

**PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS
KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI
(*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) PADA MATERI
GRAVITASI KELAS XI SMA/MA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Pendidikan Fisika



Diajukan Oleh:

Alfiatun Nikmah

10690055

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2015**



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/085/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (High Order Thinking Skills) Pada Materi Gravitasi Kelas XI SMA/MA

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Alfiatun Nikmah
NIM : 10690055
Telah dimunaqasyahkan pada : 15 Desember 2015
Nilai Munaqasyah : A/B

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Dr. Murtono, M.Si.
19691212 200003 1 001

Penguji I

Winarti, M.Pd.Si
NIP.19830315 200901 2 010

Penguji II

Drs. Nur Untoro, M.Si.
NIP. 196611261996031001

Yogyakarta, 11 Januari 2016

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Wahzer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Alfiatun Nikmah

NIM : 10690055

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR
TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER THINKING SKILLS) PADA MATERI
GRAVITASI KELAS XI SMA/MA**

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 30 November 2015

Pembimbing

Dr. Murtono M.Si

NIP. 19611126 198803 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfiatun Nikmah

Nim : 10690055

Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER THINKING SKILLS) PADA MATERI GRAVITASI KELAS XI SMA/MA** adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 30 November 2015

Yang menyatakan



Alfiatun Nikmah
NIM. 10690055

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri”.

(Q.S. Ar-Ra’d: 11)

Jangan berputus asa jika menghadapi kesulitan, karena setiap tetes air hujan yang jernih berasal dari awan yang gelap.

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**Dengan Segenap Rasa Syukur Kepada Allah Swt Dan Dengan Ketulusan
Hati Kupersembahkan Skripsi Ini Untuk:**

*Bapak, ibu, adik serta seluruh keluarga besar tercinta yang
senantiasa telah mencurahkan cinta, do'a serta
dukungannya sampai saat ini.*

Serta

ALMAMATERKU TERCINTA

Program Studi Pendidikan Fisika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufik, hidayah, inayah serta nikmat sehat dan kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*High Order Thinking Skills*) Pada Materi Gravitasi Kelas Xi SMA/MA”.

Sholawat serta salam senantiasa tercurah dihadapan nabi besar Muhammad SAW yang senantiasa penulis nantikan syafaatnya. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak baik moril maupun materil. Dengan ketulusan hati yang terdalam penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si selaku pembimbing skripsi atas kesediaan dan pengorbanan waktu, masukan, kritik serta keikhlasannya memberikan bimbingan.
3. Ibu Ika Kartika, M.Pd.Si selaku dosen pembimbing akademik, terimakasih atas bimbingan dan arahan yang telah diberikan selama ini.
4. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, terimakasih atas bantuannya.

5. Ibu Siti Fatimah, M.Pd, Ibu Jamil Suprahatiningrum M.Pd, Ibu Asih Widi W., M.Pd, Bapak Drs. H. Aris Munandar, M.Pd, Bapak Prof. Suparwoto, M.Pd dan Bapak Norma Sidik R., M.Sc selaku validator instrumen dan produk yang telah berkenan untuk memberikan masukan dan saran dalam validasi instrument dan produk penelitian.
6. Bapak Idham Syahalam, M.Sc, Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si dan Ibu Yuli Prihatni M.Pd selaku penilai yang telah berkenan untuk memberikan masukan dan saran dalam penilaian kualitas produk.
7. Bapak Drs. Mawardi, M.Pd.I selaku Kepala sekolah MAN Lab UIN Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian.
8. Bapak Edy Purwanto M.Pd, selaku Guru Fisika di MAN Lab UIN Yogyakarta yang telah memberikan bimbingan dan masukan yang membangun kepada penulis.
9. Seluruh staf karyawan dan peserta didik di MAN Lab UIN Yogyakarta yang ikut membantu selama penelitian, terimakasih atas partisipasi dan bantuannya.
10. Bapak Syaeroni dan ibu Syafaatun tercinta, rasa hormat dan bakti tulus penulis persembahkan atas semua pengorbanan, kasih sayang dan kesabaran serta doa yang tiada henti menyertai langkah penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemuliaan kepada beliau.
11. Adik Ririn Nurul Hidayah tersayang, yang selalu memotivasi, mendukung serta berbagi susah dan senang. Terimakasih untuk semua yang telah diberikan.

12. Teman dekat saya Nanang Fahmiel Uluum S.Th.I yang selalu membantu dan memberikan dukungan penuh terhadap penulis. Terimakasih atas kesabaran dan pengorbanannya.
13. Sahabat-sahabat seperjuangan saya Iyah, Icha, Fika, Wildan, Sulis dan Sukindar serta teman-teman prodi pendidikan fisika 2010 yang telah berbagi suka dan duka serta tiada henti memberikan *supportnya*.
14. Teman-teman pelatih muda di UKM PPS Cepedi tercinta yang telah berbagi suka, duka, dukungan serta doanya selama ini.
15. Seluruh pihak yang turut membantu yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Demikian ucapan kata pengantar yang dapat penulis sampaikan, semoga skripsi ini memberikan banyak manfaat dan memberikan sumbangsih bagi khasanah ilmu Pendidikan Fisika. Tentunya skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan.

Yogyakarta, 16 Desember 2015
Penulis

Alfiatun Nikmah
10690055

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN MOTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	10

E. Tujuan Pengembangan	10
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	11
G. Manfaat Penelitian	11
H. Asumsi dan Keterbatasan	12
I. Definisi Istilah	13
BAB II LANDASAN TEORI	14
A. Kajian Pustaka	14
1. Bahan Ajar	14
2. Modul	16
B. Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	22
C. Gravitasi	24
1. Hukum-Hukum Kepler	24
2. Gaya Gravitasi Antar Partikel	27
D. Penelitian yang Relevan	37
E. Kerangka Berpikir	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
A. Metode Penelitian	43
B. Prosedur Pengembangan	43
C. Uji Coba Produk	49
BAB IV HASIL PENELITIAN PEMBAHASAN	55
A. Data Penelitian	55

B. Analisa Data	62
C. Pembahasan.....	64
D. Produk	77
BAB V PENUTUP.....	81
A. Kesimpulan	81
B. Keterbatasan Peneliti.....	82
C. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	86



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengukuran G.....	35
Tabel 2.2 Perbandingan Penelitian Yang Relevan.....	39
Tabel 3.1 Kriteria Kategori Penilaian Ideal	52
Tabel 3.2 Kriteria Persentase Skor Uji Rumpang	52
Tabel 3.3 Skor Angket Berdasarkan Skala Likert.....	53
Tabel 3.4 kriteria Respon Peserta Didik	54
Tabel 4.1 Masukan dan Saran Dari Validator	55
Tabel 4.2 Data Hasil Penilaian Kualitas Modul Fisika Oleh Ahli	56
Tabel 4.3 Masukan Dan Saran Oleh Ahli	57
Tabel 4.4 Data Hasil Uji Rumpang Terhadap Modul Fisika	58
Tabel 4.5 Data Respon PD pada Uji Coba Lapangan Skala Kecil.....	59
Tabel 4.6 Data Respon PD pada Uji Coba Lapangan Skala Kecil.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Contoh Materi Gravitasi Pada BSE Fisika Kelas XI.....	5
Gambar 1.2 Contoh soal gravitasi BSE Fisika kelas XI	6
Gambar 2.1 Bentuk Orbit Planet.....	26
Gambar 2.2 Luas Juring yang Dihasilkan Planet Sama	27
Gambar 2.3 Gaya Gravitasi Antar Benda Bermassa.....	28
Gambar 2.4 Percepatan Gravitasi pada Ketinggian H Di Permukaan Bumi.....	31
Gambar 2.5 Percepatan Sentripetal yang Dihasilkan Oleh Gaya Gravitasi	32
Gambar 2.6 Skema Neraca Candenvish.....	33
Gambar 2.7 Skema Lengan Gaya pada Neraca Cavendish.....	33
Gambar 2.8 Roket Lepas Landas Dari Bumi	36
Gambar 3.1 Bagan Prosedur Penelitian	48
Gambar 4.1 Tampilan Kata Pengantar Sebelum Direvisi	65
Gambar 4.2 Tampilan Kata Pengantar Setelah Direvisi I.....	66
Gambar 4.3 Tampilan Petunjuk Penggunaan Modul Fisika Sebelum (A) dan Sesudah (B) Revisi I	67
Gambar 4.4 Konten Modul Fisika Sebelum (a) Dan Sesudah (b) Revisi I.....	68

Gambar 4.5 Rumus dalam Modul Sebelum (a) dan Sesudah (b) Revisi II..... 69

Gambar 4.6 Diagram Perbandingan Respon Peserta Didik 74



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Nama Validator dan Penilai	86
Lampiran 2 Validasi Instrumen Penelitian.....	87
Lampiran 3 Validasi Produk Penelitian	90
Lampiran 4 Penilaian Kualitas Modul Fisika.....	99
Lampiran 5 Perhitungan Kualitas Modul Fisika	107
Lampiran 6 Daftar Nama Peserta Didik Dalam Uji Coba.....	109
Lampiran 7 Perhitungan Skor Angket Respon Peserta Didik.....	111
Lampiran 8 Instrumen Uji Rumpang	113
Lampiran 9 Instrumen Angket Respon Peserta Didik.....	116
Lampiran 10 Lembar Observasi Keterlaksanaan	120
Lampiran 11 Modul Fisika Produk Penelitian.....	124

**PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI
(HIGH ORDER THINKING SKILLS) PADA MATERI GRAVITASI KELAS
XI SMA/MA**

ALFIATUN NIKMAH
10690055

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengembangkan modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi yang berkualitas, 2) mengetahui kualitas modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi gravitasi, 3) mengetahui respon peserta didik terhadap modul fisika yang telah dikembangkan.

Penelitian ini merupakan penelitian *R&D* dengan model prosedural yang mengadaptasi prosedur penelitian pengembangan menurut Borg dan Gall yang dapat dilakukan dengan lebih sederhana menurut Tim Puslitjaknov yang melibatkan 5 langkah utama yaitu: 1) melakukan analisis produk yang akan dikembangkan, 2) mengembangkan produk awal, 3) validasi ahli dan revisi, 4) uji coba lapangan skala kecil dan revisi produk, serta 5) uji coba lapangan skala besar dan produk akhir. Instrument penelitian berupa lembar validasi modul, skala penilaian, tes uji rumpang dan skala respon peserta didik menggunakan skala *Likert* 4 skala yang dibuat dalam bentuk *checklist*. Analisa data pada penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif dan kuantitatif.

Hasil penelitian dan pengembangan adalah: 1) modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) pada materi gravitasi kelas XI SMA/MA, 2) kualitas dari produk yang dikembangkan adalah baik dengan tingkat keterbacaan modul termasuk dalam kriteria mudah, 3) peserta didik setuju dengan modul fisika yang telah dikembangkan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa modul fisika yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai salah satu sumber belajar peserta didik di SMA/MA.

Kata kunci: modul fisika, keterampilan berpikir tingkat tinggi, gravitasi.

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan sarana pokok suatu bangsa dalam meningkatkan kualitas masyarakat dan penyesuaian diri terhadap pesatnya perubahan serta kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu, pemerintah selalu berupaya dalam meningkatkan kualitas pendidikan Indonesia. Upaya peningkatan tersebut dilakukan dengan pembaharuan dibidang pendidikan diantaranya adalah pembaharuan dalam hal kurikulum, metode pembelajaran, media pembelajaran, kegiatan belajar mengajar, penilaian dan lain-lain (Permendiknas, 2006).

Pembaharuan dalam bidang kurikulum yaitu dengan dilaksanakannya Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) mulai tahun 2006/2007 melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 tahun 2006 (Muslich Masnur, 2007:12). Permendiknas nomor 24 tahun 2006 menuntut satuan pendidikan dan komite sekolah untuk mengembangkan dan menetapkan KTSP sesuai kebutuhan, mengembangkan kurikulum dengan standar yang lebih tinggi dari standar isi dan juga dapat mengadopsi atau mengadaptasi model KTSP BSNP. Berlakunya kurikulum KTSP memberikan nuansa baru dalam dunia pendidikan, terutama nuansa aktivitas pembelajaran yang diselenggarakan di kelas oleh guru. Guru-guru diharapkan semaksimal mungkin memberikan sentuhan pembelajaran yang berbeda dari tahun-tahun

sebelumnya dengan membuat inovasi dan penciptaan kreativitas yang dapat memunculkan sesuatu yang baru, baik dalam hal metode, media, maupun sumber belajar yang lebih memadai dan bermakna.

Dewasa ini, pemerintah telah sepakat untuk melakukan perbaikan pada kurikulum yang berlaku dengan kurikulum 2013. Mulyasa (2013) memaparkan kurikulum 2013 merupakan tindak lanjut dari kurikulum berbasis kompetensi (KBK) yang pernah diuji cobakan tahun 2004. Kenyataan yang ada tidak semua sekolah melaksanakan kurikulum 2013, karena tidak semua sekolah mampu melaksanakan kurikulum tersebut. Hal ini disebabkan oleh berbagai hal diantaranya, yaitu sarana yang kurang memadai untuk melaksanakan kurikulum 2013. Karena beberapa alasan itulah banyak sekolah yang memilih untuk tetap melaksanakan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP).

Seiring dengan tuntutan kurikulum yang berlaku saat ini, guru-guru dipacu untuk mampu mengembangkan profesionalisme melalui daya kreasinya dalam menciptakan pembelajaran yang lebih baik dari tahun-tahun sebelumnya. Kreativitas ini bukan hanya dalam hal menciptakan metode dan strategi pembelajaran yang lebih menarik, bermakna, dan menyenangkan, tetapi juga dalam penyediaan sarana belajar yang lebih variatif dan fungsional agar mampu mendukung kelancaran dan keberhasilan pembelajaran peserta didik. Menurut Sugihartini (2005:36) hanya dengan penguasaan konsep fisika seluruh permasalahan fisika dapat dipecahkan, baik permasalahan fisika yang ada dalam kehidupan sehari-hari maupun permasalahan fisika dalam bentuk

soal-soal fisika di sekolah. Hal ini menunjukkan bahwa pelajaran fisika bukanlah pelajaran hafalan tetapi lebih menuntut pemahaman konsep bahkan aplikasi konsep tersebut.

Pembelajaran fisika membutuhkan sarana yang baik dan tepat guna untuk mendukung tercapainya hasil sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu sarana yang dapat mendukung adalah inovasi media ajar sebagai panduan yang memadai dan disesuaikan dengan kurikulum yang diterapkan di lembaga pendidikan (Galuh Wijayanti, 2014 :1). Inovasi media ajar ini dapat berupa modul sebagai bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri secara yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Surya Dharma, 2008: 3).

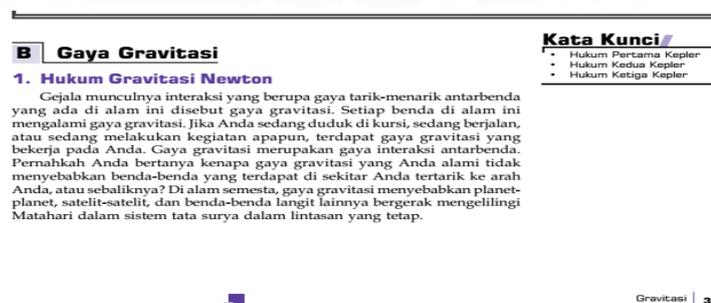
Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang dilakukan di MAN Lab UIN Yogyakarta pembelajaran fisika yang dilakukan hanya sebatas menyampaikan materi dan persamaan matematis. Peserta didik hanya menggunakan LKS yang memuat ringkasan materi serta soal-soal yang kurang variatif sebagai sumber belajar. Model pembelajaran seperti ini dan dengan sumber belajar yang kurang memadai membuat pembelajaran fisika kurang bermakna. Hal ini dibuktikan dengan kesulitan peserta didik dalam memahami konsep-konsep yang terdapat dalam materi gravitasi. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa peserta didik terbatasnya sumber belajar menjadi penyebab kesulitan dalam memahami materi, karena sumber belajar yang

digunakan hanya berupa LKS yang memuat ringkasan materi serta soal-soal yang kurang variatif sehingga kemampuan peserta didik kurang terasah. Hal ini terbukti dari hasil observasi pada hasil belajar peserta didik yang belum memenuhi standar KKM yang diterapkan oleh sekolah pada pokok bahasan gravitasi. Nilai rata-rata yang didapat oleh peserta didik pada pokok bahasan gravitasi adalah 67,9. Sementara itu KKM yang diterapkan oleh sekolah adalah 75.

Proses belajar fisika bukan hanya sekedar tahu dan hafal tentang konsep-konsep fisika, tetapi proses belajar fisika diharapkan dapat menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, bekerja dan bersikap ilmiah (Akhmad Ardi W., 2014: 2). Untuk itu, peserta didik harus memiliki kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi. Ketiga kemampuan tersebut menurut Pohl (2000) dianggap sebagai berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*). Kemampuan berpikir tingkat tinggi sangat penting dimiliki oleh peserta didik. Menurut Hasruddin (2009: 49) pelajar hari ini merupakan pemimpin di masa depan, sehingga perlu dipersiapkan untuk menghadapi tantangan dan persoalan yang akan semakin kompleks. Oleh sebab itu pembelajar harus memberikan kesempatan kepada pelajar untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Salah satu cara untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik adalah dengan pengadaan bahan ajar yang berupa modul fisika yang didesain untuk pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Modul merupakan bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri yang berisi

materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Surya Dharma, 2008: 3). Dengan adanya modul yang dikembangkan sendiri oleh pendidik dapat disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Akan tetapi, modul yang seperti ini masih sangat jarang ditemui. Hasil observasi di MAN Lab UIN Yogyakarta menunjukkan bahwa belum ada modul fisika yang didesain untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik (*High Order Thinking Skills*), hal ini perlu diperhatikan karena dengan sumber belajar tersebut dapat mengembangkan kemampuan *mendesain* dan menggunakan pertanyaan yang dapat menarik peserta didik pada proses instruksional yang *higher-level*.

Beberapa contoh bahan ajar yang diterbitkan oleh pusat perbukuan dimana dalam penjelasan materinya masih terlalu singkat dan kurang bisa memahamkan peserta didik. Dalam beberapa bahan ajar yang diterbitkan oleh pusat perbukuan juga kurang memasukkan indikator dari keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam menjelaskan materi maupun penyajian soal dalam bahan ajar. Berikut adalah contoh dari beberapa bahan ajar yang sering digunakan.



(Sumber: BSE Fisika kelas XI SMA/MA)

Gambar 1.1 Contoh materi gravitasi pada BSE Fisika kelas XI

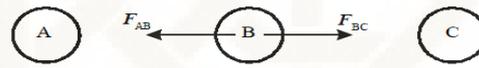
Walaupun sudah mulai menunjukkan penemuan konsep fisika, pada beberapa bahan ajar yang biasa digunakan dalam penyajian soal-soalnya masih mengarah pada soal-soal fisika yang terlalu matematis dan prosedural. Penyajian soal yang seperti itu biasanya hanya terbatas pada penggunaan rumus yang tercantum. Berikut adalah contoh soal dari bahan ajar yang sering digunakan:

Contoh 2.4

Tiga benda masing-masing bermassa $m_A = 4,5 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$, dan $m_C = 8 \text{ kg}$ terletak pada satu garis lurus. Berapakah besar gaya gravitasi yang dialami benda B yang terletak di antara benda A dan benda C, jika jarak $AB = 30 \text{ cm}$ dan jarak $BC = 40 \text{ cm}$?

Jawab

Diketahui: $m_A = 4,5 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$, $m_C = 8 \text{ kg}$, $r_{AB} = 30 \text{ cm}$, dan $r_{BC} = 40 \text{ cm}$.



$$F_B = F_{BC} - F_{AB} = G \frac{m_B m_C}{r_{BC}^2} - G \frac{m_A m_B}{r_{AB}^2} = 0$$

(Sumber: BSE Fisika kelas XI SMA/MA)

Gambar 1.2 Contoh soal gravitasi BSE Fisika kelas XI

Kutipan contoh soal dari bahan ajar tersebut hanya berisi soal dengan materi yang sederhana, rumus dan cara penyelesaiannya saja. Bahan ajar yang selama ini ada di sekolah hanya mengacu pada sajian materi, penjelasan rumus, dan penyajian soal saja. Yang mana soal yang disajikan hanya lebih mengutamakan keterampilan peserta didik dalam mengerjakan soal dan belum dapat menggali kemampuan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Kemudian, soal yang disajikan kurang variatif dan lebih pada mengutamakan peserta didik untuk menghafal rumus saja.

Menurut Pohl (2000) Taksonomi Bloom dianggap sebagai dasar berpikir tingkat tinggi. Dalam taksonomi Bloom kemampuan melibatkan analisis, evaluasi dan mengkreasi dianggap berpikir tingkat tinggi. Hal yang

sama juga diungkapkan oleh Krathwohl (2002) bahwa indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi: 1) Menganalisis yang meliputi: Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya, mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit, mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan; 2) Mengevaluasi yang meliputi: Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya, membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian, menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan; 3) Mengkreasi yang meliputi: Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu, merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah, mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya (Lewy dkk, 2009: 15-16).

Menurut Confisius keterlibatan kita dalam berbagai proses berpikir berarti kita harus menguasai keterampilan berpikir dari tingkat rendah (*Lower Order Thinking Skill - LOTS*) sampai keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skill - HOTS*) (Ulfa Luthfiana, 2013:1). Proses keterampilan berpikir tingkat tinggi itu yang seharusnya dikembangkan dalam sistem pendidikan di Indonesia untuk meningkatkan kualitas manusia indonesia yang lebih baik.

Menurut Rofiah dkk (2013:18) kemampuan berpikir tingkat tinggi merupakan kemampuan menghubungkan, memanipulasi, dan mentransformasi pengetahuan serta pengalaman yang sudah dimiliki untuk berpikir secara kritis dan kreatif dalam upaya menentukan keputusan dan memecahkan masalah pada situasi baru. Salah satu mata pelajaran yang membuka peluang peserta didik untuk mengembangkan kreativitasnya sekaligus mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah fisika. Peluang itu ada karena fisika merupakan suatu ilmu yang empiris dan mempunyai konsep yang bersifat abstrak sehingga diperlukan kreativitas berpikir untuk mempelajarinya (Arisanto, 2013:2). Dalam menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi seseorang harus berpikir lebih dari sekedar mengingat, memahami dan mengaplikasikan rumus saja. Dalam suatu proses pembelajaran fisika jika seorang anak menggunakan keterampilan berpikir tingkat tingginya maka pembelajaran tersebut akan menjadi pembelajaran yang bermakna. Karena anak tidak hanya harus mengingat dan menghafal rumus yang banyak ditemui pada pelajaran ini, tetapi anak juga harus mampu memecahkan suatu masalah dengan menggunakan rumus-rumus tersebut. Secara langsung maupun tidak langsung anak akan lebih paham kegunaan dari rumus tersebut dalam kehidupan sehari-harinya, hal inilah yang membuat pelajaran menjadi lebih bermakna. Dengan begitu anak juga tidak akan mudah lupa terhadap rumus dan konsep Fisika.

Berdasarkan uraian di atas, keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik perlu difasilitasi dengan baik. Keterampilan berpikir tingkat tinggi tidak hanya melibatkan peserta didik saja tapi juga perlu kesiapan sumber belajar

yang berupa modul yang digunakan. Untuk itu, peneliti akan mengembangkan modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik (*High Order Thinking Skills*) pada materi gravitasi.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang permasalahan diatas, maka dapat diambil identifikasi masalah sebagai berikut,

1. Keterbatasan bahan ajar yang ada di sekolah.
2. Hasil belajar pesera didik pada materi gravitasi masih rendah dan belum mencapai KKM yang ditentukan.
3. Bahan ajar yang tersedia hanya berupa LKS, belum mengkonstruksi pemahaman peserta didik dan belum memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) peserta didik.

C. Batasan Masalah

1. Modul fisika yang dikembangkan dibatasi pada materi gravitasi kelas XI.
2. Kemampuan berpikir tingkat tinggi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kemampuan berpikir tingkat tinggi berdasarkan taksonomi Bloom, yaitu kemampuan melibatkan proses analisis, evaluasi, dan mengkreasi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka dapat dirumuskan permasalahan:

1. Bagaimanakah mengembangkan modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk peserta didik?
2. Bagaimanakah kualitas modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk peserta didik?
3. Bagaimanakah respon peserta didik terhadap modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan penelitian ini adalah:

1. Memperoleh modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi yang berkualitas.
2. Mengetahui kualitas modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi gravitasi.
3. Mengetahui respon peserta didik terhadap modul fisika yang telah dikembangkan.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang diharapkan dari peneliti adalah:

1. Modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi berbentuk media cetak yang disusun berdasarkan kurikulum KTSP.
2. Modul fisika berisi materi gravitasi yang ditujukan untuk peserta didik.
3. Terdapat materi, contoh soal, kegiatan percobaan, dan soal-soal evaluasi yang dikaitkan pada permasalahan sehari-hari dan dimaksudkan untuk memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif media pembelajaran fisika berupa bahan ajar fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi bagi peserta didik.
2. Menambah sumbangan karya berupa modul fisika untuk kelas XI IPA SMA/MA.
3. Membantu peserta didik dalam memahami materi gravitasi secara mandiri.
4. Memberi informasi baru bagi peneliti lain untuk mengadakan penelitian lebih lanjut.

H. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

Asumsi dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan berupa media cetak yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran untuk peserta didik.
2. Produk modul fisika dapat membantu peserta didik dalam memahami materi gravitasi yang masih dianggap sulit oleh sebagian peserta didik.

Produk yang dihasilkan mempunyai beberapa keterbatasan antara lain sebagai berikut:

1. Peneliti menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development, R&D*) dengan model pengembangan prosedural yang diadaptasi dari Tim Puslitjaknov. Dalam penelitian pengembangan ini peneliti membatasi model pengembangannya sampai pada tahap uji coba produk. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu untuk melakukan tahap selanjutnya dan terbatasnya biaya untuk pembuatan produk massal.
2. Penilaian dilakukan oleh 3 ahli yang kemudian dinilai melalui uji coba produk pada 60 peserta didik/dua kelas XI IPA.

I. Definisi Istilah

Beberapa istilah dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan modul sebagai bahan ajar cetak yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya (Surya Dharma, 2008: 3). Adapun spesifikasi modul fisika sebagai bahan ajar yang dikembangkan, yaitu:
 - a. Petunjuk belajar (petunjuk peserta didik/guru)
 - b. Kompetensi yang akan dicapai
 - c. Informasi pendukung
 - d. Latihan-latihan
 - e. Petunjuk kerja, dapat berupa Lembar Kerja (LK)
 - f. Evaluasi
2. Keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah pemikiran yang didasarkan pada beberapa jenis pembelajaran memerlukan proses kognisi yang lebih dari pada yang lain, tetapi memiliki manfaat-manfaat lebih umum. Kemampuan melibatkan analisis, evaluasi dan mengkreasi dianggap sebagai berpikir tingkat tinggi seperti dalam taksonomi Bloom.
3. Gravitasi adalah gejala munculnya interaksi yang berupa gaya tarik-menarik antar benda yang ada di alam.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan ajar berupa modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) pada materi SK 1 KD 1.2 kelas XI semester ganjil telah berhasil dikembangkan melalui prosedur penelitian pengembangan oleh Tim Puslitjaknov yang mengadaptasi prosedur penelitian pengembangan Borg dan Gall. Kualitas modul fisika secara keseluruhan berdasarkan penilaian ahli termasuk dalam kriteria baik (B) dengan skor rata-rata keseluruhan mencapai 3,17 dari skor maksimal 4 dengan tingkat keterbacaan sebesar 68,65% yang masuk dalam kriteria wacana mudah.
2. Respon peserta didik terhadap modul fisika yang dikembangkan adalah setuju pada tahap uji coba lapangan skala kecil maupun skala besar. Hal ini mengidentifikasi bahwa modul fisika yang dikembangkan dapat diterima oleh peserta didik.

B. Keterbatasan Peneliti

1. Terbatasnya kemampuan

Terbatasnya kemampuan penulis dalam penyusunan bahan ajar yang berupa modul fisika yang menjadikan pengembangan modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) tidak sempurna. Namun meskipun demikian modul fisika yang telah dikembangkan tersebut menurut penilaian ahli dan respon peserta didik sudah dapat digunakan sebagai salah satu sumber belajar peserta didik.

2. Keterbatasan Waktu

Penelitian pengembangan ini dilakukan pada semester ganjil yang dimana materi gravitasi adalah Bab kedua yang dipelajari di sekolah. Bertepatan dengan hal ini di sekolah tempat penelitian akan dilaksanakan penilaian untuk akreditasi sehingga guru hanya memberikan waktu yang terbatas untuk melakukan uji coba. Akibatnya peneliti hanya bisa menyampaikan gambaran secara global tentang materi gravitasi yang disajikan dalam modul fiika yang dikembangkan.

3. Keterbatasan Dana

Penelitian pengembangan membutuhkan dana yang besar dalam pelaksanaannya. Dana yang paling besar adalah untuk mencetak produk yang dikembangkan. Dikarenakan terbatasnya dana maka produk hanya dicetak untuk keperluan uji coba produk. Produk tidak dicetak dipercepatan melainkan dicetak sendiri oleh peneliti dengan alat yang ada.

C. Saran

1. Saran Pemanfaatan

- a. Modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) ini efektif digunakan saat guru ingin membuat pembelajaran yang tidak membosankan dan suasana pembelajaran yang kondusif.
- b. Modul fisika yang telah dikembangkan ini sebaiknya dalam penggunaannya didampingi guru yang berkompeten.

2. Saran Produk Lebih Lanjut

- a. Modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) ini diuji cobakan pada 2 kelas XI IPA dalam satu sekolah dan hasilnya masih bisa dibilang kurang optimal. Oleh sebab itu sebaiknya modul fisika kembali di uji cobakan di kelas atau subyek yang lebih banyak agar mendapatkan hasil lebih optimal.
- b. Penelitian ini masih berfokus pada pokok bahasan SK 1 KD 1.2. Oleh sebab itu. Penelitian lain dapat menindak lanjuti penelitian ini, misal pada pokok bahasan lain.
- c. Penelitian pengembangan yang menghasilkan produk berupa modul fisika ini dibatasi pada tahap uji coba produk untuk mendapatkan respon dari peserta didik. Peneliti lain dapat melanjutkan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas dari modul berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) fisika yang telah dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Arisanto, Iwan., Agus Suyudi, & Lia Yulianti. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Integratif Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Pada Mata Pelajaran Fisika Kelas X SMA Materi Optik*. Malang. Tidak diterbitkan
- Dharma, Surya. 2008. *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan, PMPTK
- Fitri, Lidy Alimah., Eko Setyadi K. & Nur Ngazizah. 2013. *Pengembangan Modul Fisika pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis Berbasis Domain Pengetahuan Sains untuk Mengoptimalkan Minds-On Siswa SMA Negeri 2 Purworejo Kelas X Tahun Pelajaran 2012/2013*. *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol.3.No.1
- Handayani, sri., Ari Damari. 2009. *Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XI*. E-book. CV. Adi Perkasa
- Harijanto, Mohammad. 2007. *Pengembangan Bahan Ajar Untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran Program Pendidikan Pembelajaran Sekolah Dasar*. Surabaya: Tidak diterbitkan.
- Harjasujan, A.S., dan Mulyati, Y. 1996. *Membaca 2*. Jakarta: Ditjen Dikdasmen
- Lewy., Zulkardi, & Nyimas Aisyah. 2009. *Pengembangan Soal Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pokok Bahasan Barisan Dan Deret Bilangan Di Kelas IX Akselerasi SMP Xaverius Maria Palembang*. *Jurnal Pendidikan Matematika*, volume 3 No.2
- Luthfiana, Ulfa., Eddy Budiono. 2013. *Penerapan Strategi Brain Based Learning Yang Dapat Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Malang: Tidak diterbitkan.
- Majid, Abdul. 2006. *Perencanaan Pembelajaran*. Bandung. Remaja Rosda Karya.
- Masnur, Muslich. 2007. *KTSP Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Kontestual Panduan Guru, Kepala Sekolah dan Pengawas Sekolah*. Jakarta: Bumi Aksara
- Mbulu, J dan Suhartono. 2004. *Pengembangan Bahan Ajar*. Malang : Elang Mas

- Purbaningrum, Dwi. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika dengan Konten Kecerdasan Emosional pada Materi Fluida untuk Meningkatkan High Order Thingking Skills (HOTS)*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Rofiah, Emi., Nonoh Siti Aminah., & Elvin Yusliana Ekawati. 2013. *Penyusunan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Pada Siswa SMP*. Jurnal Pendidikan Fisika (2013) Vol.1 No.2
- Saripudin, Aip., Dede Rustiawan K., & Adit Suganda. 2009. *Praktis Belajar Fisika Untuk Kelas XI SMA/MA*. E-book. Visindo Media Persada
- Santyasa, I Wayan. 2009. *Pengembangan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Bagi Siswa SMA dengan pemberdayaan model perubahan konseptual bersetting investigasi kelompok*.
- Sugiharti. 2005. *Penerapan Teori Multiple Intelligence dalam Pembelajaran Fisika*. Jurnal Pendidikan Penabur, 5 (4) : 30-35
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Tim Puslitjaknov. 2008. *Metode Penelitian Pengembangan Edisi Ketiga*. Jakarta: Depdiknas
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Utari Retno, Widayaiswara M., Pusdiklat KNPk. *Taksonomi Bloom Apa dan Bagaiman Menggunakannya*. Tidak diterbitkan
- Waluyo, Akhmad Ardi. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika SMA Kelas X Materi Gerak Lurus Berubah Beraturan untuk Memfasilitasi Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa*. Universitas Negeri Semarang
- Widyoko, Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Wijayanti, Galuh., Jeffry Handhika, & sFarida Huriawati. 2014. *Pengembangan Modul Berbasis Alam pada Pokok Bahasan Kalor*
- Yulianti, L. 2013. *Efektivitas Bahan Ajar Ipa Terpadu Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP*. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia 9 (2013) 53-57

Lampiran 1

DAFTAR NAMA VALIDATOR DAN PENILAI

1. Daftar Nama Validator Instrumen

No	Nama	Instansi
1	Siti Fatimah, M.Pd	Prodi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2	Jamil Suprahatiningrum M.Pd	Prodi Pendidikan Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3	Ibu Asih Widi W., M.Pd	Prodi Pendidikan Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

2. Daftar Nama Validator Produk

No	Nama	Instansi
1	Drs. H. Aris Munandar, M.Pd	Prodi Ilmu Pengetahuan Alam UST
2	Prof. Suparwoto, M.Pd	FMIPA Universitas negeri Yogyakarta.
3	Norma Sidik R., M.Sc	Prodi Pendidikan Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

3. Daftar Nama Penilai

No	Nama	Instansi
1	Idham Syahalam, M.Sc	Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2	Drs. Nur Untoro, M.Si	Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3	Ibu Yuli Prihatni M.Pd	Prodi P. Fisika FKIP UST

Lampiran 2

VALIDASI INSTRUMEN PENELITIAN

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asih Xlidi Wisudawati, M.Pd
 NIP : 19840901 200912 2007
 Instansi : P. Kemu UIN Sunan Kalijaga
 Alamat Instansi : Jl. Marsda Adi Sucipto no. 1 Yogyakarta
 Bidang Keahlian : Pend. Sains

menyatakan bahwa saya telah memberikan masukan pada instrumen penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*High Order Thinking Skills*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh:

Nama : Alfiatun Nikmah
 NIM : 10690055
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk selanjutnya instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data setelah disempurnakan sesuai dengan masukan yang saya berikan.

Yogyakarta,

Validator



Asih Xlidi W. M. Pd
 NIP. 19840901 200912 2007,

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jamil S. M.Pd.
NIP : 19840205 201101 2 008
Instansi : Fakultas Sains dan Teknologi UIN
Alamat Instansi :
Bidang Keahlian : Prodi Pendidikan Kimia

menyatakan bahwa saya telah memberikan masukan pada instrumen penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*High Order Thinking Skills*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh:

Nama : Alfiatun Nikmah
NIM : 10690055
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk selanjutnya instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data setelah disempurnakan sesuai dengan masukan yang saya berikan.

Yogyakarta, 30-4-2015

Validator



NIP.

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Fatimah, M.pd
NIP :
Instansi : Prodi Pendidikan Fisika UIN
Alamat Instansi :
Bidang Keahlian : Pendidikan Sains

menyatakan bahwa saya telah memberikan masukan pada instrumen penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*High Order Thinking Skills*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh:

Nama : Alfiatun Nikmah
NIM : 10690055
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk selanjutnya instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data setelah disempurnakan sesuai dengan masukan yang saya berikan.

Yogyakarta,

Validator



Lampiran 3

VALIDASI PRODUK PENELITIAN

**LEMBAR VALIDASI PRODUK PENELITIAN PENGEMBANGAN MODUL FISIKA
BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER
THINKING SKILLS) PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG
GRAVITASI KELAS XI SMA/MA**

Nama : *Dr. H. Anis Manau ddr M.Pd.*
Instansi : *IPA UST*

Petunjuk Pengisian

1. Sebagai pedoman untuk mengisi kolom-kolom validitas isi, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:
 - a. Kesesuaian dengan konten Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi yang berupa:
 - 1) Menganalisis
 - a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya.
 - b) Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit.
 - c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan.
 - 2) Mengevaluasi
 - a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya.
 - b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian.
 - c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
 - 3) Mengkreasi
 - a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu.

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : *Dr. H. Arn Munandar MPA*
NIP : *4902188*
Instansi : *IPA UST*
Alamat Instansi :
Bidang Keahlian : *Fisika*

menyatakan bahwa saya telah memberikan masukan pada produk yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh:

Nama : Alfiatun Nikmah
NIM : 10690055
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk selanjutnya produk tersebut dapat digunakan untuk mengambil data setelah disempurnakan sesuai dengan masukan yang saya berikan.

Yogyakarta,

Validator


Dr. H. Arn Munandar MPA
NIP. *4902188*

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Setelah membaca dan mempelajari produk dalam penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh mahasiswa:

Nama : Alfiatun Nikmah
 NIM : 10690055
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Sains dan Teknologi

maka saya berpendapat dan memberi saran serta masukan terhadap produk yang disusun sebagai berikut:

- Indikator dirumuskan dengan lebih (lebih banyak) operasi siswa
- Kondisi HOTS agar diperjelas.
- Urutan uraian disusunkan dengan urutan uraian
- Deskripsi setiap paragraf pada kesimpulan dengan paragraf lainnya

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data.

Yogyakarta,
 Validator

 NIP.

LD : Layak Digunakan
 LDP : Layak Digunakan dengan Perbaikan
 TLD : Tidak Layak Digunakan

**LEMBAR VALIDASI PRODUK PENELITIAN PENGEMBANGAN MODUL FISIKA
BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER
THINKING SKILLS) PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG
GRAVITASI KELAS XI SMA/MA**

Nama : Prof. Suarwoto, M.Pd

Instansi : FMIPA UMY

Petunjuk Pengisian

1. Sebagai pedoman untuk mengisi kolom-kolom validitas isi, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:
 - a. Kesesuaian dengan konten Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi yang berupa:
 - 1) Menganalisis
 - a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya.
 - b) Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit.
 - c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan.
 - 2) Mengevaluasi
 - a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya.
 - b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian.
 - c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
 - 3) Mengkreasi
 - a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu.

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Setelah membaca dan mempelajari produk dalam penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh mahasiswa:

Nama : Alfiatun Nikmah
 NIM : 10690055
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Sains dan Teknologi

maka saya berpendapat dan memberi saran serta masukan terhadap produk yang disusun sebagai berikut:

- Draft sudah diperbaiki dengan catatan
 yg. kelas juga sampai ke pada rumus
- Modul lebih tepat bila disebut paket
 belajar, dan materi sudah cukup.
 (format modul belum utuh)

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data.

Yogyakarta, 08/07/2015

Validator

lep
 Prof. Supriyanto, M.A.

NIP. 68305

LD : Layak Digunakan
 LDP : Layak Digunakan dengan Perbaikan
 TLD : Tidak Layak Digunakan

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : *Prof Suparwoto, M.Pd*
NIP : *68305051977021001*
Instansi : *FMIPA - Widy*
Alamat Instansi : *Kampus Karang Tengah Yogya*
Bidang Keahlian : *Psik. Fisika*

menyatakan bahwa saya telah memberikan masukan pada produk yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh:

Nama : *Alfiatun Nikmah*
NIM : *10690055*
Program Studi : *Pendidikan Fisika*
Fakultas : *Sains dan Teknologi*

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk selanjutnya produk tersebut dapat digunakan untuk mengambil data setelah disempurnakan sesuai dengan masukan yang saya berikan.

Yogyakarta, *08/02/2022*

Validator

Prof Suparwoto, M.Pd

NIP.

**LEMBAR VALIDASI PRODUK PENELITIAN PENGEMBANGAN MODUL FISIKA
BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER
THINKING SKILLS) PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG
GRAVITASI KELAS XI SMA/MA**

Nama :..... *Norma Sidik Rudianto, MSc*
Instansi :..... *UIN Sunan Kalijaga*

Petunjuk Pengisian

1. Sebagai pedoman untuk mengisi kolom-kolom validitas isi, perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:
 - a. Kesesuaian dengan konten Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi yang berupa:
 - 1) Menganalisis
 - a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya.
 - b) Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit.
 - c) Mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan.
 - 2) Mengevaluasi
 - a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan, dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya.
 - b) Membuat hipotesis, mengkritik dan melakukan pengujian.
 - c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
 - 3) Mengkreasi
 - a) Membuat generalisasi suatu ide atau cara pandang terhadap sesuatu.

SURAT KETERANGAN VALIDASI

Setelah membaca dan mempelajari produk dalam penelitian yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh mahasiswa:

Nama : Alfiatun Nikmah
 NIM : 10690055
 Program Studi : Pendidikan Fisika
 Fakultas : Sains dan Teknologi

maka saya berpendapat dan memberi saran serta masukan terhadap produk yang disusun sebagai berikut:

1. Cet pada Modul

.....

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk selanjutnya instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengambil data.

Yogyakarta,

Validator

Norma Sidiq R. MSc

NIP.

LD : Layak Digunakan
 LDP : Layak Digunakan dengan Perbaikan
 TLD : Tidak Layak Digunakan

SURAT PERNYATAAN VALIDASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : *Norma Sidik Risdianto, MSc*
NIP : -
Instansi : *UIN Sunan Kalijaga*
Alamat Instansi : -
Bidang Keahlian : *Fisika*

menyatakan bahwa saya telah memberikan masukan pada produk yang berjudul "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (*HIGH ORDER THINKING SKILLS*) Pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi Kelas XI SMA/MA" yang disusun oleh:

Nama : Alfiatun Nikmah
NIM : 10690055
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk selanjutnya produk tersebut dapat digunakan untuk mengambil data setelah disempurnakan sesuai dengan masukan yang saya berikan.

Yogyakarta,
Validator

Norma Sidik R, MSc
NIP.

Lampiran 4

PENILAIAN KUALITAS MODUL FISIKA

**LEMBAR PENILAIAN KUALITAS
MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI**

Nama Penilai : **IQHAM.....SYAHALAM.M.Sc**
 NIP :
 Instansi : **U/18 SUKA**

Petunjuk Pengisian

1. Melalui instrumen ini Bapak/Ibu diminta memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pertanyaan yang terdapat dalam instrumen ini akan digunakan sebagai masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan Modul Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi
3. Berilah tanda *check* (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:

SK (Sangat Kurang) :1
 K (Kurang) :2
 B (Baik) :3
 SB (Sangat Baik) :4

4. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.

5. Sebelum melakukan penilaian terhadap Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi isilah identitas Bapak/Ibu secara lengkap terlebih dahulu.
6. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

**LEMBAR PENILAIAN KUALITAS
MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI**

NO	BUTIR PENILAIAN	NILAI			
		SK	K	B	SB
A. ASPEK KELAYAKAN ISI					
1.	Kesesuaian materi dengan SK dan KD serta indikator dan tujuan pada kurikulum KTSP.		✓		
2.	Menekankan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.				
	a. Menganalisis				✓
	b. Mengevaluasi				✓
	c. Mengkreasi				✓
3.	Kedalaman materi sesuai dengan taraf berpikir peserta didik.		✓		
4.	Materi yang disampaikan menumbuhkan rasa ingin tahu.			✓	
5.	Informasi yang dikemukakan sesuai dengan perkembangan zaman.		✓		
6.	Kesesuaian kegiatan percobaan dengan materi yang disajikan pada modul.				✓
B. ASPEK PENYAJIAN					
7.	Konsistensi sistematika sajian.				✓
8.	Konsistensi penggunaan bentuk dan ukuran huruf.				✓
9.	Kesesuaian dengan karakter modul:				
	a. <i>Self Instructional</i> (mebelajarkan peserta didik, tidak tergantung pada pihak lain)			✓	
	b. <i>Self Contained</i> (mencakup keseluruhan materi gravitasi).				✓
	c. <i>Stand Alone</i> (berdiri sendiri, tidak tergantung media lain).			✓	
	d. <i>Adaptive</i> (sesuai perkembangan ilmu dan teknologi).		✓		
	e. <i>User Friendly</i> (bersahabat dengan pembaca).			✓	
10.	Mendorong peserta didik menyimpulkan konsep, hukum atau fakta.		✓		
11.	Hubungan konsep dengan kehidupan sehari-hari.			✓	

12.	Keruntutan konsep.					✓	
13.	Hubungan antar fakta dan antar konsep.					✓	
14.	Soal-soal dan pertanyaan yang disajikan memfasilitasi keterampilan berfikir tingkat tinggi peserta didik						✓
C. ASPEK KEBAHASAAN							
15.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan EYD.					✓	
16.	Kalimat yang digunakan sederhana, jelas, dan mudah dipahami.					✓	
17.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik.					✓	
18.	Bahasa yang digunakan komunikatif.					✓	
19.	Kalimat tidak menimbulkan makna ganda.					✓	
D. ASPEK ILUSTRASI							
20.	Ilustrasi dan gambar yang disajikan sesuai dengan konsep.					✓	
21.	Ilustrasi dan gambar sesuai dengan penempatannya pada setiap materi.						✓
E. ASPEK KELENGKAPAN							
22.	Soal-soal evaluasi akhir modul dapat membantu peserta didik memahami materi.						✓
23.	Peta konsep yang disajikan modul dapat membantu peserta didik memahami konsep yang terdapat pada materi.						✓
F. ASPEK FISIK							
24.	Ukuran kertas A4 80 g/m ² .						✓
25.	Sampul modul menarik.						✓

LEMBAR PENILAIAN KUALITAS

MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Nama Penilai : Drs. Nur Untoro, M.S.
 NIP : 196611261996031001
 Instansi : F.S.T. G.M. SUKA

Petunjuk Pengisian

1. Melalui instrumen ini Bapak/Ibu diminta memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pertanyaan yang terdapat dalam instrumen ini akan digunakan sebagai masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan Modul Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi
3. Berilah tanda *check* (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:

SK (Sangat Kurang)	: 1
K (Kurang)	: 2
B (Baik)	: 3
SB (Sangat Baik)	: 4

4. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.

5. Sebelum melakukan penilaian terhadap Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi isilah identitas Bapak/Ibu secara lengkap terlebih dahulu.

6. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT

TINGGI

NO	SARAN/KRITIK
	<p> Gaya → Vektor sudah smestinya ditulis secara vektor → bagaimana bisa nyebutin bahwa hal " jika tidak secara vektor ? → Hk Newton $F = \frac{G M_1 M_2}{r^2}$ → Prs (202) salah !! Artinya bwni homogen → percepatan dalam bwni $g = -G \frac{M}{R^3}$ M. → <u>silahkan cari rumus</u> → dipresent bwni $g = 0$ → $E_p = -G \frac{Mm}{R}$ → julasen tumbuyqy dg $E_p = mgh$! → Gerak selelit linier dg subektite g constant </p>

Yogyakarta, ... 30 Juli 2015
 Penilai,


...
 NIP. 196611261996031001

LEMBAR PENILAIAN KUALITAS
MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Nama Penilai : ...*Juli*.....*Prinatawi*.....
 NIP / NIDN : ...0507078101.....
 Instansi : ...*Pada P. Fisika*...*FKIP UST*.....
 Petunjuk Pengisian

1. Melalui instrumen ini Bapak/Ibu diminta memberikan penilaian terhadap Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi
2. Penilaian yang Bapak/Ibu berikan pada setiap butir pertanyaan yang terdapat dalam instrument ini akan digunakan sebagai masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan Modul Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi
3. Berilah tanda *check* (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:

SK (Sangat Kurang)	:1
K (Kurang)	:2
B (Baik)	:3
SB (Sangat Baik)	:4
4. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
5. Sebelum melakukan penilaian terhadap Modul Fisika Berbasis Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi isilah identitas Bapak/Ibu secara lengkap terlebih dahulu.
6. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

NO	SARAN/KRITIK
	<p>font yang tercetak mudah & hindari, & ganti warna latar & teks. Penulisan rumus / gambar ketik & bersi rumus & papan tulis profesional</p>

Yogyakarta, 18/3/2015
 Penilai,
 (.....)

Lampiran 5

PERHITUNGAN KUALITAS MODUL FISIKA

1. Skor Hasil Penilaian

Aspek	Nomor Pernyataan	Penilai		
		1	2	3
I. Kelayakan isi	1	2	4	3
	2. a.	4	3	3
	b.	4	3	3
	c.	4	3	3
	3	2	2	3
	4	3	3	3
	5	2	3	3
II. Penyajian	6	4	3	3
	7	4	3	4
	8	4	3	3
	9.a.	3	2	3
	b.	4	3	3
	c.	3	2	3
	d.	2	3	3
	e.	3	3	3
	10	2	3	3
	11	3	3	4
	12	3	3	3
III. Kebahasaan	13	3	3	3
	14	4	3	3
	15	3	4	3
	16	3	4	4
	17	3	4	4
IV. Ilustrasi	18	3	4	3
	19	3	4	3
V. Kelengkapan	20	3	3	3
	21	4	3	3
VI. Fisik	22	4	3	3
	23	4	3	3
VI. Fisik	24	4	4	4
	25	2	3	4

2. Kategori Penilaian

Rentang Skor	Kategori
$3,25 < \bar{X} \leq 4,00$	Sangat Baik (SB)
$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Baik (B)
$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Kurang (K)
$1,00 \leq \bar{X} \leq 1,75$	Sangat Kurang (SK)

3. Perhitungan

Penghitungan	Aspek						
	Keseluruhan	I	II	III	IV	V	VI
Jumlah responden	3	3	3	3	3	3	3
Jumlah pernyataan	31	8	12	5	2	2	2
Skor maksimal	$31 \times 4 \times 3 = 372$	$8 \times 4 \times 3 = 96$	$12 \times 4 \times 3 = 144$	$5 \times 4 \times 3 = 60$	$2 \times 4 \times 3 = 24$	$2 \times 4 \times 3 = 24$	$2 \times 4 \times 3 = 24$
Skor yang diperoleh	295	73	110	52	19	20	21
Skor rata-rata	$295 : (3 \times 31) = 3,17$	$73 : (3 \times 8) = 3,04$	$110 : (3 \times 12) = 3,06$	$52 : (3 \times 5) = 3,47$	$19 : (3 \times 2) = 3,17$	$20 : (3 \times 2) = 3,33$	$21 : (3 \times 2) = 3,50$
Kriteria	Baik	Baik	Baik	Sangat baik	Baik	Sangat baik	Sangat baik

Lampiran 6

DAFTAR NAMA PESERTA DIDIK DALAM UJI COBA

1. Daftar Nama Peserta Didik Dalam Uji Coba Lapangan Skala Kecil

No	Nama
1	Galuh Prana Shinta
2	Rudi Saputra
3	Irfan F.
4	M. Fauzan
5	Ifatuzahro
6	Fatachul Fadli
7	Anisa Azizatul M.
8	Ika Nur Azizah
9	Adiasning Navaratri
10	Chandra Audy Nurrochman

2. Daftar Nama Peserta Didik Dalam Uji Coba Lapangan Skala Besar

No	Nama	Kelas
1	Yafi Nurma A.	XI IPA 1
2	Agustin Novitasari	
3	Asriyati	
4	Agrestina	
5	Fitri Trisaridesi Ervin A.	
6	Ayu Afifatul Bairoh	
7	Ayyu Kholifatul R.	
8	Bahiyatuddina Ulfa	
9	Nurul Khaffiani	
11	Muhammad Fauzi	
12	Yandi Haristyو	
13	Bavito	
14	Azizah Suci H.	
15	Ahmad Maulana A.	
16	Nur Fuatul Aufa	
17	Selvi Hidayah	
18	Nurul Mahmudah	
19	Muhammad Mugi P.	
20	Amino Margi P.	
21	Azmawati F.	
22	Khoirunnisa	
23	Minnatilah	
24	Tika Mustikawati	

25	Kismawati	
26	Nurhayati Nikmah	
27	Rhima Z.	
28	Teas Sri Rahayu	
29	Muhammad Fahrudin	
30	Lukman Setiadi	
31	Anisa Nur Farza	
32	Sri Sukmawati	
33	Istiana Wulandari	
34	Annisa Fiti Utami	
35	Erlina S.	
36	Ahmad Sunari	
37	Ifatuzahro	
38	Dewi Wihesti	
39	Titi Awi L.	
40	Oktavia	
41	Uswatun Hasanah	
42	Anik Dwi Astuti	
43	M. Fauzan	
44	Anisa Azizatul Magfiroh	
45	Syaid Hagung B.	
46	Adiasning Naravaratri	
47	Kurniawan Sandi	
48	Ika Nur Azizah	
49	Rangga Asri D.	
50	Satria P.	
51	Daimatul Khoiriyah	
52	Juliet Jannatin V.	
53	Muhammad Miftahul R.	
54	Fatachul Fadli	
55	Irfan Fahmi	
56	Wanti	
57	Ahmad Sunari	
58	Syaid Hagung B.	
59	Riyanti	
60	Muhammad F.	

XI IPA 2

Lampiran 7

PERHITUNGAN SKOR ANKET RESPON PESERTA DIDIK

1. Kategori Respon

Skor rata-rata (\bar{X})	Kriteria
$3,25 < \bar{X} \leq 4,00$	Sangat Setuju (SS)
$2,50 < \bar{X} \leq 3,25$	Setuju (S)
$1,75 < \bar{X} \leq 2,50$	Tidak Setuju (TS)
$1,00 \leq \bar{X} \leq 1,75$	Sangat Tidak Setuju (STS)

2. Perhitungan

a. Uji coba lapangan skala kecil

No.	Penghitungan	Aspek			
		Keseluruhan	Kelayakan isi	Penyajian	Kebahasaan
1	Jumlah responden	10	10	10	10
2	Jumlah pernyataan	30	16	12	2
3	Skor maksimal	$30 \times 4 \times 10 = 1200$	$16 \times 4 \times 10 = 640$	$12 \times 4 \times 10 = 480$	$2 \times 4 \times 10 = 80$
4	Skor yang diperoleh	990	476	371	62
5	Skor rata-rata	$990 : (10 \times 30) = 3,06$	$476 : (10 \times 16) = 3,10$	$371 : (10 \times 12) = 3,09$	$62 : (10 \times 2) = 2,98$
6	Kriteria	Setuju	Setuju	Setuju	Setuju

b. Uji coba lapangan skala besar

No.	Penghitungan	Aspek			
		Keseluruhan	Kelayakan isi	Penyajian	Kebahasaan
1	Jumlah responden	60	60	60	60
2	Jumlah pernyataan	30	16	12	2
3	Skor maksimal	$30 \times 4 \times 60 = 7200$	$16 \times 4 \times 60 = 3840$	$12 \times 4 \times 60 = 2880$	$2 \times 4 \times 60 = 480$
4	Skor yang diperoleh	5371	2845	2173	353
5	Skor rata-rata	$5371 : (60 \times 30) = 2,98$	$2845 : (60 \times 16) = 2,96$	$2173 : (60 \times 12) = 3,02$	$353 : (60 \times 2) = 2,94$
6	Kriteria	Setuju	Setuju	Setuju	Setuju

Lampiran 8

INSTRUMEN UJI RUMPANG

INSTRUMEN UJI RUMPANG (CLOZED TEST)

Nama Siswa : Chandra Auly Nurrochman.

Petunjuk Pengisian

1. Lengkapilah kalimat yang hilang dari setiap paragraf dengan jujur dan apa adanya.
2. Tiap nomor harus diisi, jawaban sangat diperlukan untuk perbaikan modul fisika.
3. Terimakasih kami ucapkan atas kerjasamanya.

Bagian 1

Pada saat belajar gerak jatuh bebas pasti kamu pernah mendengar tentang percepatan gravitasi. Ingatkah kamu berapa nilai dari percepatan gravitasi di permukaan bumi? Setelah mengingat kembali nilai dari percepatan gravitasi sekarang coba jelaskan apa itu percepatan gravitasi!

Tahukah kamu mengapa astronot bisa melayang di angkasa? Astronot berada di ruang (1) Angkasa dapat melayang karena dia tidak di pengaruhi oleh gaya (2) gravitasi dari bumi, sehingga dia dapat melayang seperti tidak mempunyai (3) berat badan. Karena tidak di pengaruhi oleh gaya gravitasi itulah astronot menjadi (4) kehilangan berat badannya dan dapat melayang di angkasa. Benarkah seperti itu jawabannya?

Untuk menjawabnya mari kita ingat kembali hukum gravitasi Newton. Astronot dapat melayang di ruang angkasa bukan karena astronot tidak di pengaruhi oleh gaya (5) gravitasi bumi, justru satu-satunya gaya yang (6) bekerja pada astronot adalah gaya gravitasi. Karena astronot berada (7) jauh dari bumi dan massa astronot yang jauh lebih (8) kecil dibandingkan bumi inilah yang membuat astronot dapat melayang di ruang angkasa, Jadi dengan kata lain astronot tersebut berada dalam (9) medan gravitasi bumi karena gaya gravitasi bumi masih bekerja pada astronot.

Nilai percepatan gravitasi pada setiap tempat di atas (10) Permukaan bumi tidaklah sama. Di equator percepatan gravitasi sekitar $9,78 \text{ m/s}^2$, sedangkan di daerah kutub sekitar $9,83 \text{ m/s}^2$. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah (11) bentuk bumi yang tidak benar-benar bulat yaitu bulat pepat di kedua kutubnya. Pada daerah equator (12) jaraknya ke pusat bumi lebih jauh di banding dari daerah kutub

ke pusat bumi, sehingga percepatan gravitasi di kutub lebih besar. Topografi permukaan bumi yang beragam menyebabkan (13) perbedaan percepatan gravitasi karena percepatan gravitasi bergantung dari jaraknya terhadap permukaan bumi. Semakin tinggi benda dari permukaan bumi maka semakin (14) kecil percepatan gravitasinya. Selanjutnya kepadatan atau kerapatan (15) massa bumi yang berbeda-beda. Daratan memiliki kerapatan massa yang (16) tinggi di bandingkan wilayah lautan, sehingga nilai percepatan gravitasi di daratan lebih kecil dibandingkan wilayah lautan. Nilai percepatan gravitasi yang sering digunakan pada umumnya adalah $9,8 \text{ m/s}^2$.

Bagian 2

Gaya gravitasi membuat kita merasakan adanya berat pada tubuh kita, lalu bagaimana dengan orang yang ada pada gambar 2.2 disamping? Apakah mereka tidak merasakan berat badannya, sehingga dapat melayang dan dapat berdiri terbalik seperti itu? Apakah orang-orang tersebut yang berada dalam pesawat ruang angkasa kehilangan berat badannya?

Keadaan tanpa bobot bukanlah (17) kehilangan berat badan dalam arti yang sesungguhnya. Keadaan ini terjadi ketika suatu benda mengalami jatuh (18) bebas dari suatu ketinggian tertentu, dimana hanya gaya (19) gravitasi yang bekerja pada benda yang jatuh bebas tersebut, bahkan meskipun di ruang angkasa gaya gravitasipun masih tetap ada.

Kasus yang sama juga terjadi pada bulan sebagai satelit bumi. Bulan tidak jatuh dan menabrak bumi yang lebih (20) besar di banding bulan dikarenakan bulan juga mempunyai gaya gravitasi. Sebenarnya bulan juga (21) jatuh bebas menuju bumi akan tetapi bulan tidak pernah sampai ke bumi. Bulan memiliki gaya sentripetal yaitu gaya yang menyebabkan bulan bergerak (22) melingkar mengelilingi bumi yang arahnya menuju pusat bumi. Lalu mengapa bulan tidak jatuh ke bumi jika arah dari gaya (23) Sentripetal adalah pusat bumi, hal ini karena (24) kecepatan bulan yang selalu di percepat. Jadi bulan juga termasuk mengalami keadaan tanpa bobot.

Bagian 3

Saat malam hari perhatikanlah begitu banyak bintang yang menghiasi langit, terlihat pula bulan yang begitu indah. Sempatkah terpikir di benakmu bagaimana cara benda-benda



Sumber: <http://id.wikipedia.org/>

Gambar 2.2 keadaan tanpa bobot

langit itu hilang saat siang dan di gantikan oleh matahari?

Gerakan bintang dan planet telah diamati oleh para ahli astronomi sejak berabad-abad yang lalu. Salah satu tokoh (25) astronomi yang berhasil menemukan tiga hukum empiris tentang (26) gerakan planet adalah Johannes Kepler (1571-1630). Teori Kepler ini sebagian besar berasal dari hasil (27) penelitian Tycho Brahe. Kepler menguji data-data dari penelitian Brahe tentang posisi planet dalam gerakannya melintasi langit

Bagian 4

Kita sering mendengar bahwasanya bulan adalah satelit alami bumi, dimana bulan mengelilingi bumi dan bersama-sama dengan bumi mengelilingi matahari. Bulan selalu setia berada di dekat bumi dan tidak pernah meninggalkan bumi. Lalu apa definisi kamu terhadap satelit? Jika bulan adalah satelit alami bumi adakah satelit buatan, mungkinkah satelit alami dan satelit buatan memiliki orbit yang sama?

Mari kita definisikan bersama apa itu satelit. Satelit adalah benda yang (28) mengorbit benda lain dengan periode dan rotasi tertentu. Ada dua jenis satelit yaitu satelit (29) alam dan satelit buatan. Ada dua jenis satelit buatan berdasarkan (30) orbit edarnya, yaitu satelit geostasioner dan satelit polar. Satelit geostasioner adalah satelit buatan yang mengorbit (31) bumi di khatulistiwa pada tingkat kecepatan putar yang sama dengan rotasi bumi. Satelit ini berada pada (32) ketinggian 36.000 kilometer. Dinamakan geostasioner karena jika diamati dari permukaan bumi satelit geostasioner tampak diam di angkasa hal ini karena periode orbit satelit (33) Sama dengan periode rotasi bumi. Satelit polar adalah satelit buatan yang letaknya hampir paralel dengan dengan garis meridian bumi. Satelit polar melewati kutub utara dan kutub selatan bumi tiap kali revolusi bumi. Satelit ini berada pada ketinggian 850 kilometer. Pada pembahasan kali ini kita batasi pada satelit geostasioner.

Seperti kita ketahui bahwa bumi memiliki gaya gravitasi yang menahan benda-benda yang ada didalamnya. Jika satelit alami sudah ada dengan (34) sendirinya lalu bagaimana dengan satelit buatan manusia? Bagaimana satelit itu bias (35) berada di ruang angkasa yang berada pada ketinggian tertentu dari bumi? Bisakah kamu (36) menentukan kecepatan minimum untuk meluncurkan satelit tersebut agar bisa (37) lepas landas dari permukaan bumi dan tidak kembali lagi ke bumi?

Lampiran 9

INSTRUMEN ANGKET RESPON PESERTA DIDIK

ANGKET RESPON PESERTA DIDIK

TERHADAP MODUL FISIKA

Nama Siswa : Hafuzahira

Kelas/No.Absen : XI IPA 2 / 14

Petunjuk Pengisian

1. Jawablah dengan jujur dan sesuai dengan kondisi apa adanya.
2. Tiap kolom harus diisi, jawaban sangat diperlukan untuk perbaikan modul fisika .
3. Beri tanda *check* (✓) pada kolom yang sesuai untuk mengetahui respon/tanggapan peserta didik terhadap penggunaan modul fisika , dengan ketentuan sebagai berikut:

SS (Sangat Setuju) : 4

S (Setuju) : 3

TS (Tidak Setuju) : 2

STS (Sangat Tidak Setuju) : 1

4. Terimakasih kami ucapkan atas kerjasamanya.

No	Pernyataan	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Gambar dan ilustrasi yang terdapat dalam modul fisika jelas dan tidak membingungkan.		✓		
2.	Modul fisika menurunkan semangat belajar saya.			✓	
3.	Modul fisika membuat saya lebih mudah dalam memahami materi hukum Newton tentang Gravitasi.		✓		
4.	Isi dari modul fisika tidak membuat saya harus mengemukakan pendapat/ gagasan.		✓		
5.	Modul fisika membuat saya termotivasi untuk belajar.		✓		
6.	Modul fisika menarik dan tidak membosankan.		✓		
7.	Sampul pada modul fisika menarik perhatian saya.		✓		
8.	Gambar dan ilustrasi yang terdapat dalam modul tidak jelas dan membingungkan.			✓	
9.	Modul fisika membuat saya lebih dapat mengingat materi hukum Newton tentang Gravitasi.		✓		
10.	Saya dapat membaca setiap huruf dalam modul fisika karena ukurannya sesuai.		✓		
11.	Desain sampul pada modul fisika tidak menarik dan membosankan.			✓	
12.	Kegiatan percobaan yang ada dalam modul membuat saya semakin mudah mengingat dan memahami materi.		✓		
13.	Modul fisika tidak ada bedanya dengan modul fisika yang lain.			✓	
14.	Modul fisika membuat saya kesulitan dalam memahami materi hukum Newton tentang Gravitasi.			✓	
15.	Modul fisika didalamnya tidak terdapat informasi yang memberikan pengetahuan baru.			✓	

16.	Peta konsep yang disajikan dalam modul fisika membantu saya untuk mengingat hukum Newton tentang Gravitasi.		✓		
17.	Modul fisika berbeda/ tidak sama dengan modul fisika yang lain.		✓		
18.	Modul fisika tidak membuat saya ingin membaca karena kurang menarik.			✓	
19.	Modul fisika membuat saya kesulitan dalam mengingat materi hukum Newton tentang Gravitasi.			✓	
20.	Ukuran huruf pada modul fisika terlalu kecil adapula yang terlalu besar.			✓	
21.	Modul fisika tidak dapat melatih saya menemukan alasan jawaban dalam menyelesaikan soal.			✓	
22.	Materi yang disajikan dalam modul fisika memberikan saya pengetahuan baru.		✓		
23.	Peta konsep yang ada dalam modul fisika membuat saya bingung.			✓	
24.	Soal dalam modul menanyakan alasan dari sebuah fenomena alam.		✓		
25.	Modul fisika melatih saya mengemukakan pendapat/gagasan yang berbeda dari teman yang lain.		✓		
26.	Kalimat yang digunakan dalam modul terlalu sulit untuk dipahami.			✓	
27.	Modul fisika mengharuskan saya untuk mencermati setiap permasalahan yang disajikan.			✓	
28.	Kalimat yang digunakan dalam modul fisika mudah saya pahami.		✓		
29.	Kegiatan percobaan dalam modul tidak membuat saya memahami materi.			✓	
30.	Permasalahan yang disajikan dalam modul fisika tidak membutuhkan kecermatan dalam penyelesaiannya.			✓	

Lembar masukan secara umum

Menurut saya modul fisika yang disajikan cukup menarik beda dari yang lain, mudah dimengerti dan cukup baik untuk dibuat sebagai bahan acuan pembelajaran....

Yogyakarta, 7 september 2018

Siswa


(Hafidus)

Lampiran 10

LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN

a. Uji Coba Lapangan Skala Kecil

Instrument penelitian
(Peneliti : Alfiatus Nikmah)

**LEMBAR OBSERVASI
KETERLAKSANAAN MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER THINKING SKILLS)**

Hari/Tanggal : Senin / 7 September 2015
Sekolah : MAN Lab UIN Yogyakarta
Kelas/Semester : XI/Ganjil
Materi Pokok : Gravitasi
Pengamat : Fauhatun Rafika Dewi
Petunjuk :

Lembar ini diisi oleh pengamat pada saat proses pembelajaran, yang memuat aspek-aspek pengukuran dari keterlaksanaan modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*). Berilah tanda *checklist* (✓) pada angka-angka yang sesuai dengan pengamatan anda pada kolom indikator yang tersedia:

Skor 4 : Sangat Baik (SK)
Skor 3 : Baik (SK)
Skor 2 : Kurang (SK)
Skor 1 : Sangat Kurang (SK)

No.	Aspek	1	2	3	4
A. Indikator					
1.	Peserta didik dapat menjelaskan konsep gravitasi saat ditanya.			✓	
2.	Peserta didik dapat menyebutkan contoh konsep gravitasi dalam kehidupan sehari-hari.				✓
3.	Peserta didik dapat melaksanakan percobaan dengan baik.		✓		
B. Interaksi Sosial					
4.	Terdapat interaksi multi arah antara peneliti dengan peserta didik dan antara peserta didik dengan peserta didik.			✓	
5.	Peserta didik berani bertanya apabila terdapat materi yang kurang dipahami.				✓
6.	Pemberian penghargaan dan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran.			✓	

C. Reaksi				
7.	Modul fisika sebagai media dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.			✓
8.	Modul fisika dapat meningkatkan pemahaman peserta didik.			✓
9.	Proses pembelajaran kondusif karena peserta didik tertarik terhadap modul fisika.			✓

Yogyakarta, September 2015
Pengamat



Falihatun Rafika Dewi

b. Uji Coba Lapangan Skala Besar

Instrument penelitian
(Peneliti : Alfiatun Nikmah)

LEMBAR OBSERVASI
KETERLAKSANAAN MODUL FISIKA BERBASIS KETERAMPILAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI (HIGH ORDER THINKING SKILLS)

Hari/Tanggal : Sabtu / 12 September 2015
Sekolah : MAN Lab UIN Yogyakarta
Kelas/Semester : XI/Ganjil
Materi Pokok : Gravitasi
Pengamat : NANANG FAHMIL ULUUM
Petunjuk :

Lembar ini diisi oleh pengamat pada saat proses pembelajaran, yang memuat aspek-aspek pengukuran dari keterlaksanaan modul fisika berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*). Berilah tanda *checklist* (✓) pada angka-angka yang sesuai dengan pengamatan anda pada kolom indikator yang tersedia:

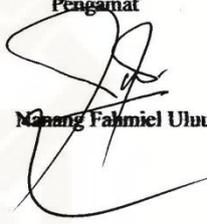
Skor 4 : Sangat Baik (SK)
Skor 3 : Baik (SK)
Skor 2 : Kurang (SK)
Skor 1 : Sangat Kurang (SK)

No.	Aspek	1	2	3	4
A. Indikator					
1.	Peserta didik dapat menjelaskan konsep gravitasi saat ditanya.				✓
2.	Peserta didik dapat menyebutkan contoh konsep gravitasi dalam kehidupan sehari-hari.				✓
3.	Peserta didik dapat melaksanakan percobaan dengan baik.				✓
B. Interaksi Sosial					
4.	Terdapat interaksi multi arah antara peneliti dengan peserta didik dan antara peserta didik dengan peserta didik.				✓
5.	Peserta didik berani bertanya apabila terdapat materi yang kurang dipahami.			✓	
6.	Pemberian penghargaan dan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran.			✓	

C. Reaksi				
7.	Modul fisika sebagai media dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.			✓
8.	Modul fisika dapat meningkatkan pemahaman peserta didik.		✓	
9.	Proses pembelajaran kondusif karena peserta didik tertarik terhadap modul fisika dan percobaan yang dilakukan.		✓	

Yogyakarta, 12 September 2015

Pengamat


Mahang Fahmiel Uluum

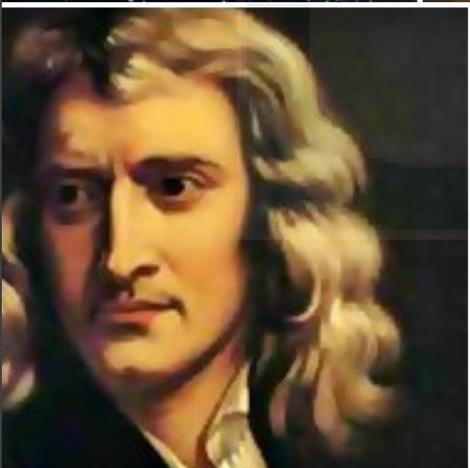
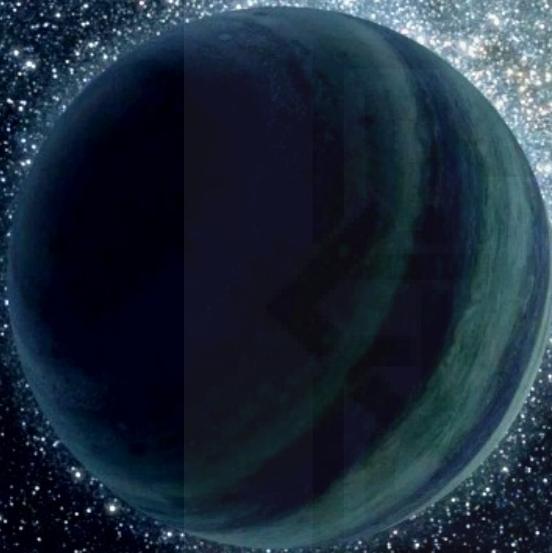
GRAVITASI

UNTUK SMA KELAS XI

● ALFIATUN NIKMAH

● Dosen Pembimbing : Dr. Murtono, M. Si.

● Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi



MODUL BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI
BERDASARKAN KURIKULUM TINGKAT SATUAN PENDIDIKAN
(KTSP)

Modul fisika ini ditulis untuk membantu peserta didik agar lebih mudah dalam memahami materi gravitasi untuk kelas XI IPA SMA/MA. Modul fisika ini ditulis guna memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik yang melibatkan proses analisis, evaluasi dan mengkreasi. Modul ini di sajikan secara ringkas dan padat serta menyajikan kasus yang didalamnya merupakan peristiwa yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari agar peserta didik lebih mudah dalam memahami dan mengaplikasikan konsep yang di pelajari dalam materi gravitasi.

Kata Pengantar

Alhamdulillah, puji dan syukur kepada Allah SWT karena berkat pertolongan-Nya akhirnya modul dapat terselesaikan. Maksud penulisan modul terkait tugas akhir skripsi dan keinginan penulis untuk ikut berkarya dalam bidang pendidikan fisika dalam membantu peserta didik untuk memahami materi gravitasi di sekolah.

Secara umum modul ini berisi materi pokok bahasan gravitasi dan latihan soal. Materi sub pokok bahasan disajikan secara ringkas dan diharapkan dapat mengarahkan peserta didik untuk dapat menemukan konsep yang dimaksud dengan mandiri. Telaah modul ini dimaksudkan agar peserta didik tidak sekedar mengingat dan menghafal teori dan konsep melainkan dapat melakukan analisis, evaluasi dan berkreasi pada materi gravitasi ini.

Modul fisika yang dihasilkan berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*) bertujuan untuk memfasilitasi kemampuan berpikir tinggi peserta didik. Kemampuan berpikir tinggi ini melibatkan proses analisis, evaluasi dan mengkreasi. Selain itu, dengan modul ini peserta didik diharapkan dapat belajar mandiri meskipun tanpa adanya guru sebagai pendamping.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan modul ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan modul ini. Akhir kata, penulis berharap agar modul ini bermanfaat bagi peserta didik dalam mencapai cita-cita, dan tidak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses pembuatan modul ini.

Yogyakarta, April 2015

Penyusun

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI	2
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	4
PETA KONSEP	5
PELAKSANAAN PEMBELAJARAN	6
PENGANTAR SEJARAH	8
A. MEDAN GRAVITASI	9
1. Hukum Gravitasi Newton.....	9
Resultan gaya gravitasi	10
2. Percepatan Gravitasi	13
Ayo berkreasi	15
Fenomena kehilangan berat	16
3. Energi Potensial	17
4. Kilas Balik	18
B. GERAK PLANET	19
1. Hukum Kepler.....	19
2. Gaya Gravitasi Pada Gerak Planet	21

a. Bukti hukum Newton	21
b. Kecepatan orbit planet	21
c. Gerak satelit	22
d. Kilas balik.....	26
RINGKASAN MATERI	27
SOAL-SOAL EVALUASI	28
SOAL ULANGAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30



Petunjuk Penggunaan Modul

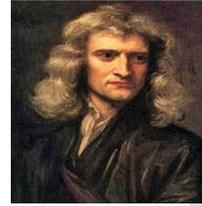
Gravitasi

Peta Konsep

Dengan peta konsep ini bertujuan memberi informasi kepada peserta didik tentang cakupan pokok bahasan akan dipelajari.

Pengantar Sejarah

Berisi sejarah tokoh dan temuannya untuk pembuka wacana sekaligus pengetahuan awal untuk peserta didik.



Info

Memuat tentang informasi pendukung materi pokok bahasan.

Catatan

Berisi tentang suatu hal yang penting yang patut diingat oleh peserta didik sebagai pedoman dalam mempelajari materi



Uji Pemahaman

Disini berisi bahan untuk latihan soal bagi peserta didik yang di kosongkan, dikerjakan secara mandiri untuk mengukur pemahaman terhadap sub pokok bahasan yang telah dipelajari

Mari Berkreasi

Kegiatan ini untuk memotivasi peserta didik agar dapat menemukan sendiri suatu konsep yang terdapat pada suatu kejadian yang ada dalam kehidupan sehari-hari.



Soal-Soal Evaluasi

Soal-soal Evaluasi

Soal-soal latihan yang bertujuan untuk mengukur penguasaan dari keseluruhan materi yang telah dipelajari.

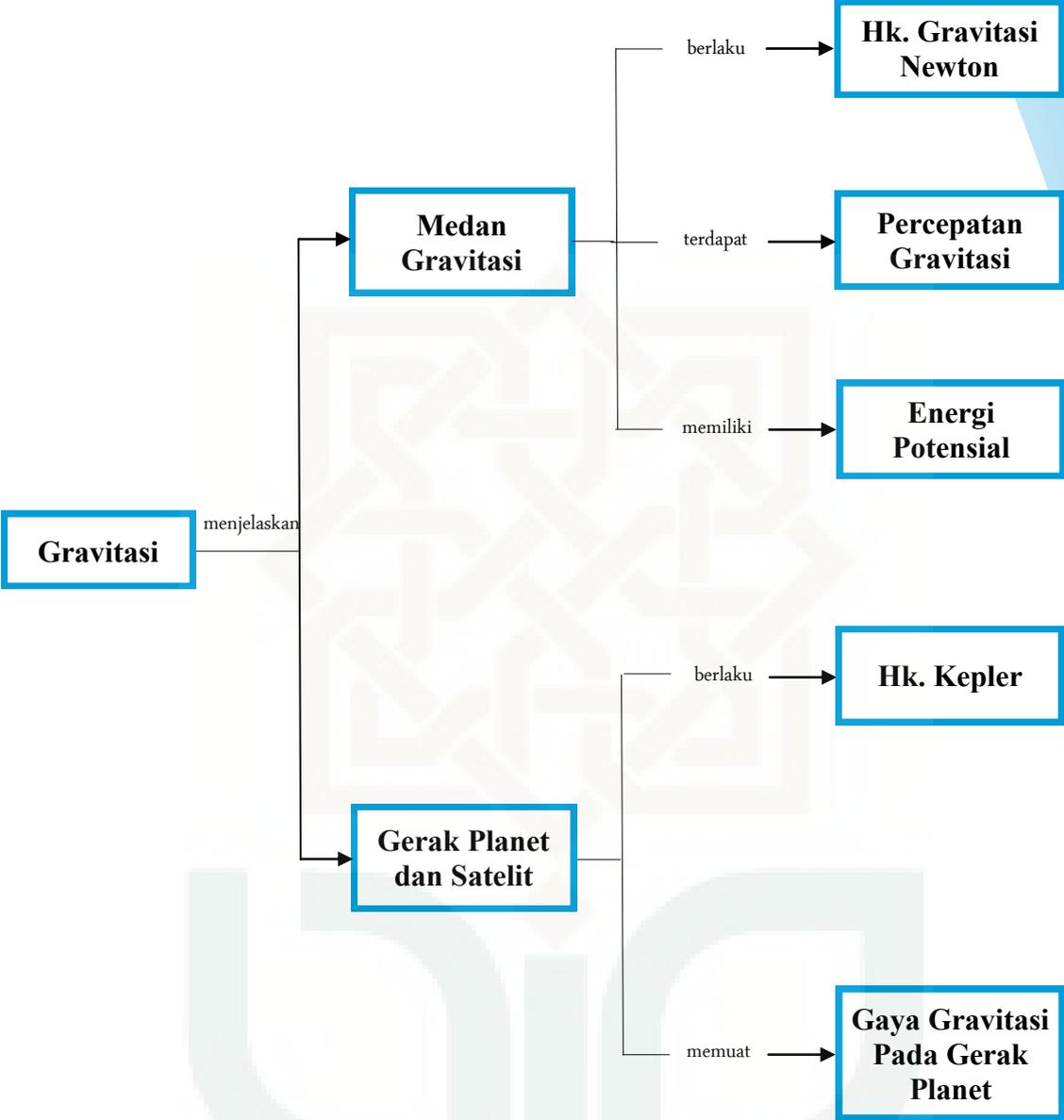
Soal Ulangan

Soal yang disajikan untuk melaksanakan ulangan harian bagi peserta didik.

Soal Ulangan



Peta Konsep



Mata Pelajaran	: Fisika
Kelas/Semester	: XII/I
Tema	: Gravitasi
Alokasi Waktu	: 8 JP

Standar Kompetensi

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

Kompetensi Dasar

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

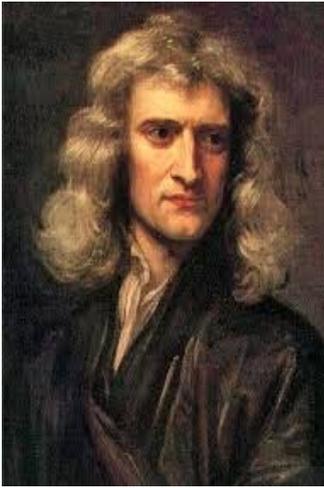
Indikator

- Menjelaskan hubungan antara gaya gravitasi dengan massa benda dan jaraknya.
- Menghitung resultan gaya gravitasi pada benda titik dalam suatu sistem.
- Membandingkan percepatan gravitasi dan kuat medan gravitasi pada kedudukan yang berbeda.
- Menganalisis gerak planet dalam tata surya berdasarkan hukum Kepler.

Tujuan Pembelajaran

- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan perilaku tarik menarik antar benda bermassa dalam suatu hukum universal gravitasi Newton.
- ◆ Peserta didik mampu menerapkan hukum gravitasi Newton dalam permasalahan kehidupan sehari-hari.
- ◆ Peserta didik mampu memformulasikan resultan gaya gravitasi pada suatu benda.
- ◆ Peserta didik mampu menyebutkan faktor yang mempengaruhi besar dan arah kuat medan gravitasi.
- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan besar kuat medan gravitasi diberbagai tempat dipermukaan bumi.
- ◆ Peserta didik mampu melakukan percobaan tentang percepatan gravitasi bumi.
- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan besar kuat medan gravitasi di dalam bumi.
- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan fenomena kehilangan berat.
- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan perilaku planet-planet ketika mengorbit pusat tata surya dalam hukum Kepler.
- ◆ Peserta didik mampu menyebutkan contoh dari satelit geostasioner.
- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan kesesuaian hukum Newton dan hukum Kepler.
- ◆ Peserta didik mampu menjelaskan kecepatan gerak planet dan kecepatan orbit planet.

Pengantar Sejarah



Sumber: www.science20.com/

Gambar 1: Sir Isaac Newton

Dalam penemuan hukum gravitasi yang kita kenal sekarang terdapat kisah yang unik dari penemunya. Isaac Newton adalah seseorang pertama yang mengemukakan gagasan tentang adanya gaya gravitasi. Menurut cerita, gagasan tentang gaya gravitasi ini diawali dari peristiwa jatuhnya buah apel dari pohonnya saat Newton dan temannya William Stukeley sedang minum teh di bawah pohon apel. Tepatnya pada abad ke-17 Newton menemukan bahwa ada interaksi yang sama yang menyebabkan apel jatuh dari pohon dan menahan planet pada orbitnya mengelilingi matahari (Halliday, Fisika jilid 1 1985).

Sekitar 22 tahun setelah Newton memahami pemikiran dasar gravitasi dia menerbitkan bukunya yang terkenal "*Philosophiae naturalis principia mathematica (Mathematical Principles of Natural Philosophy)*" atau buku yang menceritakan tentang Prinsip Matematika Filsafat Alam yang terbit pertama kali pada tahun 1687, yang umumnya disebut dengan Principia. Memahami Hukum Gravitasi merupakan salah satu cara untuk memperoleh pengetahuan yang mendalam tentang perilaku alam semesta kita. Teori gravitasi itu sendiri sudah menjadi pondasi yang kuat dalam struktur bangunan ilmu Fisika saat ini.

Lebih dari setengah abad sebelum Newton merumuskan tiga hukum tentang gerak dan hukum gravitasi universal, seorang astronom dan matematikawan berkebangsaan Jerman, **Johanes Kepler** (1571 - 1630), telah menulis sejumlah teori tentang astronomi. Teori Kepler ini sebagian terbentuk setelah beberapa tahun ia menguji data yang dikumpulkan oleh **Tycho Brahe** (1546 - 1601) tentang posisi planet dalam gerakannya melintasi langit.

Setelah mempelajari data-data pengamatan **Tycho Brahe** selama 8 tahun, beliau menemukan orbit planet yang sebenarnya. Penemuannya ini dipaparkan dalam bukunya yang berjudul *Astronomi Baru* (1609) yang antara lain berisi Hukum I Kepler dan Hukum II Kepler. Sepuluh tahun kemudian beliau baru menemukan Hukum III Kepler yang dimuat dalam bukunya yang berjudul *Keseimbangan Dunia* (1619) (Supiyanto, 2006).



Sumber: <https://en.wikipedia.org/>

Gambar 2: Johannes Kepler



Pada gambar di samping kita bisa melihat ada sekelompok penerjun payung yang sedang melakukan terjun bebas. Pada ketinggian di atas 5 ribu meter laju jatuh mereka masih lambat, sehingga mereka bisa melayang serta dapat membentuk formasi. Akan tetapi semakin lama semakin cepat laju jatuh mereka sehingga susah untuk mempertahankan formasi mereka dan harus segera membuka tali pengikat payung. Cobalah kamu renungkan dan analisa mengapa bisa terjadi hal demikian? Hal-hal apa sajakah yang mempengaruhi peristiwa tersebut?

Sumber: <http://id.wikipedia.org/>

Gambar 1.1 Penerjun payung

A. MEDAN GRAVITASI

Medan gravitasi adalah ruang yang masih dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Kata gravitasi tentunya sudah tidak asing lagi bagi kamu karena di bangku SMP kamu sudah mempelajari apa itu gravitasi. Untuk lebih memperdalam tentang gravitasi mari kita pelajari masing-masing sub bab pada materi ini.

1. Hukum Gravitasi Newton

Pada dasarnya setiap benda yang ada di dunia ini memberikan gaya tarik terhadap benda lain. Misalkan saja seperti buah apel yang jatuh ke tanah. Antara buah apel dan bumi memberikan gaya tarik menarik, akan tetapi karena massa bumi lebih besar dari pada massa apel menyebabkan apel tersebut jatuh ke tanah. Selama studinya tentang gerak planet dan bulan, Newton menemukan sifat yang fundamental dari gaya tarik gravitasi diantara dua benda yang kemudian kita sebut dengan hukum gravitasi Newton.

Hukum gravitasi Newton mengatakan "*bahwa tiap benda mengadakan gaya tarik pada tiap benda lain yang sebanding dengan massa kedua benda itu dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak pisah antar keduanya*". Dari hukum Newton tersebut dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

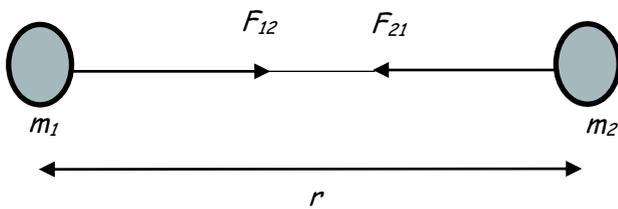
F = gaya gravitasi (N),

G = konstanta gravitasi ($6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$)

r = jarak antara pusat massa m_1 dan m_2 (m).

m_1, m_2 = massa masing-masing benda (kg)

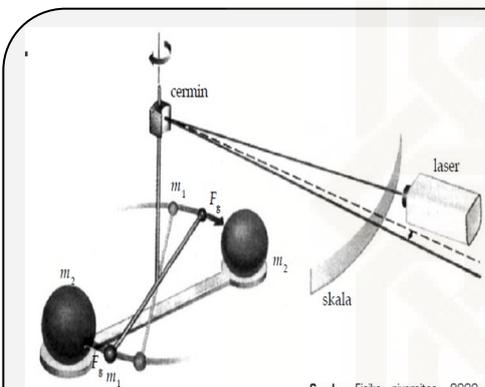
Gaya gravitasi merupakan besaran vektor, \vec{F} berada pada arah unit vektor \hat{r} sepanjang sumbu r . Tanda negatif pada persamaan (1.1) menunjukkan arah yang berlawanan.



Gambar 1.2 dua benda yang terpisah sejauh r melakukan gaya tarik gravitasi satu sama lain.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \dots\dots\dots (2)$$

Gaya gravitasi selalu bekerja sepanjang garis yang menghubungkan kedua benda dan membentuk pasangan gaya aksi-reaksi. Bahkan ketika massa-massa benda berbeda, gaya interaksinya tetap mempunyai besar yang sama.



Sumber: fisika Universitas, 2000

Gambar 1.3 neraca Cavendish

INFO:

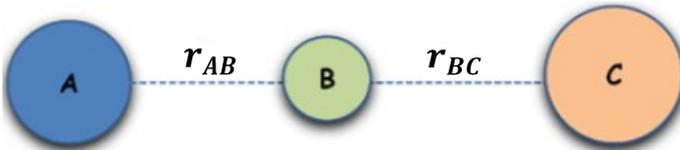
Nilai tetapan gravitasi G tidak dapat ditentukan secara teori, tetapi hanya dapat ditentukan secara eksperimen. Pengukuran G dilakukan pertama kali oleh Henry Cavendish pada tahun 1798 dengan menggunakan neraca puntir yang lebih dikenal dengan neraca Cavendish. Nilai G yang ditetapkan dalam satuan SI adalah $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^2$. Neraca puntir Cavendish versi modern ditunjukkan seperti pada Gambar 1.3 di samping.

Resultan Gaya Gravitasi

Sebelumnya telah dijelaskan bagaimana menentukan gaya gravitasi yang bekerja oleh suatu benda. Pada beberapa kasus gaya gravitasi yang bekerja pada benda di pengaruhi oleh lebih dari satu benda. Misalkan di sediakan 3 buah benda A, B dan C, kemudian ke tiga benda tersebut divariasikan posisi bendanya sehingga membentuk beberapa variasi sudutnya. Yang pertama ke-3 benda berada dalam satu garis lurus, kemudian yang kedua benda A, B dan C membentuk sudut siku-siku dengan benda B berada di siku-siku, kemudian yang terakhir ketiga benda tersebut membentuk sudut tertentu selain sudut siku-siku. Dapatkah kamu merumuskan resultan gaya gravitasi dari masing-masing penempatan posisi ketiga benda tersebut?

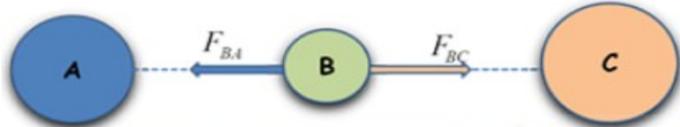
Untuk lebih jelasnya dalam memahami bagaimana menentukan resultan gaya gravitasi perhatikanlah penjelasan berikut ini.

a. Benda A, B dan C berada pada garis lurus



Gambar 1.4 benda berada pada garis lurus

Untuk menentukan gaya total yang bekerja pada benda B kamu harus mengetahui gaya-gaya yang dialaminya. Secara sederhana dapat kita lihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1.5 gaya-gaya yang bekerja pada benda B

Besar gaya gravitasi yang diberikan benda A dan C kepada benda B dapat diketahui dengan cara berikut:

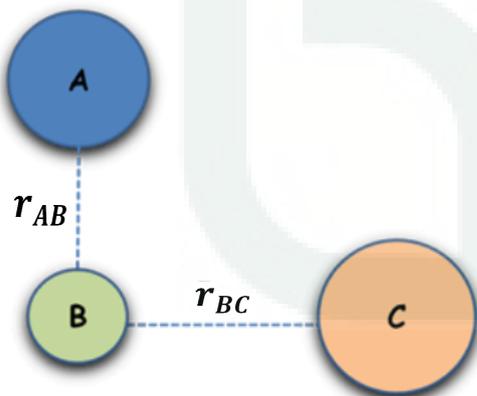
$$\vec{F}_{BA} = -G \frac{m_A m_B}{r_{AB}^2}$$

$$\vec{F}_{BC} = -G \frac{m_B m_C}{r_{BC}^2}$$

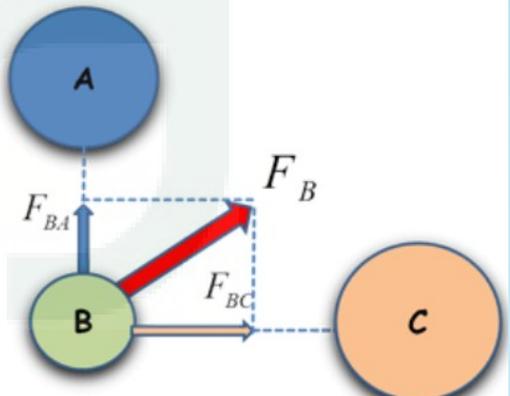
Karena arah F_{BA} dan F_{BC} berlawanan, maka resultan gaya yang dialami oleh benda B adalah selisih antara F_{BA} dan F_{BC}

$$\boxed{\vec{F} = -(\vec{F}_{BA} - \vec{F}_{BC})} \dots\dots\dots (3)$$

b. Benda A, B dan C membentuk sudut siku-siku



Gambar 1.6 benda membentuk siku-siku

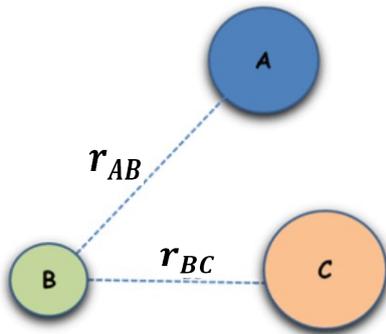


Gambar 1.7 gaya yang bekerja pada benda B

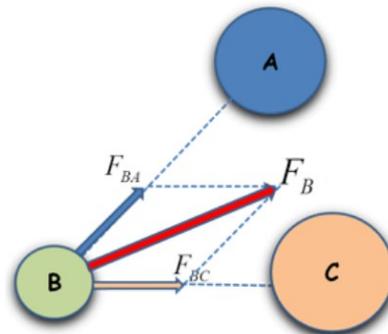
Karena garis yang menghubungkan benda A, B dan C membentuk maka untuk menentukan resultan gayanya berlaku dalil pythagoras.

$$\boxed{\vec{F} = -\sqrt{\vec{F}_{BA}^2 + \vec{F}_{BC}^2}} \dots\dots\dots (4)$$

c. Benda A, B dan C membentuk sudut tertentu



Gambar 1.8 benda membentuk sudut tertentu



Gambar 1.9 gaya yang bekerja pada benda B

Jika sudut yang di bentuk benda seperti diatas, maka hukum pythagoras tidak berlaku karena bukan merupakan sudut siku-siku. Untuk menentukan resultan gaya gravitasi yang berarah sembarang seperti itu kita dapat menggunakan metode jajar genjang seperti pada gambar 1.9 sehingga:

$$\vec{F} = -\sqrt{\vec{F}_{AB}^2 + \vec{F}_{BC}^2 + 2F_{AB}F_{BC} \cos \theta} \quad \dots\dots\dots (5)$$



Contoh Soal

Di dalam lab IPA terdapat suatu neraca Canvendish kurang lebih seperti gambar 1.3. Pada neraca tersebut terdapat dua bola, bola yang kecil memiliki massa 0,0100 kg, sedangkan bola yang besar memiliki massa 0,500 kg. Pada batang horisontal yang memisahkan ke dua bola tersebut memiliki panjang 0,0500 m. Sekarang temukanlah besar gaya gravitasi yang bekerja pada kedua bola tersebut!

Penyelesaian

$m_1 = 0,0100 \text{ kg}; m_2 = 0,500 \text{ kg}; r = 0,0500 \text{ m}; G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

Besar gaya gravitasi

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

$$F = -6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \frac{(0,0100\text{kg})(0,500\text{kg})}{(0,0500\text{m})^2}$$

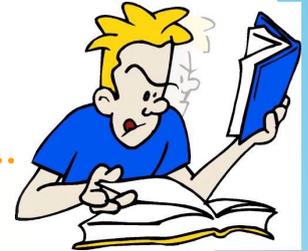
$$F = -1,33 \times 10^{-10} \text{ N}$$

Ini adalah gaya yang sangat kecil. *Ingat:* dua benda mengalami gaya dengan besar yang sama, walaupun massa keduanya sangat jauh berbeda.

Soal Latihan

Dalam sistem koordinat kartesius dengan satuan meter terdapat 3 benda homogen masing-masing bermassa 2 kg, 3 kg, dan 4 kg. Ketiga benda tersebut diletakkan masing-masing pada koordinat $(0, 0)$, $(4, 0)$, dan $(0, 4)$. Tentukanlah:

- gaya gravitasi antara benda 2 kg dan 3 kg,
- gaya gravitasi antara benda 2 kg dan 4 kg, dan
- gaya gravitasi total pada benda 2 kg.



2. Percepatan Gravitasi

Pada saat belajar gerak jatuh bebas pasti kamu pernah mendengar tentang percepatan gravitasi. Ingatkah kamu berapa nilai dari percepatan gravitasi di permukaan bumi? Setelah mengingat kembali nilai dari percepatan gravitasi sekarang coba jelaskan apa itu percepatan gravitasi!

Tahukah kamu mengapa astronot bisa melayang di angkasa? Astronot berada di ruang angkasa dapat melayang karena dia tidak di pengaruhi oleh gaya gravitasi dari bumi, sehingga dia dapat melayang seperti tidak mempunyai berat badan. Karena tidak di pengaruhi oleh gaya gravitasi itulah astronot menjadi kehilangan berat badannya dan dapat melayang di angkasa. Benarkah seperti itu jawabannya?

Untuk menjawabnya mari kita ingat kembali hukum gravitasi Newton. Astronot dapat melayang di ruang angkasa bukan karena astronot tidak di pengaruhi oleh gaya gravitasi bumi, justru satu-satunya gaya yang bekerja pada astronot adalah gaya gravitasi. Karena astronot berada jauh dari bumi dan massa astronot yang jauh lebih kecil dibandingkan bumi inilah yang membuat astronot dapat melayang di ruang angkasa, Jadi dengan kata lain astronot tersebut berada dalam medan gravitasi bumi karena gaya gravitasi bumi masih bekerja pada astronot.

Kuat medan gravitasi disebut juga dengan percepatan gravitasi yaitu menyatakan besarnya gaya gravitasi yang dirasakan benda persatuan massa. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.



Sumber: <http://id.wikipedia.org/>
Gambar 2.1 Astronot melayang di angkasa

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$$

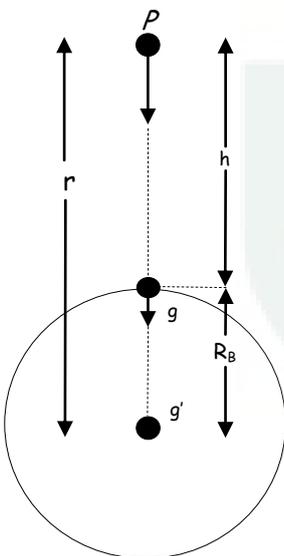
Dari hukum Newton dapat ditulis-

$$\vec{g} = -G \frac{m}{r^2} \dots\dots\dots (6)$$

Nilai percepatan gravitasi pada setiap tempat di atas permukaan bumi tidaklah sama. Di equator percepatan gravitasi sekitar $9,78 \text{ m/s}^2$, sedangkan di daerah kutub sekitar $9,83 \text{ m/s}^2$. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah bentuk bumi yang tidak benar-benar bulat yaitu bulat pepat di kedua kutubnya. Pada daerah equator jaraknya ke pusat bumi lebih jauh di banding dari daerah kutub ke pusat bumi, sehingga percepatan gravitasi di kutub lebih

besar. Topografi permukaan bumi yang beragam menyebabkan perbedaan percepatan gravitasi karena percepatan gravitasi bergantung dari jaraknya terhadap permukaan bumi. Semakin tinggi benda dari permukaan bumi maka semakin kecil percepatan gravitasinya. Selanjutnya kepadatan atau kerapatan massa bumi yang berbeda-beda. Daratan memiliki kerapatan massa yang tinggi di bandingkan wilayah lautan, sehingga nilai percepatan gravitasi di daratan lebih kecil dibandingkan wilayah lautan. Nilai percepatan gravitasi yang sering digunakan pada umumnya adalah $9,8 \text{ m/s}^2$.

Apabila benda berada pada jarak r dari pusat bumi percepatan gravitasi g' pada jarak r dan percepatan gravitasi g pada permukaan bumi adalah.



$$\vec{g} \parallel \vec{g}' = \frac{GM_B}{r^2} = \frac{GM_B}{R_B^2}$$

$$\vec{g}' = \left(\frac{R_B}{r}\right)^2 \vec{g} \dots\dots\dots (7)$$

Sedangkan untuk benda yang berada pada ketinggian h , dimana h lebih kecil dari jari-jari bumi adalah.

$$\vec{g}' = \left(\frac{R_B}{R_B + h}\right)^2 \vec{g} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

r = jarak benda dari pusat bumi (m)

g' = percepatan gravitasi pada titik r (m/s^2)

R_B = jari-jari bumi ($6,38 \times 10^6 \text{ m}$)

m = massa benda (kg)

h = ketinggian suatu benda (m)

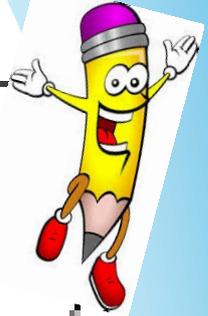


Catatan

Gaya gravitasi dan percepatan gravitasi merupakan besaran vektor. Gaya gravitasi arahnya saling tarik menarik sehingga disebut juga gaya tarik. Sedangkan percepatan gravitasi arahnya kearah pusat bumi.

Mari Berkreasi!

Lakukan percobaan dibawah ini bersama temanmu untuk lebih memahami percepatan gravitasi di permukaan bumi!



Tujuan : Menunjukkan percepatan gravitasi di suatu tempat berlaku sama untuk semua benda.

Alat dan Bahan : Stopwatch, selembar kertas, kelereng.

Cara Kerja :

Gunakan stopwatch untuk mengukur waktu yang diperlukan selembar kertas dan kelereng pada ketinggian yang sama untuk sampai dipermukaan tanah. Ulangi percobaan itu berulang-ulang dengan memvariasikan bentuk kertas, dengan cara meremas kertas dari ukuran yang besar hingga ukuran yang paling mampat atau kecil. Perhatikan dan bandingkan waktu yang digunakan oleh kelereng dan kertas untuk sampai ke permukaan tanah!

Tugas :

Tuliskan data hasil percobaan kalian, setelah itu simpulkan hasil pengamatan kalian.

Ingat

Massa benda dan berat benda bukanlah suatu hal yang sama. Massa benda dimanapun adalah tetap, sedangkan berat benda diberbagai tempat belum tentu sama atau tetap.



Tidak ada orang hebat yang malas untuk belajar

Penting!!!

Simbol g dan G keduanya adalah dua hal yang berbeda. Seringkali simbol ini membuat bingung. Simbol g adalah percepatan yang bergantung pada gravitasi, yang berhubungan dengan berat w dari sebuah benda yang bermassa m ; $w = mg$. Nilai g berbeda untuk tempat yang berbeda di permukaan bumi dan pada permukaan planet yang berbeda. Sebaliknya, G berhubungan dengan gaya gravitasi antara dua benda akibat massa dan jarak di antara keduanya. Simbol G adalah konstanta *universal* sebab mempunyai nilai yang sama untuk setiap dua benda.

Fenomena Kehilangan Berat

Gaya gravitasi membuat kita merasakan adanya berat pada tubuh kita, lalu bagaimana dengan orang yang ada pada gambar 2.2 disamping? Apakah mereka tidak merasakan berat badannya, sehingga dapat melayang dan dapat berdiri terbalik seperti itu? Apakah orang-orang tersebut yang berada dalam pesawat ruang angkasa kehilangan berat badannya?

Keadaan tanpa bobot bukanlah kehilangan berat badan dalam arti yang sesungguhnya. Keadaan ini terjadi ketika suatu benda mengalami jatuh bebas dari suatu ketinggian tertentu, dimana hanya gaya gravitasi yang bekerja pada benda yang jatuh bebas tersebut, bahkan meskipun di ruang angkasa gaya gravitasipun masih tetap ada.

Kasus yang sama juga terjadi pada bulan sebagai satelit bumi. Sebenarnya bulan sedang jatuh ke bumi, namun tidak pernah sampai ke permukaan bumi. Bulan memiliki gaya sentripetal yaitu gaya yang menyebabkan bulan bergerak melingkar mengelilingi bumi yang arahnya menuju pusat bumi. Lalu mengapa bulan tidak jatuh ke bumi jika arah dari gaya sentripetal adalah pusat bumi, hal ini karena bulan gaya sentrifugal yang besarnya sama dengan gaya yang menariknya ke arah bumi. Selain itu, bulan juga memiliki kecepatan yang selalu dipercepat.

Jika di atas telah dijelaskan tentang apa peristiwa kehilangan bobot yang dialami oleh seseorang yang berada di ruang angkasa dan bulan, maka sekarang cobalah kamu temukan contoh peristiwa keadaan tanpa bobot yang terjadi pada kehidupan sehari-hari di atas permukaan bumi.



Sumber: <http://id.wikipedia.org/>

Gambar 2.2 keadaan tanpa bobot

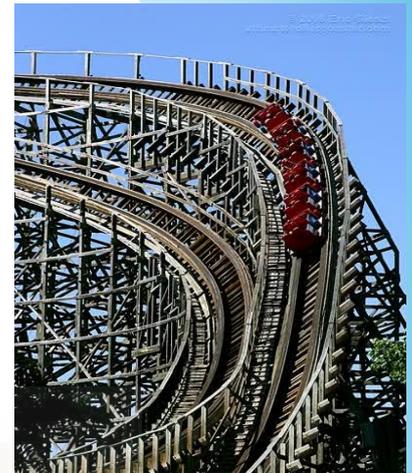


Uji Pemahaman

Diskusikanlah dengan teman sebangkumu contoh lain dari fenomena kehilangan berat. Setelah itu presentasikan hasil diskusimu ke depan kelas.

3. Energi Potensial

Perhatikanlah gambar disamping! Kamu pasti tau dengan permainan roller coaster tersebut atau bahkan kamu senang dengan permainan yang memacu adrenalin tersebut? Pada permainan ini terdapat banyak konsep fisika yang berlaku, salah satunya adalah konsep energi potensial yang berlaku pada roller coaster tersebut. Cobalah diskusikan dengan temanmu bagaimana energi potensial ini berlaku pada roller coaster dan apa hubungannya dengan materi gravitasi yang sedang kita pelajari sekarang?



Sumber : <http://phymo.kifni.com/>

Gambar 3.1 Roller coaster

Setiap benda yang berada dalam medan gravitasi akan memiliki energi potensial. Energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda karena posisi (dalam kasus ini posisi yang dimaksud adalah ketinggian) benda. Energi potensial dapat dirumuskan:

$$E_p = mgh \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$E_p = m \left(-\frac{GM}{R_B^2} \right) h$$

$$E_p = - \left(\frac{GMm}{R_B^2} \right) R_B$$

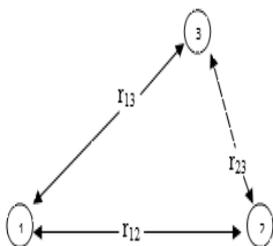
dengan ketentuan bahwa ketinggian h suatu benda di atas permukaan bumi jauh lebih kecil dibandingkan R_B , maka nilai h dianggap sama dengan R_B sehingga didapatkan persamaan:

$$E_p = - \frac{GMm}{R_B} \quad \dots\dots\dots (10)$$

Medan gravitasi termasuk medan gaya konservatif yaitu gayanya menghasilkan usaha yang tidak mengubah energi mekanik benda, sehingga pada suatu benda yang bergerak dalam medan gravitasi akan memenuhi kekekalan energi mekanik.

$$E_m = E_p + E_k = \text{Tetap} \quad \dots\dots\dots (11)$$

Soal Latihan!



Disediakan 3 partikel seperti ilustrasi di samping. Jelaskanlah energi potensial yang dimiliki sistem partikel dalam interaksinya!

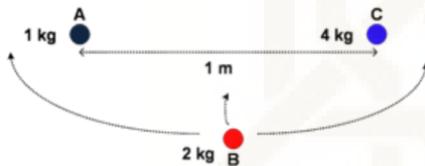


Kilas Balik

Kerjakanlah soal-soal dibawah ini untuk menguji seberapa jauh kamu memahami materi yang telah disampaikan sebelumnya!

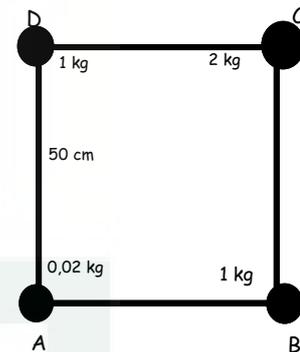
1. Gaya gravitasi antara bumi dan bulan adalah $4,7 \times 10^{22}$ N. Jika secara tiba-tiba bagian dari bumi dipindahkan ke bulan, coba pikirkan apakah yang akan terjadi dengan gaya gravitasi antara bumi dan bulan? Jelaskan!
2. Massa yang dimiliki bumi adalah $5,98 \times 10^{24}$ kg dan massa yang dimiliki oleh bulan adalah $7,35 \times 10^{22}$ kg. Jarak antara bumi dan bulan adalah $3,84 \times 10^8$ m. Carilah kuat medan gravitasi bulan terhadap bumi.

3.



Pada gambar di samping benda A dan C terpisah sejauh 1 meter. Cobalah kamu analisa dimana seharusnya benda B diletakkan agar gaya gravitasi pada benda B sama dengan nol!

4. Disediakan 4 buah benda seperti gambar di samping. Kamu diminta untuk menentukan besar gaya gravitasi yang bekerja pada benda yang bermassa 0,02 kg di titik A. Kreasikanlah metode penyelesaianmu untuk kasus ini.



5. Tinjaulah sebuah kulit bola yang kosong. Bagaimanakah potensial gravitasi di dalam kulit bola dibandingkan dengan potensial permukaan? Carilah berapa kekuatan medan gravitasi didalam kulit bola?

**Orang bijak belajar kala mereka bisa,
Orang bodoh belajar kala mereka harus**



B. GERAK PLANET DAN SATELIT



Sumber : <http://pixabay.com/>

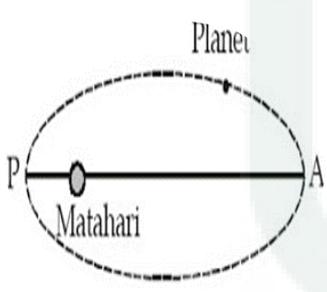
Gambar 2.1 matahari terbit

Pada saat duduk di bangku SMP kita telah mempelajari bahwasanya bumi dan planet-planet yang lainnya berputar mengelilingi matahari jika dilihat dari kerangka acuan matahari. Apa sajakah yang bisa kamu terangkan dari peristiwa bumi serta planet yang lainnya dalam mengelilingi matahari? Menurutmu konsep apa saja yang ada dalam peristiwa tersebut?

1. Hukum Kepler

Saat malam hari perhatikanlah begitu banyak bintang yang menghiasi langit, terlihat pula bulan yang begitu indah. Sempatkah terpikir di benakmu bagaimana cara benda-benda langit itu hilang saat siang dan di gantikan oleh matahari?

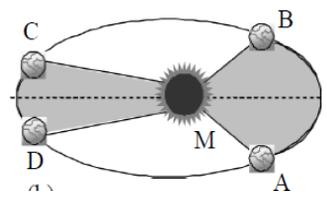
Gerakan bintang dan planet telah diamati oleh para ahli astronomi sejak berabad-abad yang lalu. Salah satu tokoh astronomi yang berhasil menemukan tiga hukum empiris tentang gerakan planet adalah Johannes Kepler (1571-1630). Teori Kepler ini sebagian besar berasal dari hasil penelitian Tycho Brahe. Kepler menguji data-data dari penelitian Brahe tentang posisi planet dalam gerakannya melintasi langit.



Sumber : www.google.co.id

Gambar 2.2 bentuk orbit

Kepler menyatakan hasil penelitian yang dilakukannya dalam tiga hukumnya. **Hukum I Kepler** menyatakan Setiap planet bergerak pada lintasan elips dengan matahari berada pada salah satu titik fokusnya. **Hukum 2 Kepler** menyatakan garis yang menghubungkan matahari dengan planet dalam periode yang sama menghasilkan luas juring yang sama. Selanjutnya **Hukum 3 Kepler** menjelaskan tentang Kuadrat waktu edar planet (periode) berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-rata planet itu dari matahari.



Sumber : www.google.co.id

Gambar 2.3 luas juring

$$T^2 \approx r^3 \rightarrow \frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{r_1^3} \dots\dots\dots (12)$$

Keterangan :

T = periode planet mengelilingi matahari.

r = jarak rata-rata planet terhadap matahari (m).

Gambar 2.3 menjelaskan lintasan planet mengelilingi matahari berupa sebuah ellips dengan matahari sebagai salah satu titik apinya. Planet bergerak dengan kecepatan yang tidak sama sepanjang lintasannya. Semakin dekat dengan matahari semakin besar kecepatannya. Kepler menemukan, bahwa selama selang waktu yang sama luas yang dilintasi garis penghubung matahari dan planet sama besarnya (luas AB = luas CD). Selanjutnya perhatikan tabel 1.1 yang berisi data planet yang dipakai pada hukum III Kepler. Dengan R (jari-jari lintasan planet) sebagai setengah jumlah jarak terpendek dan jarak terpanjang dari matahari sampai planet (sumbu semimayor) yang dinyatakan dengan satuan panjang jari-jari lintasan bumi (satuan astronomi).

Tabel 1.1

Planet	R dalam satuan astronomi (SA)	T dalam hari	R^3 / T^2 dalam $(SA)^3 / (Hari)^2$	R^3 / T^2 dalam $M^3 / (Detik)^2$
Merkurius	0,389	87,77	$7,64 \times 10^{-6}$	$3,354 \times 10^{18}$
Venus	0,724	224,70	7,52	3,352
Bumi	1,000	365,25	7,50	3,354
Mars	1,524	689,98	7,50	3,354
Jupiter	5,200	4.332,62	7,490	3,355
Saturnus	9,510	10.759,20	7,430	3,353

T adalah waktu keliling (periode) yaitu waktu yang diperlukan planet untuk mengelilingi matahari dalam satu kali putaran. R^3 / T^2 pada tabel merupakan besaran konstan. Adapun data mengenai planet-planet yang mengelilingi matahari dicantumkan pada tabel 1.2 di bawah ini.

Tabel 1.2

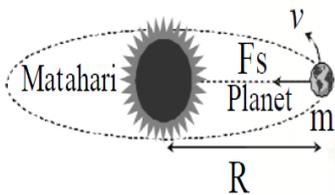
Obyek	Massa (kg)	Jari-jari (m)	Periode Rotasi (s)	Jari-jari lintasan Rata-rata	Periode Revolusi (s)
Matahari	$1,98 \times 10^{30}$	$6,95 \times 10^8$	$2,14 \times 10^6$	-	-
Merkurius	$3,28 \times 10^{23}$	$2,57 \times 10^6$	$5,05 \times 10^6$	$5,79 \times 10^{10}$	$7,60 \times 10^6$
Venus	$4,83 \times 10^{24}$	$6,31 \times 10^6$	$2,1 \times 10^7$	$1,08 \times 10^{11}$	$1,94 \times 10^7$
Bumi	$5,98 \times 10^{24}$	$6,38 \times 10^6$	$8,61 \times 10^4$	$1,49 \times 10^{11}$	$3,16 \times 10^7$
Mars	$6,37 \times 10^{23}$	$3,43 \times 10^6$	$8,85 \times 10^4$	$2,28 \times 10^{11}$	$5,94 \times 10^7$
Jupiter	$1,90 \times 10^{27}$	$7,18 \times 10^7$	$3,54 \times 10^4$	$7,78 \times 10^{11}$	$3,74 \times 10^8$
Saturnus	$5,67 \times 10^{26}$	$6,03 \times 10^7$	$3,60 \times 10^4$	$1,43 \times 10^{12}$	$9,30 \times 10^8$
Uranus	$8,80 \times 10^{25}$	$2,67 \times 10^7$	$3,88 \times 10^4$	$2,87 \times 10^{12}$	$2,66 \times 10^9$

Neptunus	$1,03 \times 10^{26}$	$2,48 \times 10^7$	$5,69 \times 10^4$	$4,50 \times 10^{12}$	$5,20 \times 10^9$
Pluto	6×10^{23}	3×10^6	$5,51 \times 10^5$	$5,9 \times 10^{12}$	$7,82 \times 10^9$
Bulan	$7,34 \times 10^{22}$	$1,74 \times 10^6$	$2,36 \times 10^6$	$3,8 \times 10^8$	$2,36 \times 10^6$

2. Gaya Gravitasi Pada Gerak Planet

a. Bukti Hukum Newton

Tiga generasi setelah Kepler, ketika Newton mengalihkan perhatiannya pada gerak planet-planet, ia menemukan bahwa setiap hukum Kepler dapat diturunkan. Hukum-hukum tersebut adalah konsekuensi dari hukum Newton tentang gerak dan gravitasi. Dengan munculnya hukum gravitasi Newton, maka hukum III Kepler dapat di buktikan kebenarannya.



Sumber : Sri Handayani

Gambar 2.1 gaya sentripetal

Mengapa planet dapat mengelilingi matahari dan tidak lepas dari orbitnya? Coba kamu kaitkan kembali pertanyaan tersebut dengan materi yang sudah kita peajari? Setelah mengetahui jawabannya perhatikanlah persamaan di bawah ini. Dari gambar di samping dapat di peroleh,

$$\vec{F}_G = \vec{F}_S \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{\vec{v}^2}{R}$$

maka, kecepatan gerak planet

$$\vec{v} = \frac{2\pi R}{T} \quad \dots\dots\dots (14)$$

Keterangan:

F_s = gaya sentripetal (N)

F_g = gaya gravitasi (N)

v = kecepatan gerak planet (m/s)

Setelah memperhatikan persamaan-persamaan di atas, sekarang cobalah kamu substitusikan persamaan (2.2) ke persamaan gaya di atas agar mendapatkan bukti kebenaran hukum III Kepler!

b. Kecepatan Orbit Planet

Sebelum kita melangkah untuk belajar kecepatan orbit suatu planet masih ingatkah kamu apa itu orbit? Orbit adalah lintasan yang dilalui suatu planet atau satelit dalam mengelilingi matahari. Jika sebelumnya kita dapat menentukan kecepatan gerak planet maka sekarang kita tentukan kecepatan orbit planet. Mari perhatikan rumus di bawah ini.

$$\vec{F}_s = \vec{F}_G \quad \text{ingat, untuk nilai percepatan gravitasi adalah}$$

$$m \frac{\vec{v}^2}{R} = \frac{GMm}{R^2} \quad \vec{g} = G \frac{M}{R^2}$$

$$\vec{v}^2 = G \frac{M}{R} \quad GM = \vec{g}R^2$$

Jadi kecepatan orbitnya memenuhi persamaan seperti di bawah ini.

$$\vec{v} = \sqrt{G \frac{M}{R}}$$

$$\vec{v} = \sqrt{\frac{gR^2}{R}} \quad \dots\dots\dots (15)$$

$$\vec{v} = \sqrt{gR}$$

dengan g percepatan gravitasi di muka bumi.

Sedangkan pada satelit yang berada pada ketinggian h diatas permukaan bumi yang memiliki jari-jari R . Satelit tersebut bergerak mengelilingi bumi dengan kecepatan v . Satelit mendapatkan gaya gravitasi sebesar mg yang arahnya menuju pusat bumi, ketika satelit bergerak melingkar mengitari bumi.

$$m \frac{\vec{v}^2}{(R+h)} = m\vec{g}_a$$

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

$$\vec{v} = \frac{R}{(R+h)} \sqrt{g(R+h)} \quad \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

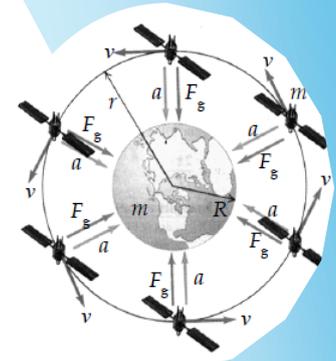
g_a = percepatan gravitasi pada ketinggian h (m/s^2)

R = jari-jari bumi ($6,38 \times 10^6$ m)

h = ketinggian (m)

c. Gerak Satelit

Kita sering mendengar bahwasanya bulan adalah satelit alami bumi, dimana bulan mengelilingi bumi dan bersama-sama dengan bumi mengelilingi matahari. Bulan selalu setia berada di dekat bumi dan tidak pernah meninggalkan bumi. Lalu apa definisi kamu terhadap satelit?



Sumber: BSE praktis belajar fisika, 2009

Gambar 2.2 Percepatan sentripetal yang dihasilkan oleh gaya gravitasi



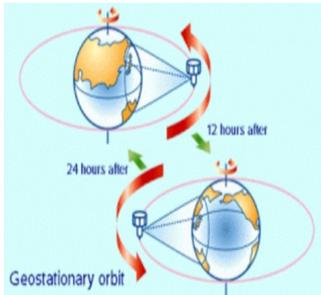
Uji Pemahaman

Pada ketinggian 3.600 km diatas permukaan bumi sebuah satelit mengorbit bumi. Jika percepatan gravitasi dipermukaan bumi 10 m/s^2 , jari-jari bumi 6.400 km. hitunglah kelajuan satelit jika gerak satelit tersebut dianggap melingkar beraturan!



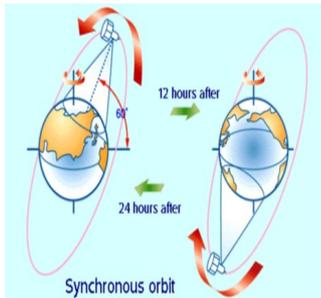
Sumber: Indocropcircles.files.wordpress.com

Gambar 2.3 Bulan sebagai satelit alami bumi



Sumber: www.esa.int

Gambar 2.4 Orbit satelit geostasioner



Sumber: www.esa.int

Gambar 2.5 Orbit satelit polar

Jika bulan adalah satelit alami bumi adakah satelit buatan, mungkinkah satelit alami dan satelit buatan memiliki orbit yang sama?

Mari kita definisikan bersama apa itu satelit. Satelit adalah benda yang mengorbit benda lain dengan periode dan rotasi tertentu. Ada dua jenis satelit yaitu satelit alami dan satelit buatan. Ada dua jenis satelit buatan berdasarkan orbit edarnya, yaitu satelit geostasioner dan satelit polar. Satelit geostasioner adalah satelit buatan yang mengorbit bumi di khatulistiwa pada tingkat kecepatan putar yang sama dengan rotasi bumi. Satelit ini berada pada ketinggian 36.000 kilometer. Dinamakan geostasioner karena jika diamati dari permukaan bumi satelit geostasioner tampak diam di angkasa hal ini karena periode orbit satelit sama dengan periode rotasi bumi. Satelit polar adalah satelit buatan yang letaknya hampir paralel dengan dengan garis meredian bumi. Satelit polar melewati kutub utara dan kutub selatan bumi tiap kali revolusi bumi. Satelit ini berada pada ketinggian 850 kilometer. Pada pembahasan kali ini kita batasi pada satelit geostasioner.

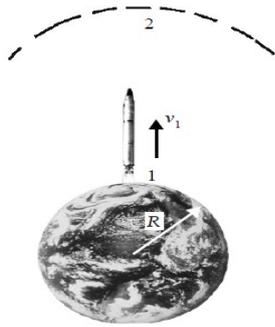
Orbit geostasioner di populerkan pertama kali oleh penulis fiksi ilmiah Arthur C. Clarke pada tahun 1945 sebagai orbit yang berguna untuk satelit komunikasi. Oleh karena itu orbit ini juga disebut dengan orbit Clarke.

Seperti kita ketahui bahwa bumi memiliki gaya gravitasi yang menahan benda-benda yang ada didalamnya. Jika satelit alami sudah ada dengan sendirinya, lalu bagaimana dengan satelit buatan manusia? Bagaimana satelit itu bisa berada di ruang angkasa yang berada pada ketinggian tertentu dari bumi? Bisakah kamu menentukan kecepatan minimum untuk meluncurkan satelit tersebut agar bisa lepas landas dari permukaan bumi dan tidak kembali lagi ke bumi?

Untuk meletakkan sebuah satelit biasanya menggunakan roket yang ditembakkan vertikal ke atas untuk lepas landas dari permukaan bumi, selain itu agar roket tidak kembali lagi ke bumi maka roket harus di tembakkan dengan kecepatan tertentu. Dalam kasus ini berlaku hukum kekekalan energi mekanik karena resultan gaya luar yang bekerja pada roket sama dengan 0, energi mekaniknya kekal. Perhatikanlah persamaan berikut ini dengan seksama:

$$EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2$$

$$-G \frac{Mm}{r_1} + \frac{1}{2} m\vec{v}_1^2 = -G \frac{Mm}{r_2} + \frac{1}{2} m\vec{v}_2^2 \quad \dots\dots\dots (17)$$



Sumber: Aip S. BSE Fisika XI

Gambar 2.6 Roket lepas landas dari permukaan bumi

Agar roket lepas dari pengaruh gravitasi Bumi maka $EP_2 = 0$, sedangkan kecepatan minimum roket diperoleh jika $EK_2 = 0$. Maka akan dihasilkan persamaan sebagai berikut:

$$-G \frac{Mm}{r_1} + \frac{1}{2} m \bar{v}_1^2 = 0$$

$$-G \frac{Mm}{R} + \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = 0$$

$$\frac{1}{2} m \bar{v}^2 = G \frac{Mm}{R}$$

$$\bar{v}_{\min} = \sqrt{2G \frac{M}{R}}$$

karena $\bar{g} = 2 \frac{M}{R^2}$ persamaannya kecepatan minimum roket menjadi:

$$\bar{v}_{\min} = \sqrt{2gR} \dots\dots\dots (18)$$

jarak benda diatas permukaan bumi r_1 diasumsikan dengan jari-jari bumi

Keterangan:

r_1 = jarak benda di atas permukaan bumi ke pusat massa M (m).

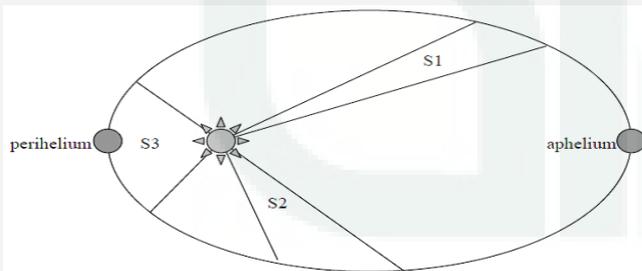
r_2 = jarak benda di ruang angkasa ke pusat massa M (m).

M = massa bumi ($5,98 \times 10^{24}$ kg).

R = jari-jari bumi ($6,38 \times 10^6$ m).

v_{\min} = kecepatan minimum (m/s)

INFO:



Sumber : <https://hasangf.files.wordpress.com>

Gambar 2.3 bentuk orbit bumi

Seperti yang telah kita kita ketahui bahwa bentuk orbit bumi berbentuk elips yang kurang lebih seperti gambar di samping. Ada kalanya bumi berada pada titik aphelium dan ada kalanya pula berada pada titik perihelium.

Titik perihelium adalah jarak terdekat bumi dengan matahari. Bumi dan matahari pada titik ini berjarak ± 147 juta km. Bumi berada pada titik ini kira-kira pada tanggal 2 januari. Titik aphelium adalah jarak terjauh bumi dengan matahari. Pada saat berada di titik ini bumi berjarak ± 152 juta km dari matahari. Posisi bumi berada pada titik ini biasanya terjadi pada 5 juli.



Contoh Soal

NASA ingin meluncurkan roket untuk memasang satelit geostasioner untuk keperluan komunikasi. Roket tersebut bermassa m dan akan di tembakkan vertikal dari permukaan bumi. Cobalah kamu ikut berpartisipasi untuk membantu NASA menentukan kecepatan minimum roket tersebut agar mencapai ketinggian maksimum R dari permukaan bumi jika massa bumi M dan jari-jari bumi R .

Penyelesaian

Pada saat roket mencapai ketinggian maksimum R , kecepatan roket $v_2 = 0$. Dengan menggunakan persamaan Hukum Kekekalan Energi dan memasukkan harga $v_1 = v$, $v_2 = 0$, $r_1 = R$ dan $r_2 = R + R = 2R$ maka diperoleh:

$$-G \frac{Mm}{r_1} + \frac{1}{2} m \bar{v}_1^2 = -G \frac{Mm}{r_2} + \frac{1}{2} m \bar{v}_2^2$$

$$-GM \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{1}{2} (\bar{v}_2^2 - \bar{v}_1^2)$$

$$-GM \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R} \right) = \frac{1}{2} (0 - \bar{v}^2)$$

$$-GM \left(\frac{1}{2R} \right) = \frac{1}{2} \bar{v}^2$$

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

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\bar{v} = \sqrt{gR}$$



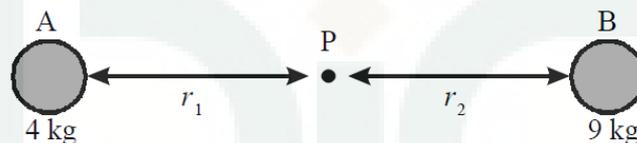
Belajar adalah harta karun yang akan selalu mengikuti pemiliknya kemanapun juga.

Kilas Balik

Kerjakanlah soal-soal dibawah ini untuk menguji seberapa jauh kamu memahami materi yang telah disampaikan sebelumnya!

1. Satelit geosinkron adalah satelit yang berada pada satu titik yang sama diatas ekuator bumi. Satelit -satelit semacam ini digunakan untuk hal-hal transmisi TV kabel, meramalkan cuaca, dan sebagai relai komunikasi. Perkirakanlah pada ketinggian di atas permukaan bumi berapakah satelit tersebut harus mengorbit dan laju satelit tersebut. Jelaskan strategi yang kamu gunakan!
2. Terdapat sebuah atom hidrogen, elektron dan proton atom tersebut terpisah sejauh $5,3 \times 10^{-11}$ m. Tentukanlah:
 - a) Gaya gravitasi antara ke dua partikel!
 - b) Dari hasil analisismu apakah gaya gravitasi tersebut cukup kuat untuk mempertahankan elektron tetap pada orbitnya, jika di ketahui kecepatan orbit elektron $2,2 \times 10^6$ m/s?
3. Kita berada di bumi yang berjarak $1,5 \times 10^{11}$ m dari matahari sebagai pusat tata surya kita. Jika kamu di suruh untuk menentukan massa matahari, bagaimanakah cara kamu menganalisisnya?
4. Terdapat dua buah benda pada sebuah sistem. Dua buah benda tersebut memiliki massa berbeda yang masing-masing massanya adalah m dan $3m$. Jika kedua benda tersebut terpisah pada jarak a . Tentukan Energi Potensial yang dimiliki sistem tersebut.

5.



Cobalah kamu perhatikan gambar di atas. Dua buah benda yang terpisah sejauh 10 m dengan titik P berada pada garis penghubung ke dua buah benda. Cobalah analisa jarak titik P dari benda yang bermassa 4 kg jika medan gravitasi pada titik P adalah 0.

**Belajar memang melelahkan, namun lebih lelah nanti
jika saat ini tidak belajar.**



Ringkasan Materi



- 1) Hukum Gravitasi Newton dinyatakan sebagai:

$$F_{12} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- 2) Kuat medan gravitasi dinamakan juga percepatan gravitasi merupakan gaya gravitasi tiap satu-satuan massa.

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

- 3) Energi potensial gravitasi antara dua benda merupakan besaran skalar. Besarnya memenuhi:

$$E_p = -G \frac{Mm}{R}$$

- 4) Hukum Kepler menjelaskan tentang mekanika gerak planet-planet.

- Hukum 1. Setiap planet bergerak pada lintasan elips dengan matahari berada pada salah satu titik fokusnya.
- Hukum 2. Garis yang menghubungkan matahari dengan planet dalam selang waktu yang sama menghasilkan luas juring yang sama.
- Hukum 3. Kuadrat waktu edar planet (periode) berbanding lurus dengan pangkat tiga jarak rata-rata planet itu dari matahari.

- 5) Kecepatan gerak planet agar tidak lepas dari orbitnya dinyatakan dalam:

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

- 6) Kecepatan orbit planet dinyatakan sebagai:

$$v = \sqrt{\frac{gR^2}{r}}$$

- 7) Roket yang bergerak meninggalkan Bumi harus memiliki kecepatan minimum agar dapat lepas dari medan gravitasi Bumi.

$$v_{\min} = \sqrt{2gR}$$

If you can't explain it simply, you don't understand it well enough



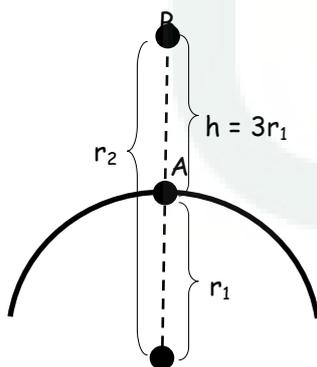


Soal-Soal Evaluasi

Setelah kalian mempelajari materi yang telah dijabarkan pada modul ini cobalah kerjakan soal-soal dibawah ini untuk mengukur pemahaman kalian!

1. Gaya gravitasi adalah gaya tarik-menarik antar partikel atau benda. Mengapa saat kamu berjalan didekat bangunan besar tidak merasakan gaya tarik gravitasi dari bangunan tersebut? Jelaskan alasanmu!
2. Bulan yang massanya $7,35 \times 10^{22}$ kg mengelilingi bumi yang massanya $5,98 \times 10^{24}$ kg. Jika keduanya sama-sama mengelilingi matahari yang bermassa $1,99 \times 10^{30}$ kg, dengan menganggap ketiganya membentuk sudut siku-siku berapakah gaya total di bulan yang disebabkan gaya gravitasi di bumi?
3. "Matahari menarik semua benda pada bumi. Pada waktu tengah malam, bila matahari tepat dibawah, matahari menarik sebuah benda dalam arah yang sama seperti tarikan bumi pada benda tersebut. Pada waktu siang hari saat matahari berada langsung diatas, matahari menarik sebuah benda dalam arah yang berlawanan dengan tarikan bumi. Maka, semua benda haruslah lebih berat pada waktu malam hari dari pada siang hari." Menurutmu apakah penjelasan tersebut benar, lalu buktikanlah pendapat kamu itu!
4. Sebuah satelit geostasioner mengorbit bumi dengan orbit berupa lingkaran. Jika satelit tersebut berada tepat diatas permukaan bumi dan berada pada ketinggian 300 km, dengan mengabaikan hambatan udara tentukanlah periode.

5.

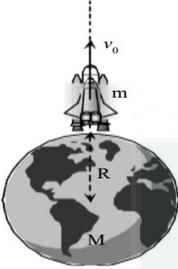


Sebuah benda dipermukaan bumi beratnya 150 N. jika benda tersebut berada pada ketinggian 3 kali jari-jari bumi dari permukaan bumi berapa berat benda tersebut? Metode apa yang kamu gunakan? Jelaskan alasanmu!

Soal Ulangan



Kerjakanlah soal dibawah ini dengan sungguh-sungguh sebagai tambahan agar kamu lebih menguasai materi!

- 1) Coba jelaskan mengapa gerak revolusi bumi itu saat dekat dengan matahari akan lebih cepat dari pada saat jauh dari matahari!
- 2) Bumi dan matahari berjarak $1,5 \times 10^8$ km, sedangkan matahari dan neptunus berjarak $4,5 \times 10^9$ km. Periode neptunus mengelilingi matahari adalah 165 tahun dan massa neptunus adalah 18 kali massa bumi. Tentukan gaya gravitasi pada neptunus oleh matahari serta kelajuan neptunus dengan metode yang kamu punya jika besar gaya gravitasi pada bumi oleh matahari adalah F dan kelajuan bumi mengelilingi matahari adalah v !
- 3) Dimanakah letak dari planet Mars? Dengan menggunakan bumi sebagai acuan tentukanlah letak planet Mars dari matahari jika periode mars adalah 1,88 tahun!
- 4) Tunjukkanlah bahwa energi total satelit dalam orbit melingkar sama dengan setengah energi potensialnya. Gunakan strategi yang kamu miliki serta jelaskanlah!
- 5)  Sebuah pesawat antariksa yang bermassa 1 ton akan di luncurkan dari permukaan bumi. Jari-jari bumi $R = 6,38 \times 10^6$ m dan massa bumi $5,98 \times 10^{24}$ kg. Dengan metode yang kamu punya tentukanlah:
 - a. energi potensial pesawat saat di permukaan bumi
 - b. kecepatan awal pesawat agar tidak kembali lagi ke bumi!
- 6) Seandainya kamu disuruh untuk meletakkan sebuah satelit cuaca 1000 kg kedalam sebuah orbit lingkaran 300 km diatas permukaan bumi. Tentukanlah:
 - a. Laju, periode, dan percepatan radial yang harus dimiliki.
 - b. Kerja yang harus dilakukan untuk meletakkan satelit ini dalam orbit.
 - c. Kerja tambahan yang harus dilakukan untuk membuat satelit tinggal landas dari bumi (jari-jari bumi 6380 km dan massa bumi $5,97 \times 10^{24}$ kg).



**Ingatlah!!! Saat kamu memutuskan untuk berhenti MENCoba,
Saat itu juga kamu memutuskan untuk GAGAL.**

Daftar Pustaka

Alonso, M., Edward J. 1979. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga

Anonym. Isaac Newton. Diambil pada tanggal 1 april 2015, dari <http://www.ceritakecil.com/tokoh-ilmuwan-dan-penemu/Isaac-Newton-5>

Anonim. Hukum Kepler. Diambil pada tanggal 2 April 2015, dari <http://gurumuda.net/hukum-kepler.htm>

Fisikastudycenter.com

Giancoli. 2001. *Fisika Jilid I Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.

Halliday, Resnick, Walker. 2010. *Fisika Dasar Jilid I Edisi 7*. Jakarta: Erlangga.

Handayani, Sri., Ari Damari. 2009. *Fisika Untuk SMA dan MA Kelas XI*. E-book. CV. Adi Perkasa.

<http://buletinandalan.webnode.com/>

<http://egonichan.blogspot.com/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Johannes_Kepler

<https://hasangf.files.wordpress.com/2014/05/kepler2.png>

<http://id.wikipedia.org/wiki/Antariksawan>

<https://generusmagetan.wordpress.com>

<http://www.nizarazu.com/>

<http://www.slideshare.net/ZulkardiHarun/soal-hot-pisa-matematika-zulkardi-2013>
<http://pixabay.com/en/morgenrot-sunrise-sea-sunset-228970/>

<http://phymo.kifni.com/category/aktivitas/gravitasi/materi-gravitasi>

<https://randhard.wordpress.com/top-things/pesawat-yang-membawa-anda-ke-luar-angkasa/>

<http://www.science20.com/>

Ketut Lasmi, Ni. 2008. *Seri Pendalaman Materi Fisika SMA dan MA*. PT. Gelora Aksara Pratama: Esis.

Resnick, Haliday. 1985. *Fisika Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta : Erlangga.

Saripudin, Aip, Dede Rustiawan K., & Adit Suganda. 2009. *Praktis Belajar Fisika Untuk Kelas XI SMA/MA*. E-book. Visindo Media Persada.

Supiyanto. 2006. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Jilid 2*. Jakarta: Phibeta.

Tipler, Paul A. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.

www.academia.edu

www.esa.int

www.fisikanet.lipi.go.id

Young&Freedman. 2000. *Fisika Universitas edisi kesepuluh Jilid I*. Jakarta: Erlangga