | |
| 8 | a | <p>Saat ini ada lebih dari 45.000 benda angkasa yang melayang di sekitar Bumi berupa satelit dan sampah-sampah ruang angkasa. Satelit memang sangat bermanfaat bagi manusia dalam berbagi bidang. Namun, jika semakin banyak</p> | Tidak menjawab 0* | 2 |

| | | | | | |
|--|---|--|--|----|---|
| | | peluncuran satelit baru, sampah akan semakin banyak dan ada kemungkinan terjadi tabrakan yang membahayakan manusia. Mengingat bahaya satelit setujukah kalian jika satelit seharusnya tidak ada atau tidak perlu? (Setuju, tidak setuju) | Tidak setuju | 2* | |
| | | | Setuju | 1* | |
| | b | Berikan solusi atas permasalahan ini! Pertimbangkan langkah-langkah untuk mencegah tabrakan satelit dan bertambahnya sampah ruang angkasa. | Memberikan solusi yang logis | 2* | 4 |
| | | | Memberikan solusi yang logis lebih dari satu | 4* | |

Keterangan: * pilih salah satu skor kriteria

Lampiran

9. Kita anggap jarak Bumi - Bulan adalah r dan jarak Bumi ke pesawat adalah x . Gaya pesawat terhadap Bumi adalah F_1 dan gaya pesawat terhadap Bulan adalah F_2 . Massa pesawat M . Gaya total nol saat Bumi dan Bulan menarik dengan gaya yang sama tetapi berlawanan arah dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 F_1 &= F_2 \\
 G \frac{Mm_A}{x^2} &= G \frac{Mm_B}{(r-x)^2} \\
 \frac{81m_E}{x^2} &= \frac{m_E}{(r-x)^2} \\
 9 &= \frac{x}{r-x} \\
 9r - 9x &= x \\
 9r &= 10x
 \end{aligned}$$

Berhubung r jarak Bumi ke Bulan sama dengan $60R$

$$\begin{aligned}
 9 \cdot 60 \cdot R &= 10x \\
 x &= 54R
 \end{aligned}$$

Pesawat tersebut harus berada pada jarak 54 kali jari-jari Bumi.

10. Untuk meyakinkan diri, kita perlu menentukan percepatan gravitasi di satelit ISS. Percepatan gravitasi di satelit ISS dapat ditentukan berdasarkan rumus berikut:

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

$$g' = \left(\frac{6400 \cdot 10^3}{6800 \cdot 10^3} \right)^2 9,8$$

$$g' = 9,2 \text{ m/s}^2$$

Percepatan gravitasi di ISS ketinggian 400 km di atas permukaan Bumi tidak jauh berbeda dengan permukaan Bumi. Alasan mereka Melayang adalah karena satelit ISS bergerak melingkar mengelilingi Bumi. Saat satelit bergerak melingkar mengelilingi Bumi dengan kelajuan tertentu dan tetap, satelit tersebut dipercepat menuju pusat Bumi. Orang yang berada dalam satelit tersebut akan melayang karena keadaan tersebut seperti halnya benda yang sedang jatuh bebas. Atau secara sederhana sama halnya dengan orang yang berada di dalam lift yang jatuh dipercepat karena talinya putus. Jika satelit diam, satelit akan jatuh ke Bumi.

11. Potensial gravitasi di permukaan Bulan dapat diketahui dengan membandingkan dengan potensial gravitasi di Bumi. Dapat dituliskan

$$V = \left(\frac{m_p}{m_b} \right) x \left(\frac{R_b}{R_p} \right) x V_b$$

$$V = \left(\frac{m_p}{81,25m_p} \right) x \left(\frac{3,67R_p}{R_p} \right) x (-6,25 \times 10^7)$$

$$g_p = -2,8 \times 10^6 \text{ J/kg}$$

5. Pernyataan kelajuan berubah ubah berarti orbit Bumi tak berbentuk lingkaran. Pernyataan kelajuan semakin cepat dan lambat berarti orbitnya berbentuk oval bukan tak beraturan. Jadi kesimpulannya bit Bumi berbentuk oval.
6. Yang operator butuhkan adalah ketinggian satelit. Kita dapat mencari ketinggian satelit dengan hukum Kepler III. Kita dapat menyederhanakan bahwa periode satelit adalah 4 kali periode ISS. Jari jari Bumi $6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ dan ketinggian ISS $6,8 \cdot 10^6 \text{ m}$ dari pusat Bumi. Berdasarkan hukum Kepler III

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

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

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

$$r_1 = 6,8 \cdot 10^6 \left(\frac{4T_2}{T_2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$r_1 = 6,8 \cdot 10^6 \sqrt[3]{16}$$

$$r_1 = 17,1 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Ketinggian satelit dari pusat Bumi adalah $17,1 \cdot 10^6 \text{ m}$. Maka ketinggian Satelit dari permukaan Bumi adalah $10,7 \cdot 10^6 \text{ m}$ atau 10.700 km di atas permukaan Bumi.

Jadi, untuk mempertahankan orbitnya satelit tersebut harus melaju $6,4 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$.

7. Tidak setuju. Satelit tersebut tidak bertabrakan karena ada yang mengawasi dan mengendalikan masing-masing satelit. Pada ketinggian yang sama satelit tidak akan saling mendahului karena kecepatan satelit sama pada ketinggian yang sama.

$$\frac{GM}{(R + h)} = v^2$$

Jadi kemungkinan bertabrakan sangat kecil.

8. Satelit merupakan alat bukti dari perkembangan ilmu sains dan teknologi. Akan sangat merugikan jika satelit ditiadakan saat ini. Satelit bermanfaat bagi berbagai bidang dalam masyarakat seperti keamanan, komunikasi, navigasi, pendidikan, penelitian dan lain-lain. Satelit tidak akan bertabrakan selama berada pada orbit masing-masing. Satelit yang ada saat ini diupayakan membentuk orbit lingkaran agar tidak berseberangan dengan orbit satelit lain. Pada orbit yang sama satelit tidak akan melampaui satelit lain karena pada ketinggian yang sama kecepatannya sama tak bergantung pada massa dan bentuk satelit. Mengenai sampah ruang angkasa yang memiliki orbit tak selalu lingkaran dan cenderung sembarang dapat diatasi dengan minimalisasi sampah yang harus kita tinggalkan di angkasa. Yaitu dengan cara menjatuhkan satelit yang masa pemakaiannya hampir habis ke samudra. Selain itu perlu diupayakan membersihkan sampah yang memiliki orbit tetap di angkasa untuk dibersihkan.

Penilaian:

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

LAMPIRAN D. VALIDITAS BAHAN AJAR INTERAKTIF

D1. Validasi Oleh Ketiga Validator

Lembar Validasi Bahan Ajar Interaktif

Sekolah : MAN Bredureno
 Alamat : Ploso
 Pokok Bahasan : Bahasa Inggris tentang Chemistry
 Kelas/Semester : XI/IIA

Petunjuk penilaian!
 Skema Bagan/Diagram yang diberikan, sudah atau belum (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapat Anda!
 Keterangan: 5 : berarti "sangat valid"
 4 : berarti "valid"
 3 : berarti "cukup valid"
 2 : berarti "kurang valid"
 1 : berarti "tidak valid"

| No. | Aspek | Isi/Barang | Skala Penilaian | | | | |
|-----------------------------|-------------------|---|-----------------|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| VALIDITAS KONSTRUKSI | | | | | | | |
| 1 | Format | a. Pengaturan ruang atau tata letak. d. Jarak dan ukuran huruf yang sesuai. | | | | | ✓ |
| 2 | Grafis | a. Disajikan format untuk mempermudah sistem. | | | | | ✓ |
| | | b. Memberikan keterangan secara visual. | | | | | ✓ |
| | | c. Memberikan tanggapan yang jelas. | | | | | ✓ |
| 3 | Bahasa | d. Keseluruhan yang relevan dengan materi. | | | | | ✓ |
| | | a. Kebahasaan lisan/bahasa. | | | | | ✓ |
| | | b. Kemampuan berinteraksi dengan kemahasiswaan. | | | | | ✓ |
| | | c. Bahasa yang komunikatif. | | | | | ✓ |
| | | d. Keterbacaan/kejelasan penyajian dan susunan. | | | | | ✓ |
| | | e. Memudahkan proses baca siswa. | | | | | ✓ |
| VALIDITAS ISI | | | | | | | |
| 1 | Dasar keahliannya | a. Bahan ajar interaktif berbasis ICT di dalam aplikasi untuk siswa SMA/MA jurusan Ilmu Alam (IPA). | | | | | ✓ |
| | | b. Bahan ajar interaktif berbasis ICT menggunakan bahasa agar lebih mudah siswa. | | | | | ✓ |
| | | c. Kemampuan Bahan ajar interaktif berbasis ICT mengenai pengetahuan konseptual dan ketrampilan. | | | | | ✓ |
| 2 | Dasar Kebaruan | a. Bahan ajar interaktif berbasis ICT di pendahuluan untuk memudahkan pembelajaran. Kurikulum 2013. | | | | | ✓ |
| | | b. Bahan ajar interaktif berbasis ICT mampu meningkatkan dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis sebagai keterampilan abad 21. | | | | | ✓ |
| | | c. Bahan ajar interaktif berbasis ICT mampu meningkatkan kemampuan belajar siswa. | | | | | ✓ |
| | | d. Bahan ajar interaktif berbasis ICT mampu meningkatkan kemampuan memecahkan masalah siswa. | | | | | ✓ |
| | | e. Bahan ajar interaktif berbasis ICT memudahkan pemahaman siswa tentang materi bahasa Inggris tentang grammar. | | | | | ✓ |

Kesimpulan penilaian secara umum (bagian) valid atau yang sesuai!

Bahan ajar interaktif ini:

1. Bahan ajar digunakan dan bermanfaat:

Ya

2. Dapat digunakan dengan revisi:

Dapat digunakan tanpa revisi

Nilai keseluruhan Bagan/Diagram untuk memudahkan cara-cara revisi pada lembar kerja berikut:

Jember, 14 November 2020
 Validator

D. Supriyanto, S.Pd., M.Pd.
 NIP. 1954011 198011 002

Lembar Validasi Bahan Ajar Interaktif

Sekolah : MAN Bunderwono
 Mata Pelajaran : Fisika
 Pokok Bahasan : Hukum Newton tentang Gerakan
 Kelas/Semester : X/Geser

Petunjuk penilaian:
 Kepada Bapak/Ibu yang menghormati, berikut ini ada lembar (1) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pedoman di bawah ini:
 Keterangan: - 5 : berarti "sangat valid"
 4 : berarti "valid"
 3 : berarti "cukup valid"
 2 : berarti "kurang valid"
 1 : berarti "tidak valid"

| No. | Aspek | Indikator | Skala Penilaian | | | | |
|---------------------------|-----------------|--|-----------------|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| VALIDITAS KUNSTRUK | | | | | | | |
| 1 | Format | a. Penggunaan gambar atau foto jelas d. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai | | | | ✓ | |
| 2 | Isi/isi | a. Dapat menggali informasi untuk mengembangkan materi | | | | ✓ | |
| | | b. Materi yang disajikan secara sistematis | | | | ✓ | |
| | | c. Menyajikan rangkuman yang jelas | | | | ✓ | |
| | | d. Bahasa yang relevan dengan materi | | | | ✓ | |
| 3 | Bahasa | a. Keefektifan tata bahasa | | | | ✓ | |
| | | b. Konsistensi bahasa dengan kondisi siswa | | | | ✓ | |
| | | c. Bahasa yang komunikatif | | | | ✓ | |
| | | d. Keterbacaan/legibilitas petunjuk dan arahan | | | | ✓ | |
| | | e. Mendukung minat baca siswa | | | | ✓ | |
| VALIDITAS ISI | | | | | | | |
| 1 | Umur kebermanan | a. Bahan ajar interaktif berbasis SETS di domain spesifik untuk siswa SMA/MA jurusan Ilmu Alam (IPA) | | | | ✓ | |
| | | b. Bahan ajar interaktif berbasis SETS menggunakan bahasa yang baik bagi siswa | | | | ✓ | |
| | | c. Kemampuan bahan ajar interaktif berbasis SETS memuat pengetahuan konseptual dan faktorial | | | | ✓ | |
| 2 | Umur Kebermanan | a. Bahan ajar interaktif berbasis SETS dipertahankan untuk memudahkan pembelajaran Kurikulum 2013 | | | | ✓ | |
| | | b. Bahan ajar interaktif berbasis SETS mampu memfasilitasi dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis sebagai kompetensi abad 21 | | | | ✓ | |
| | | c. Bahan ajar interaktif berbasis SETS mampu memfasilitasi kemampuan berpikir kritis | | | | ✓ | |
| | | d. Bahan ajar interaktif berbasis SETS mampu memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah siswa | | | | ✓ | |
| | | e. Bahan ajar interaktif berbasis SETS memfasilitasi pemahaman siswa tentang materi Hukum Newton tentang gravitasi | | | | ✓ | |

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

- Bahan ajar interaktif ini:
1. Bahan dapat digunakan dan memfasilitasi ketuntasan
 2. Dapat digunakan dengan revisi
 3. Dapat digunakan tanpa revisi

Mohon kepada Bapak/Ibu untuk menuliskan baik-baik sesuai pada kolom yang berikut:

peny. Bunderwono, Jember, 24 Desember 2021

Jember, 24 Desember 2021
 Validasi

[Signature]
 NIP. 0920411 20132 1 002

Lembar Validasi Bahan Ajar Interaktif

Sekolah : MAN Bendosono
 Mata Pelajaran : Fisika
 Pokok Bahasan : Hukum Newton tentang Gravitasi
 Kelas/Semester : XI/Gasul

Petunjuk penilaian!
 Kepada Bapak/Ibu yang terhormat, berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian yang sesuai dengan pendapat Anda!

- Keterangan: 5 : berarti "sangat valid"
 4 : berarti "valid"
 3 : berarti "cukup valid"
 2 : berarti "kurang valid"
 1 : berarti "tidak valid"

| No. | Aspek | Indikator | Skala Penilaian | | | | |
|---------------------------|---------------------|---|-----------------|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| VALIDITAS KONSTRUK | | | | | | | |
| 1 | Format | a. Penggunaan ruang atau foto lebih | | | | ✓ | |
| | | b. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai | | | | ✓ | |
| 2 | Ilustrasi | a. Ditawarkan ilustrasi untuk memperjelas materi | | | | ✓ | |
| | | b. Memberi keterangan gambar visual | | | | ✓ | |
| | | c. Memiliki tampilan yang jelas | | | | ✓ | |
| | | d. Informasi yang relevan dengan materi | | | | | ✓ |
| 3 | Bahasa | a. Kebenaran tata bahasa | | | | ✓ | |
| | | b. Kejelasan kalimat dengan kondisi siswa | | | | ✓ | |
| | | c. Bahasa yang komunikatif | | | | | ✓ |
| | | d. Keterbacaan/kejelasan petunjuk dan arahan | | | | | ✓ |
| | | e. Menawarkan ruang bagi siswa | | | | | ✓ |
| VALIDITAS ISI | | | | | | | |
| 1 | Uraian kebaruan | a. Bahan ajar interaktif berbasis SETS di desain spesifik untuk siswa SMA/MA jurusan Ilmu Alam (IPA) | | | | | ✓ |
| | | b. Bahan ajar interaktif berbasis SETS menyajikan bahan ajar baru bagi siswa | | | | | ✓ |
| | | c. Komponen Bahan ajar interaktif berbasis SETS memuat pengetahuan konseptual dan ketrampilan | | | | | ✓ |
| 2 | Uraian kebutuhan | a. Bahan ajar interaktif berbasis SETS diperlukan untuk mendukung implementasi Kurikulum 2013 | | | | ✓ | |
| | | b. Bahan ajar interaktif berbasis SETS mampu melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis sebagai kemampuan abad 21 | | | | | ✓ |
| | | c. Bahan ajar interaktif berbasis SETS mampu melatih kemampuan masalah siswa | | | | | ✓ |
| | | d. Bahan ajar interaktif berbasis SETS mampu melatih kemampuan memecahkan masalah siswa | | | | | ✓ |
| | | e. Bahan ajar interaktif berbasis SETS memfasilitasi pemahaman siswa tentang materi hukum Newton tentang gravitasi | | | | | ✓ |

Ketepatan penilaian secara umum (tandai salah satu yang sesuai)

Bahan ajar interaktif ini:

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

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

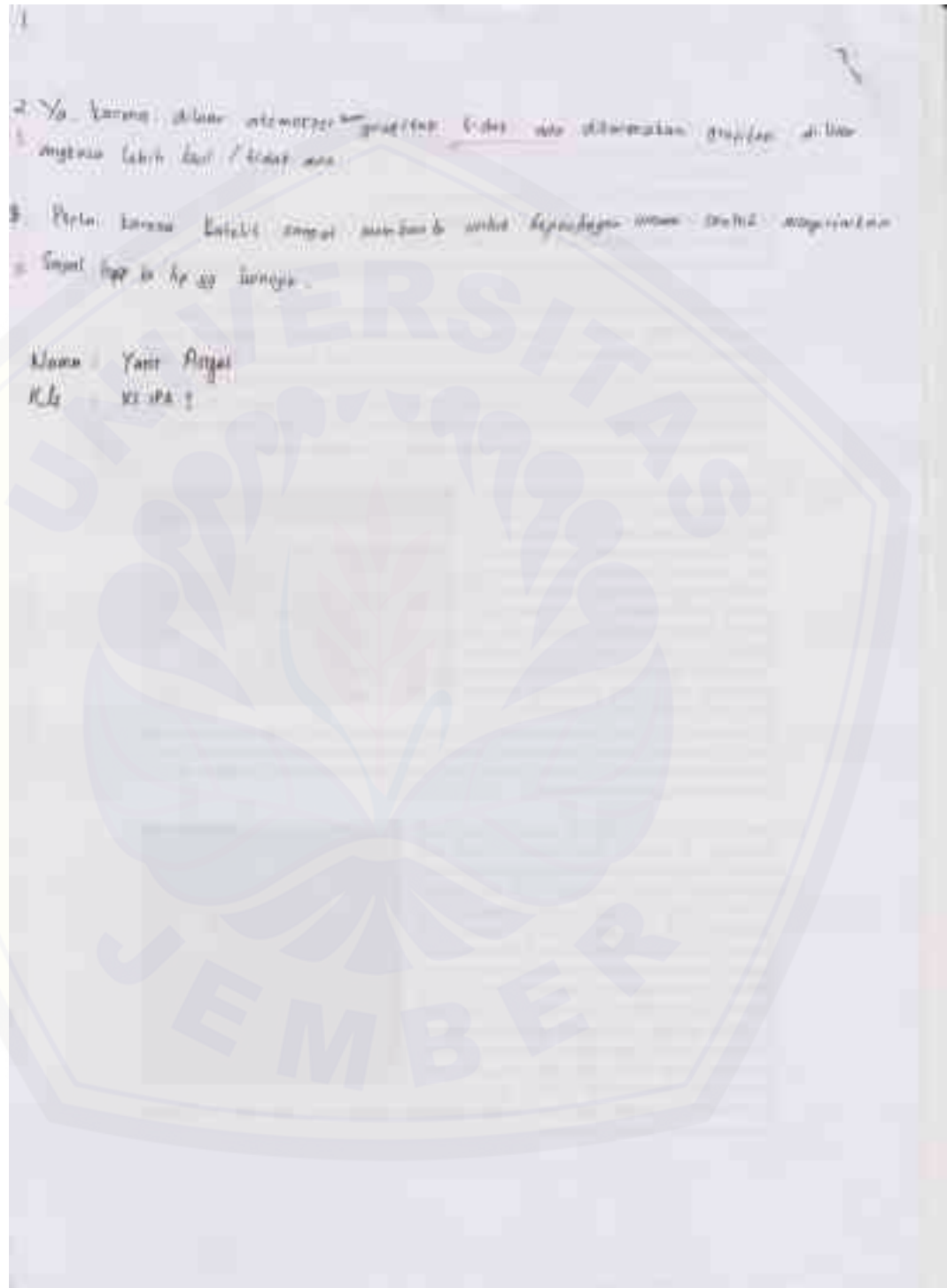
- Harap diujicobakan pada tahun 2016
 dan menggunakan tipe soal dan
 Lembar Kerja Siswa.

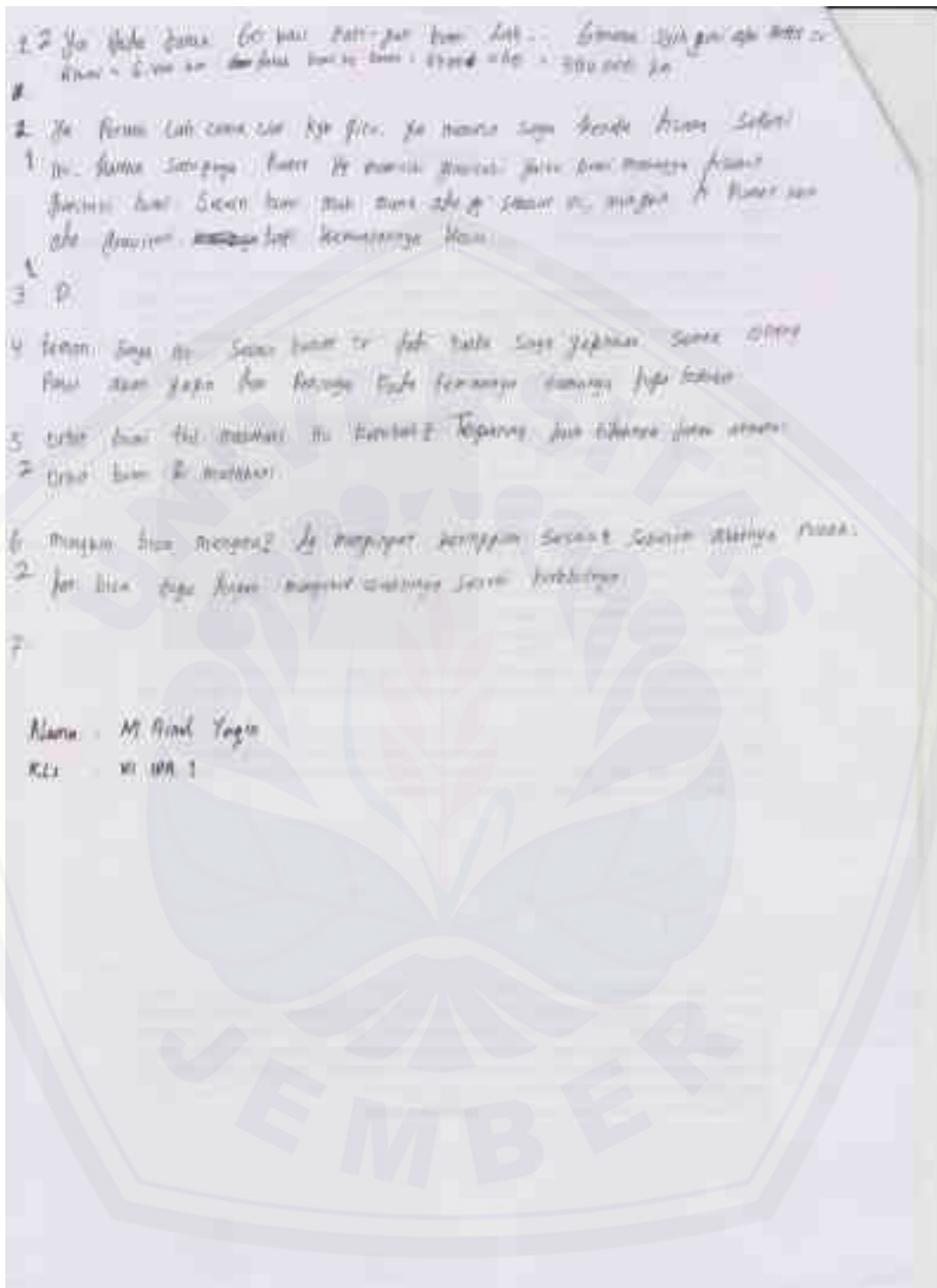
Bendosono, 12 November 2016

[Signature]
 NIP. 401521413022002

D2. Hasil Validasi Akumulatif

| No. | Aspek | Indikator | Validator | | | I | A |
|---------------------------|-----------------|--|-----------|---|---|-----|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 | | |
| VALIDITAS KONSTRUK | | | | | | | |
| 1 | Format | a. Pengaturan ruang atau tata letak | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| | | b. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 2. | Ilustrasi | a. Dukungan ilustrasi untuk memperjelas materi | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,2 |
| | | b. Memberi dorongan secara visual | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | | c. Memiliki tampilan yang jelas | 5 | 4 | 4 | 4,3 | |
| | | d. Simulasi yang relevan dengan materi | 5 | 4 | 5 | 4,7 | |
| 3. | Bahasa | a. Kebenaran tata bahasa | 4 | 4 | 4 | 4 | 4,3 |
| | | b. Kesesuaian kalimat dengan kondisi siswa | 5 | 4 | 4 | 4,3 | |
| | | c. Bahasa yang komunikatif | 5 | 4 | 5 | 4,7 | |
| | | d. Keterbacaan/ kejelasan petunjuk dan arahan | 5 | 4 | 5 | 4,7 | |
| | | e. Mendorong minat baca siswa | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| VALIDITAS ISI | | | | | | | |
| 1. | Unsur kebaruan | a. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS di desain spesifik untuk siswa SMA/MA jurusan Ilmu Alam (IPA) | 4 | 4 | 5 | 4,3 | 4,3 |
| | | b. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS merupakan bahan ajar baru bagi siswa | 4 | 4 | 5 | 4,3 | |
| | | c. Komponen Bahan ajar interaktif berwawasan SETS memuat pengetahuan kontekstual dan kekinian | 4 | 4 | 5 | 4,3 | |
| 2 | Unsur Kebutuhan | a. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS diperlukan untuk mendukung implementasi Kurikulum 2013 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | b. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS mampu melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis sebagai keterampilan abad 21 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | | c. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS mampu melatih kemampuan menalar siswa | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | | d. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS mampu melatih kemampuan memecahkan masalah siswa | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | | e. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS memfasilitasi pemahaman siswa tentang materi hukum Newton tentang gravitasi | 4 | 4 | 4 | 4 | |

LAMPIRAN E. UJI PENGEMBANGAN**E1. Jawaban Pretest**



LEMBAR JAWABAN

Nama : Dr. Nurul Huda

Kelas : 20 IPA 2

Sekolah : MAN Bondowoso

1. a. ¹ Saat akan sampai Jember
 b. ² Jumlah besar di Jember
 c. ³ ¹ Jember
² Jumlah besar di Jember
³ Jumlah besar di Jember

1. ¹ $V = \frac{M}{r}$
² $V = \frac{M}{r}$
³ $V = \frac{M}{r}$

2. $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$

1. $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$

3. $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$

1. $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$
 $r = \frac{M}{V}$

E3. Hasil Analisis Jawaban Pretest

| No. | Nama | Butir soal | | | | | | | | Skor | Nilai |
|-----------|-------|------------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| 1 | ABA | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 4 | 8 | 16.67 |
| 2 | AFAM | | 2 | | 2 | | | | 3 | 7 | 14.58 |
| 3 | ASM | | | 2 | | 2 | | | 4 | 8 | 16.67 |
| 4 | AWI | | | | | | | | | 0 | 0.00 |
| 5 | AW | 1 | | | | | | | 3 | 4 | 8.33 |
| 6 | AP | 1 | 1 | | | | | | | 2 | 4.17 |
| 7 | AFR | | | 1 | | | | 1 | | 2 | 4.17 |
| 8 | AS | | | | | | | | 3 | 3 | 6.25 |
| 9 | AM | | 2 | | | | | | | 2 | 4.17 |
| 10 | DBP | 1 | | | | | | | | 1 | 2.08 |
| 11 | FB | | 3 | 2 | 3 | | | | 4 | 12 | 25.00 |
| 12 | FM | | 1 | | 2 | 1 | | | | 4 | 8.33 |
| 13 | FN | 1 | 1 | | | | | | 3 | 5 | 10.42 |
| 14 | FAH | | | | | | | | 1 | 1 | 2.08 |
| 15 | HY | | | | | | | | | 0 | 0.00 |
| 16 | IR | 2 | 1 | 3 | 1 | | | | | 7 | 14.58 |
| 17 | IM | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 4 | 8.33 |
| 18 | LA | | 1 | 2 | | | 1 | 1 | 2 | 7 | 14.58 |
| 19 | MAY | 2 | 1 | 1 | | 2 | 2 | | | 8 | 16.67 |
| 20 | MAA | | 1 | | | | | | | 1 | 2.08 |
| 21 | MBCF | | | 2 | 1 | | | | 4 | 7 | 14.58 |
| 22 | MIZ | | | 1 | | 1 | | | 2 | 4 | 8.33 |
| 23 | MMB | | | 1 | | | | | | 1 | 2.08 |
| 24 | MNS | | | | | | | | | 0 | 0.00 |
| 25 | MRBA. | | | | | | | | | 0 | 0.00 |
| 26 | MS | 2 | 1 | 2 | | | 1 | 1 | | 7 | 14.58 |
| 27 | MUH | | | | | 2 | | 2 | 3 | 7 | 14.58 |
| 28 | MGA | | 1 | | | | 1 | 1 | 2 | 5 | 10.42 |
| 29 | RJP | | | | 1 | | | | 2 | 3 | 6.25 |
| 30 | RA | | 1 | | | | | | | 1 | 2.08 |
| 31 | SR | 1 | 2 | | | | | | | 3 | 6.25 |
| 32 | SM | | | 3 | | | | | 2 | 5 | 10.42 |
| 33 | S | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | | | | 9 | 18.75 |
| 34 | SABH | | | | | | | 1 | | 1 | 2.08 |
| 35 | SM | | | | | 1 | | 1 | 2 | 4 | 8.33 |
| 36 | YA | | 1 | | | | | | 2 | 3 | 6.25 |
| 37 | YA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | | 4 | 8.33 |
| Jumlah | | 14 | 24 | 25 | 12 | 14 | 6 | 13 | 42 | 150 | 312.5 |
| Skor maks | | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 12 | 25 |
| Skor min | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rata-rata | | 1.27 | 1.26 | 1.79 | 1.5 | 1.56 | 1.2 | 1.3 | 2.8 | 4.05 | 8.45 |

E4. Hasil Analisis Jawaban Posttest

| No. | Nama | Butir soal | | | | | | | | Skor | Nilai |
|-----------|-------|------------|------|------|------|------|---|------|------|-------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| 1 | ABA | 6 | 5 | 6 | 4 | 1 | | 4 | 6 | 32 | 65.31 |
| 2 | AFAM | 6 | 1 | 2 | | | | 6 | 8 | 23 | 46.94 |
| 3 | ASM | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | | 4 | 3 | 23 | 46.94 |
| 4 | AWI | 5 | 0 | 1 | 2 | | | | | 8 | 16.33 |
| 5 | AW | 5 | | 1 | 2 | 1 | | 4 | 2 | 15 | 30.61 |
| 6 | AP | 6 | 4 | 2 | 3 | 2 | | 4 | | 21 | 42.86 |
| 7 | AFR | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 4 | 4 | 26 | 53.06 |
| 8 | AS | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | | 4 | 4 | 26 | 53.06 |
| 9 | AM | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | | 3 | 3 | 22 | 44.90 |
| 10 | DBP | 6 | | 4 | 3 | | | 6 | 4 | 23 | 46.94 |
| 11 | FB | 6 | | 3 | 4 | | | 3 | 4 | 20 | 40.82 |
| 12 | FM | 6 | | 2 | 2 | | | | | 10 | 20.41 |
| 13 | FN | 6 | 4 | 1 | 4 | 2 | | 4 | 6 | 27 | 55.10 |
| 14 | FAH | 4 | | 4 | 2 | 2 | | 4 | 4 | 20 | 40.82 |
| 15 | HY | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | | 6 | 4 | 22 | 44.90 |
| 16 | IR | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | | 6 | 5 | 23 | 46.94 |
| 17 | IM | 6 | 5 | 5 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 29 | 59.18 |
| 18 | LA | 6 | 5 | 2 | 3 | | | 6 | 6 | 28 | 57.14 |
| 19 | MAY | 6 | 5 | 5 | 3 | 2 | 1 | 8 | 6 | 36 | 73.47 |
| 20 | MAA | 6 | 5 | 3 | 1 | | | 3 | 2 | 20 | 40.82 |
| 21 | MBCF | 6 | 5 | 6 | 2 | 3 | | 3 | 4 | 29 | 59.18 |
| 22 | MIZ | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | | 6 | 4 | 29 | 59.18 |
| 23 | MMB | 5 | | 3 | 2 | | | | | 10 | 20.41 |
| 24 | MNS | 5 | | | 2 | 3 | | 4 | 2 | 16 | 32.65 |
| 25 | MRBA. | 5 | 5 | | | | | | 0 | 10 | 20.41 |
| 26 | MS | 5 | | 2 | 3 | | | 6 | 2 | 18 | 36.73 |
| 27 | MUH | 6 | | 2 | 5 | 1 | | 4 | 4 | 22 | 44.90 |
| 28 | MGA | 5 | | 2 | 2 | 1 | 0 | 4 | 4 | 18 | 36.73 |
| 29 | RJP | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 8 | 5 | 31 | 63.27 |
| 30 | RA | 5 | | 1 | 3 | 0 | | 4 | 4 | 17 | 34.69 |
| 31 | SR | 3 | | 4 | 1 | 2 | | 6 | 4 | 20 | 40.82 |
| 32 | SM | 5 | | 2 | 5 | 2 | | 0 | 3 | 17 | 34.69 |
| 33 | S | 6 | 4 | 0 | 2 | 4 | | 6 | 2 | 24 | 48.98 |
| 34 | SABH | 6 | 5 | 2 | 1 | 1 | | 4 | 5 | 24 | 48.98 |
| 35 | SM | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | | 6 | 6 | 26 | 53.06 |
| 36 | YA | 3 | 5 | 2 | 0 | | | 3 | 2 | 15 | 30.61 |
| 37 | YA | 5 | | 1 | 2 | 1 | | 1 | 2 | 12 | 24.49 |
| Jumlah | | 193 | 95 | 90 | 87 | 47 | 5 | 147 | 128 | 792 | 1616.327 |
| Skor maks | | 6 | 5 | 6 | 5 | 4 | 2 | 8 | 8 | 36 | 73.46939 |
| Skor min | | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 16.33 |
| Rata-rata | | 5.22 | 4.13 | 2.57 | 2.49 | 1.81 | 1 | 4.45 | 3.88 | 21.41 | 43.68 |

E5. Hasil Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa

**Data Analisis Nilai Pretest-Posttest
Kemampuan Berpikir Kritis Siswa**

| NO. | NAMA | PRETEST | POSTEST |
|-----|-------|---------|---------|
| 1 | ABA | 16.67 | 65.31 |
| 2 | AFAM | 14.58 | 46.94 |
| 3 | ASM | 16.67 | 46.94 |
| 4 | AWI | 0.00 | 16.33 |
| 5 | AW | 8.33 | 30.61 |
| 6 | AP | 4.17 | 42.86 |
| 7 | AFR | 4.17 | 53.06 |
| 8 | AS | 6.25 | 53.06 |
| 9 | AM | 4.17 | 44.90 |
| 10 | DBP | 2.08 | 46.94 |
| 11 | FB | 25.00 | 40.82 |
| 12 | FM | 8.33 | 20.41 |
| 13 | FN | 10.42 | 55.10 |
| 14 | FAH | 2.08 | 40.82 |
| 15 | HY | 0.00 | 44.90 |
| 16 | IR | 14.58 | 46.94 |
| 17 | IM | 8.33 | 59.18 |
| 18 | LA | 14.58 | 57.14 |
| 19 | MAY | 16.67 | 73.47 |
| 20 | MAA | 2.08 | 40.82 |
| 21 | MBCF | 14.58 | 59.18 |
| 22 | MIZ | 8.33 | 59.18 |
| 23 | MMB | 2.08 | 20.41 |
| 24 | MNS | 0.00 | 32.65 |
| 25 | MRBA. | 0.00 | 20.41 |
| 26 | MS | 14.58 | 36.73 |
| 27 | MUH | 14.58 | 44.90 |
| 28 | MGA | 10.42 | 36.73 |
| 29 | RJP | 6.25 | 63.27 |
| 30 | RA | 2.08 | 34.69 |
| 31 | SR | 6.25 | 40.82 |
| 32 | SM | 10.42 | 34.69 |
| 33 | S | 18.75 | 48.98 |
| 34 | SABH | 2.08 | 48.98 |
| 35 | SM | 8.33 | 53.06 |

| | | | |
|----------------|----|--------|---------|
| 36 | YA | 6.25 | 30.61 |
| 37 | YA | 8.33 | 24.49 |
| Jumlah | | 312.50 | 1616.33 |
| Nilai maksimum | | 25.00 | 73.47 |
| Nilai minimum | | 0.00 | 16.33 |
| Rata-rata | | 8.45 | 43.68 |

N-gain

$$g_{BK} = \frac{Xm - Xn}{100 - Xn}$$
$$g_{BK} = \frac{43.68 - 8.45}{100 - 8.45}$$
$$g_{BK} = 0,38$$

dengan

g_{BK} = nilai gain kemampuan berpikir kritis

Xm = nilai posttest rata-rata kelas

Xn = nilai pretest rata-rata kelas (Hake, 1998: 4)

E6. Analisis Data Respons Siswa

| No. | Aspek | Penilaian | | | |
|-----------|---|------------------|-------|--------------------|-------|
| | | <i>f</i> | % | <i>f</i> | % |
| | Bagaimana perasaan kalian terhadap: | Menyenangkan | | Tidak menyenangkan | |
| 1 | a. Bahan ajar interaktif berwawasan SETS | 38 | 97,44 | 1 | 2,56 |
| | b. Pembelajaran menggunakan bahan ajar interaktif | 39 | 100 | 0 | 0 |
| | Bagaimana pendapat kalian terhadap: | Mudah dipahami | | Sulit dipahami | |
| 2 | a. Petunjuk penggunaan untuk memahami setiap bagian bahan ajar interaktif | 30 | 76,92 | 9 | 23,08 |
| | b. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar interaktif | 30 | 76,92 | 9 | 23,08 |
| | Bagaimana pendapat kalian terhadap : | Mudah dimengerti | | Sulit dimengerti | |
| 3 | a. Setiap ilustrasi dan simulasi yang terdapat di bahan ajar interaktif | 34 | 87,18 | 5 | 12,82 |
| | b. Materi yang terdapat dalam bahan ajar interaktif | 33 | 84,62 | 6 | 15,38 |
| | Bagaimana pendapat kalian terhadap : | Tertarik | | Tidak tertarik | |
| 4 | a. Penyajian bahan ajar interaktif | 37 | 100 | 0 | 0 |
| | b. Setiap bagian yang terdapat di bahan ajar interaktif | 31 | 83,78 | 6 | 18,42 |
| | c. Jika proses belajar berikutnya menggunakan bahan ajar interaktif berwawasan SETS | 36 | 97,30 | 1 | 2,70 |
| Rata-rata | | 89,35% | | 10,47% | |

E7. Angket Respons Siswa

ANGKET RESPON SISWA

Nama Sekolah: MAN Numpang
Mata Pelajaran: Fisika
Nama Siswa: **Asduhrihman Pragas A**

MVA Pendidikan: **Praktik**
Kategori: **Praktik**
M. 2020. 10/21

Kategori: **Praktik**
Praktik: **Praktik**
M. 2020. 10/21

Kategori: **Praktik**
Praktik: **Praktik**
M. 2020. 10/21

Pengantar:
Berikut ini terdapat 15 (lima belas) pernyataan yang akan disertai pilihan ya/tidak.

| No. | Pernyataan | Ya | Tidak |
|-----|--|-------------------------------------|--------------------------|
| 1 | 1. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. a. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. b. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 | 2. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. a. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. b. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 | 3. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. a. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. b. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 | 4. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. a. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. b. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 | 5. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. a. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. b. Saya tertarik untuk mempelajari fisika. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

M. 2020. 10/21
Praktik: **Praktik**
M. 2020. 10/21

ANIKET BERSIH MAMA

Nama Sekolah: MAN Pongkoran
 Nama Pengajar: Yogi Arif
 Kelas/ Semester: Kelas X/ IPA
 Mata Pelajaran: IPS
 Tanggal: 20/11/2023

ANIKET BERSIH MAMA

Nama Sekolah: MAN Pongkoran
 Nama Pengajar: Yogi Arif
 Kelas/ Semester: Kelas X/ IPA
 Mata Pelajaran: IPS
 Tanggal: 20/11/2023

Peringkat

No. 1
 2
 3
 4

| No. | Aspek | Preferensi |
|-----|--|-------------------------------------|
| 1 | 1. Bagaimana proses pemilihan produk? <ul style="list-style-type: none"> a. Melalui pemilihan langsung b. Melalui pemilihan tidak langsung | 1. Melalui pemilihan langsung |
| 2 | 2. Bagaimana proses pemilihan produk? <ul style="list-style-type: none"> a. Melalui pemilihan langsung b. Melalui pemilihan tidak langsung | 2. Melalui pemilihan tidak langsung |
| 3 | 3. Bagaimana proses pemilihan produk? <ul style="list-style-type: none"> a. Melalui pemilihan langsung b. Melalui pemilihan tidak langsung | 3. Melalui pemilihan langsung |
| 4 | 4. Bagaimana proses pemilihan produk? <ul style="list-style-type: none"> a. Melalui pemilihan langsung b. Melalui pemilihan tidak langsung | 4. Melalui pemilihan tidak langsung |

Nomor: 20/11/2023
 Pengajar: Yogi Arif

E8. Surat Bukti Penelitian (Uji Pengembangan)

**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
MADRASAH ALIYAH NEGERI BONDOWOSO**

Jl. KH. A. SAIFUDDIN NO. 178 TELP 0332-421032/622386, Fax : 0332-421032
e-mail : madrasah@ma2178@gmail.com

SURAT KETERANGANNomor : B-~~107~~ /Ma.13.05.01/TL.01/12/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini kepala Madrasah Aliyah Negeri Bondowoso :

Nama : H. Ibrahim S. Ag. M.Pd. I
NIP : 196806212000031001
Pangkat/Golongan : Pembina, IV/a
Jabatan : Kepala Madrasah Aliyah Negeri Bondowoso

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Roby Hidayaturrohmah
Jenis kelamin : Laki-Laki
NIM : 120210102043
Jurusan / Prodi : FKIP/ Pendidikan Fisika
Semester : IX (Sembilan)

Bahwa yang bersangkutan telah selesai melaksanakan penelitian di lembaga kami dengan Judul penelitian " Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Fisika Berbasis SETS (Science Environment Technology Society) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa ", Dimulai dari tanggal 3 Nopember - 25 Nopember 2016.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Bondowoso, 02 Desember 2016.

LAMPIRAN F. DOKUMENTASI PENELITIAN



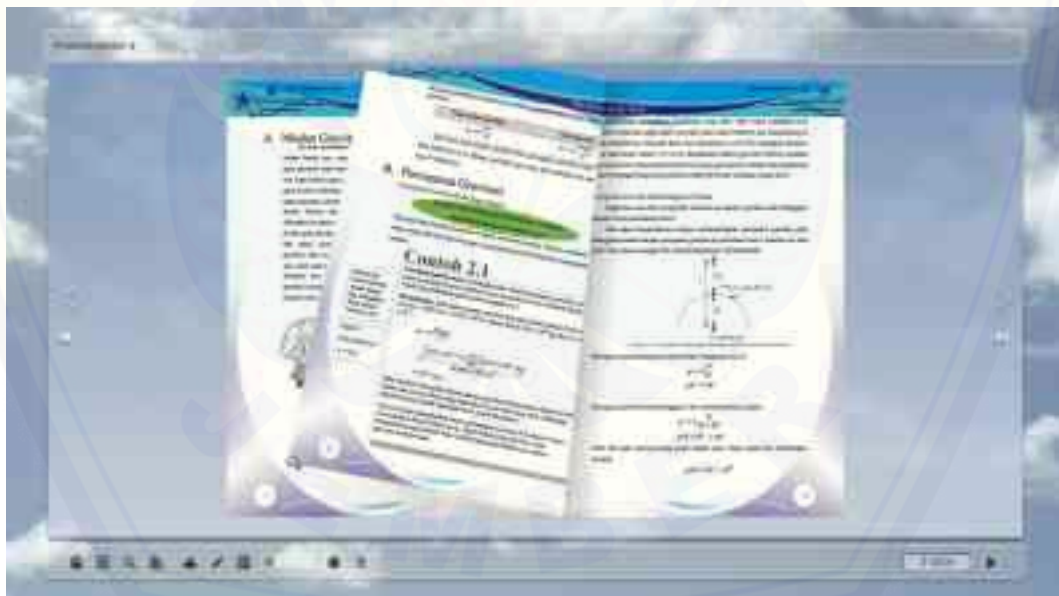




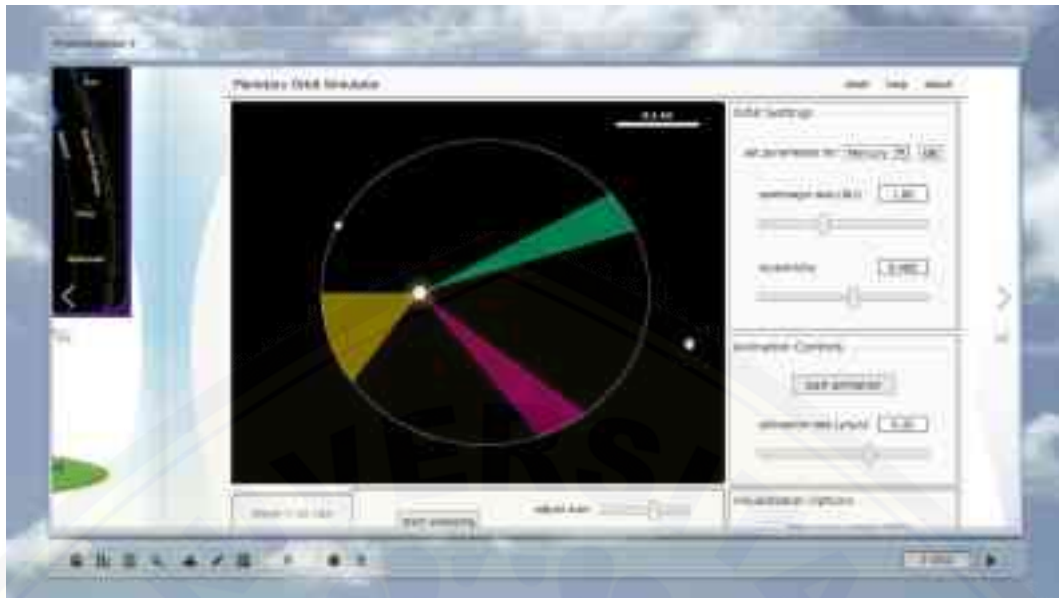


LAMPIRAN G. BAHAN AJAR INTERAKTI FISIKA

Cover Bahan Ajar Interaktif



Isi Bahan Ajar Interaktif





Simulasi dalam Bahan Ajar Interaktif



Kolom Jawaban Uji Kemampuan

LAMPIRAN H. SURAT BUKTI DISEMINASI



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN JEMBER
MADRASAH ALIYAH NEGERI 2 JEMBER
Jl. Panglima 141-72 W100011455225 Jember 68111

SURAT – KETERANGAN
Nomor: Th. 44 / Mh. 11.32.02.00/01.1006/2017


Kepala Madrasah Aliyah Negeri 2 Jember (Menyatakan)


| | |
|---------------|------------------------------|
| Nama | KOBY HIDAYATUR ROHMAN |
| NIM | 120210102043 |
| Jurusan | Pendidikan Ilmu |
| Program Studi | Pendidikan Fisika |

Yang bersangkutan telah melaksanakan Penelitian di MAN 2 Jember pada tanggal 14 Juni 2017 tentang "Pengenahan Bahan Ajar Interaktif Fisika Berbasis NETS (Science Environment Technology Society) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis Siswa" di MAN 2 Jember.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 13 Juni 2017


Kepala



Diseminasi MAN 2 Jember

**MADRASAH ALIYAH
MA UNGGULAN NURIS JEMBER**
NSM: 131235090080 NPSN: 69788151
TERAKREDITASI "A"
Jl. Pangrehardan 48 Aytanga - Sumbereart - Jember 68125 Tlp: (0331) 5101002
web: www.maunggulanmaurj.com e-mail: ma@nurisjember.com

SURAT KETERANGAN
NOMOR: 302 / MA-UNJ / 0-01 / 2017

Assalamu'alaikum wa, sb

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Sekolah MA Unggulan Nuris Sumber Menetrangkan
Jember

| | |
|---------------------|---------------------------|
| Nama | Roby Hidayaturnahman |
| NIM | 120110102043 |
| Fak / Program Studi | EKIP / Pendidikan Teknik |
| INSTANSI | Universitas Jember (UNEJ) |

Yang tersebut di atas benar-benar telah memberikan *Produk Penelitian Bahan Ajar Interaktif*
Fliska di MA Unggulan Nuris Jember pada
Hari / Tanggal Senin, 12 Juni 2017

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wa, sb

Jember, 16 Juni 2017
Kepala Sekolah

Balojo Al Humaero, S.Pd.I

Diseminasi MA Nuris Jember