

**PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS
INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER
BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA
KELAS XII**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagai persyaratan mencapai derajat S-1

Program studi Pendidikan Fisika



Diajukan oleh

Ade Ernawati

08690034

Kepada

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UIN SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2014



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/221/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul

: Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi
Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori
Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Telah dimunaqasyahkan pada : 06 Januari 2015

Nilai Munaqasyah : A-

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

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

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

Pengaji I

Joko Purwanto, M.Sc
NIP. 19820306 200912 1 002

Pengaji II

Norma Sidik Risdianto, M.Sc.

Yogyakarta, 22 Januari 2015

UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Pj. DekanKhamidinal, S.Si., M.Si.
NIP. 1969104200003 1 002

**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas akhir
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 : Ade ermawati
NIM : 08690034
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII

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 Program Studi Pendidikan Fisika

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Oktober 2014

Pembimbing

Drs. Nur Untoro, M.Si

NIP.1966112261996031001

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Ernawati
NIM : 08690034
Program Studi : Pendidikan Fisika

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**Pengembangan Modul Fisika Berbasis integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein SMA/MA Kelas XII**" merupakan hasil karya tulis saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 14 Sepetember 2014



Motto

*Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan
boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu,
Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui. (Q.S Al-Baqarah 216)*

*Cintailah maka, kau tidak akan merasakan kalau itu sangat berat bagimu
(Eruna's)*

*“Mengandalkan seseorang tanpa berusaha lebih dulu itu tidak baik!. Di
Sini, Lebih baik kita saja yang melakukan sesuatu. Sebab, Suatu saat mungkin
tidak ada lagi orang yang bisa diandalkan” -Jodie Santemillion-*

*Tidak ada kata Tidak Bisa !”, yang ada hanyalah “Tadi Tidak
bisa !” (Masaru Honjo)*

Halaman Persembahan

Alhamdulillahirobbil'alamin, berkat Rahmat dan Ridho Allah SWT yang telah membantu mempermudah pembuatan skripsi ini. Sehingga dengan rasa syukur yang tak terhingga kupersembahkan, buah tangan yang sederhana ini dibandingkan dengan dukungan dan do'a yang senantiasa mengalir dari setiap hembus nafasmu.

- ❖ Teruntuk suamiku, yang saya hormati kesabaran dan kebijaksanaanya, yang saya kagumi perhatian dan ketaqwaaannya, yang saya taati perintahnya dalam kebaikan.
- ❖ Untuk Ibu dan ayah, yang senantiasa percaya pada putrinya, yang darinya senantiasa keluar kata-kata bijak dan penuh do'a.
- ❖ Teruntuk putraku Bagas, terimakasih sudah menjadi matahari yang berharga. Dan untuk Putriku syifa terimakasih telah menjadi obat yang menghilangkan kelelahanku dengan senyumu. Terimakasih sudah menjadi puriku yang berharga.
- ❖ Almamaterku Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'alamin, Segala puji dan syukur senantiasa penulis agungkan kepada Allah SWT, pencipta sekalian alam pemilik semua kekuatan, pemilik semua kesempatan dan kenikmatan, pemilik segala ilmu, sehingga dengan semua berkah dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Sholawat serta salam, semoga senantiasa selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Nabi yang dipenuhi cahaya keberkahan, yang akhlaknya seagung Al-Qur'an, yang darinya mengalir kebijaksanaan dan ilmu yang berkah dan mulia.

Penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan, masukan serta saran dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis ucapan yang terhingga banyaknya, ungkapan terimakasih, semoga semua yang kita lakukan menjadi berkah.

Dengan tidak mengurangi rasa hormat, ucapan terimakasih yang sedalam dan setulusnya penulis haturkan kepada pihak-pihak yang telah berperan demi terwujudnya skripsi ini:

1. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A., Ph.D selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Joko Purwanto, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Yogyakarta.

3. Bapak Drs. Nur Untoro, M.Si yang telah bersedia memberikan bimbingan, pikiran, tenaga dan waktunya untuk mengoreksi dan mengarahkan penulis, demi penyelesaian dan kebaikan dalam penulisan skripsi ini.
4. Kepada Ibu Nita Handayani, S.Si, M.Si dan Ibu Widayanti, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat dan dorongan kepada penulis guna menyelesaikan kewajiban akademik.
5. Frida Agung Rahmadi, M.Sc; Jamil Suprihatiningrum, M.Pd.Si; Tatik Juwariyah, M.Sc; Yanuarief, M.Si; Noor Saif, M.Sc; Ibu Sulis Setiyawati, M.si; Fitria Yuniasih, M.Pd; Bapak Aris Munandar,M.Pd; Bapak Norma Sidik Risdianto, M.Si; Ibu Atsnaita Yasrina, M.Sc; Bapak Zamhari S.Pd.Si. Terimakasih atas masukan dan sarannya.
6. Kepala sekolah, guru dan karyawan SMA Negeri Dayehluhur dan MA EL-Bayan Majenang, Kelas XII IPA 1 dan XII IPA 3, Terimakasih atas dorongan, masukan dan dukungan positif yang diberikan.
7. Ibu dan ayah, mamas sugi terimakasih atas dukungan dan do'a kalian yang tidak terhingga banyaknya. Semoga apa yang kita semua lakukan menjadi berkah dan menjadikan kita lebih bijaksana.
8. Sahabatku Takashi san, Kae san, Yuichi san, dan Fatma, Terimakasih atas diskusi dan bantuannya selama ini.
9. Teman-teman P.fis 2008, P.fis 2009,P.fis 2010, dan p.fis 2011 dan semua orang yang tidak mampu saya sebutkan satu persatu terimakasih atas semangat dan dukungannya.

Hanya ucapan terimakasih yang tulus dan do'a semoga kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang selayaknya dari Allah SWT.

Penulis berharap semoga apa yang penulis tuangkan dalam skripsi ini memberikan manfaat bagi siapa saja yang memanfaatkannya, semoga apa yang penulis sajikan merupakan kontribusi yang positif bagi yang memerlukannya. Akhirnya tidak ada kata lain, selain semoga apa yang kita lakukan selalu mendapat perlindungan agar selalu dijalan kebaikan. Amiin

Yogyakarta, 29 September 2014

Penulis



Ade Ernawati

PENGEMBANGAN MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA KELAS XII

**Ade Ernawati
08690034**

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengembangkan dan menghasilkan produk berupa modul fisika yang berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri pada pokok bahasan teori relativitas khusus Einstein untuk siswa SMA/MA kelas XII, (2) mengetahui kualitas modul fisika berbasis intergrasi-interkoneksi yang telah dibuat, (3) mengetahui respon yang diberikan oleh siswa terhadap modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi yang telah dibuat.

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan model prosedural. Model diadaptasi dari langkah-langkah pengembangan yang dilakukan oleh Borg dan Gall dan dilakukan dengan lebih sederhana menurut tim Puslitjaknov yang terdiri dari lima langkah utama sebagai berikut: (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, (5) Uji coba lapangan skala besar dan produk akhir.

Instrumen penelitian berupa lembar penilaian kualitas modul yang disajikan menggunakan skala likert dalam bentuk *checklist* dengan pemberian skor mentah(*raw score*) skala lima. Instrumen untuk respon siswa dibuat dalam bentuk skala likert bentuk *checklist* dengan dengan pemberian skor respon skala empat.

Hasil dari penelitian ini adalah (1) produk berupa modul fisika berbasis intergrasi-interkoneksi yang memuat pokok bahasan teori relativitas khusus Einstein untuk siswa SMA/MA kelas XII. (2) Kualitas modul menurut penilaian ahli materi adalah baik(B) dengan presentase 79,33%, ahli media sangat baik(SB) dengan presentase 85,33%, ahli integrasi-interkoneksi baik(B) dengan presentase 76,11% dan kualitas modul menurut guru fisika SMA/MA adalah baik(B) dengan presentase 76% dari presentase ideal 100%. (3) Respon yang diberikan siswa terhadap modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi pada uji lapangan skala kecil dan uji lapangan skala luas masuk dalam katagori tinggi.

Kata Kunci : Modul, Integrasi-Interkoneksi, Teori Relativitas Khusus Einstein

**THE DEVELOPMENT OF AN INTEGRATION-INTERCONNECTION
BASED PHYSICS MODULE AS A SOURCE OF SELF DIRECT
LEARNING ON THE THEME "EINSTEIN'S SPECIAL THEORY OF
RELATIVITY" FOR SENIOR HIGH SCHOOL THIRD GRADE**

ABSTRACT

**Ade Ernawati
08690034**

This research aims to: (1) develop and generate the product of an integration-interconnection based physics module as a source of self study on the subject Einstein's special theory of relativity for students third grade high school. (2) determine the quality of an integration-interconnection based physics module which has been made. (3) determine the students response on the physics module, which has been made.

This research using research and development (R&D) method with a procedural model. The model adapted from developmental steps that undertaken by Borg and Gall and which simplify byed Puslitjaknov team to five main steps, as follows: (1) analyzing the product which will be develop. (2) developing the initial product (3) validating and revising (4) small scale field testing and revising the product (5) large scale field testing and final product.

Research Instrument is a form of sheet quality module assessment using a likert scale on the form of checklist with five-scale raw scoring. The instrument for students responses are made in a likert scale with the checklist model with four-scale students response.

The results of this research are (1) products of integration-interconnection based physics module containing Einstein's special theory of relativity subject for high school students of third grade. The quality of module according to physics experts is good with 79,33%, media experts is very good with value 85,33%, integration-interconnection experts is good with presentation 76,11%, and the quality examination on module according physics teacher is good with value 76% of the ideal 100%. (3) Students response to the integration-interconection based physics module both field test of small scale and field test of large scale set on high catagory.

Key Words : Module, Integration-Interconnection, Einstein's Special Theory Of Relativity

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR DIAGRAM.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian	8
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	9
G. Manfaat penelitian	10
H. Definisi Istilah	11
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Kajian Teori	13
1. Modul Sebagai Bahan Ajar	13
2. Sumber Belajar Mandiri	18

3. Konsep Integrasi-Interkoneksi	22
4. Kajian Keilmuan.....	27
B. Kajian Penelitian yang Relevan	34
C. Kerangka Pikir	38
 BAB III : METODE PENELITIAN	41
A. Model Pengembangan	41
B. Prosedur Pengembangan	41
C. Uji Coba Produk	46
1. Desaian Uji Coba	46
2. Subjek Coba	47
3. Jenis Data.....	47
4. Instrumen Pengumpulan Data	48
5. Teknik Analisis Data	49
 BAB IV : HASIL PENELITIAN	52
A. Data Hasil Penelitian.....	52
1. Validasi Produk	52
2. Penilaian Produk	55
3. Uji Lapangan Skala Kecil.....	66
4. Uji Lapangan Skala Luas.....	67
B. Analisis Data	69
1. Penilaian Ahli Dan Guru SMA/MA	69
2. Penilaian Uji Lapangan Skala Kecil.....	82
3. Penilaian Uji Lapangan Skala Luas.....	84
C. Revisi Produk	85
D. Kajian Produk Akhir	86
 BAB V : KESIMPULANDAN SARAN	94
A. Kesimpulan	94
B. Keterbatasan Penelitian	96

C. Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	103



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian dengan Penelitian yang Relevan	38
Tabel 3.1	Klasifikasi Berdasarkan Skor Penilaian	52
Tabel 3.2	Klasifikasi Rentang Skor Respon Siswa	53
Tabel 4.1	Revisi produk ahli materi ke-1 modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi	52
Tabel 4.2	revisi produk ahli integrasi-interkoneksi ke-1 modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi	54
Tabel 4.3	Data Hasil Penilaian Kualitas Ahli Materi	57
Tabel 4.4	Data Hasil Penilaian Kualitas Ahli Media.....	58
Tabel 4.5	Data Hasil Penilaian Kualitas Ahli Integrasi-Interkoneksi.....	59
Tabel 4.6	Data Hasil Penilaian Guru SMA/MA.....	60
Tabel 4.7	Data Hasil Penilaian Kualitas Komponen Penyajian	62
Tabel 4.8	Data Hasil Penilaian Kualitas Komponen Kelayakan Isi	63
Tabel 4.9	Data Hasil Penilaian Kualitas Komponen Ahli Integrasi-Interkoneksi	64
Tabel 4.10	Data Hasil Penilaian Kualitas Komponen Kebahasaan.....	66
Tabel 4.11	Data Hasil Pengambilan Respon Uji Skala Kecil.....	67
Tabel 4.12	Data Hasil Pengambilan Respon Uji Skala Luas	68
Tabel 4.13	Klasifikasi Katagori Penilaian Ahli Materi	70
Tabel 4.14	Klasifikasi Katagori Penilaian Ahli Media.....	71
Tabel 4.15	Klasifikasi Katagori Penilaian Ahli Integrasi-Interkoneksi.....	73
Tabel 4.16	Klasifikasi Katagori Penilaian Guru SMA/MA.....	75
Tabel 4.17	Klasifikasi Penilaian Komponen Kelayakan Isi	77
Tabel 4.18	Klasifikasi Penilaian Komponen Penyajian	78
Tabel 4.19	Klasifikasi Penilaian Komponen Integrasi-Interkoneksi	80
Tabel 4.20	Klasifikasi Penilaian Komponen Kebahasaan	82
Tabel 4.21	Klasifikasi Pengkatagorian Respon Siswa	83
Tabel 4.22	Revisi produk ke-2 modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kedudukan Sebuah Benda dilihat dari Dua Kerangka acuan S dan S'	28
Gambar 3.1	Alur Penelitian Pengembangan.....	42
Gambar 4.1	Sampul Modul Fisika	55

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1	Skor penilai Ahli Materi	70
Diagram 4.2	Skor Penilai Ahli Media	72
Diagram 4.3	Skor Penilai Ahli Integrasi-interkoneksi	73
Diagram 4.4	Skor Penilai SMA/MA	74
Diagram 4.5	Skor Penilaian Komponen Kelayakan Isi	76
Diagram 4.6	Skor Penilaian Komponen Penyajian	78
Diagram 4.7	Skor Penilaian Komponen Integrasi-Interkoneksi.....	79
Diagram 4.8	Skor Penilaian Komponen Kebahasaan.....	81
Diagram 4.9	Presentase Respon Uji Lapangan Skala Kecil dan Uji Lapangan Skala Luas.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : DATA HASIL PENILAIAN KUALITAS PRODUK DAN RESPON SISWA.....	100
1.1 Data Hasil Penilaian Kualitas Produk.....	101
1.1 a Data Hasil Penilaian Oleh Ahli Materi	101
1.1 b Data Hasil Penilaian Oleh Ahli Media	102
1.1 c Data Hasil Penilaian Oleh Ahli Integrasi-Interkoneksi	103
1.1 d Data Hasil Penilaian Oleh Guru SMA dan MA	104
1.2 a Data Hasil Respon Siswa Pada Uji Lapangan Skala Kecil	105
1.2 b Data Hasil Respon Siswa Pada Uji Lapangan Skala Luas	107
LAMPIRAN 2: ANALISIS PENILAIAN KUALITAS PRODUK DAN RESPON SISWA	110
2.1 Analisis Hasil Penilaian Kualitas Produk	110
2.1a Ahli Materi	110
2.1b Ahli Media	115
2.1c Ahli Integrasi-Interkoneksi	119
2.1d Guru Fisika SMA/MA	123
2.1e Komponen Kelayakan Isi	129
2.1f Komponen Penyajian	131
2.1g Komponen Integrasi-Interkoneksi	133
2.1h Komponen Kebahasaan	135
2.2 Analisis Hasil Respon Siswa	137
2.2a Uji Lapangan Skala Kecil	137
2.2b Uji Lapangan Skala Luas	143
2.2c Uji Normalitas Data pada Uji Lapangan Skala Kecil	149
2.2d Uji Normalitas Data pada Uji Lapangan Skala Luas.....	151
LAMPIRAN 3 : SURAT-SURAT	153
3.1 Surat Keterangan Validasi	154
3.1a Ahli Instrumen	154

3.1b Ahli Materi	156
3.1c Ahli Media	158
3.1d Ahli Integrasi-Interkoneksi	161
3.2 Surat Keterangan Penilaian Produk	163
3.2a Ahli Materi	163
3.2b Ahli Media	177
3.2c Ahli Integrasi-Interkoneksi	190
3.2d Guru Fisika SMA/MA	202
3.3 Surat Keterangan Respon Siswa.....	227
3.3a Angket Respon Siswa	227
3.3b Daftar Hadir Uji Lapangan Skala Kecil.....	231
3.3c Daftar Hadir Uji Lapangan Skala Luas.....	232
3.3d Surat Keterangan Penelitian	237
<i>Curriculum vitae</i>	238



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan nasional, sebagai salah satu bagian dari pembangunan nasional yang bertujuan untuk mencerdaskan kehidupan bangsa. Mempunyai visi terwujudnya sistem pendidikan yang kuat dan berwibawa untuk memberdayakan semua warga Indonesia menjadi manusia yang berkualitas. Makna manusia yang berkualitas, menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 (Depdiknas, 2012: 3) tentang Sistem Pendidikan Nasional, yaitu manusia terdidik yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab.

Pendidikan dapat menjadi tolak ukur kemajuan suatu bangsa dan negara. Menurut Makhsum Mukhtar, kemajuan pendidikan merupakan pilar kemajuan suatu bangsa. Kemajuan bangsa yang dicapai melalui pendidikan setali dan seikat dengan kemajuan ekonomi dan sebaliknya (Eti Nurhayati: 2011). Pendidikan merupakan sarana untuk mencapai tujuan suatu bangsa dan manusia untuk menjalani kehidupannya. Kesadaran akan pentingnya pendidikan yang dapat merubah taraf kehidupan yang lebih baik dimasa depan, telah mendorong berbagai upaya dan perhatian berbagai kalangan, baik dari masyarakat,

pemerintah maupun dari dunia pendidikan untuk meningkatkan dan memperbarui kualitasnya.

Pendidikan merupakan suatu proses, inti dari proses pendidikan adalah belajar dan pembelajaran (Abdurakhman Gintings: 2010). Pendidikan dilakukan secara dinamis dan berkelanjutan yang melibatkan beberapa komponen yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Salah satu tempat untuk melakukan kegiatan pendidikan adalah sekolah. Sekolah sebagai institusi atau lembaga pendidikan, merupakan tempat atau wadah dari proses pendidikan yang memiliki sistem yang kompleks dan dinamis. Perangkat pendidikan di sekolah seperti guru, murid, kurikulum, sarana dan prasarana, merupakan hal yang saling terkait dan harus mengikuti perkembangan zaman.

Dewasa ini, pemerintah telah sepakat untuk menyempurnakan kurikulum, sehingga terbentuklah kurikulum 2013. Mulyasa memaparkan (2013) kurikulum 2013 merupakan tindak lanjut dari kurikulum berbasis kompetensi (KBK) yang pernah diuji cobakan tahun 2004. Kurikulum berbasis kompetensi dijadikan acuan dan menjadi pedoman pelaksanaan kurikulum 2013 yang menyangkut, dimensi sikap spiritual, sosial, pengetahuan, dan keterampilan secara terpadu.

Diberlakukannya UU Sisdiknas No. 20 Tahun 2003, menempatkan madrasah setara dengan sekolah umum. Dengan adanya kesetaraan tersebut, madrasah dan sekolah umum dituntut memiliki kualitas atau mutu yang sama, termasuk dalam pola pikir keilmuan. Madrasah sebagai salah satu lembaga pendidikan formal berbasis keagamaan, memiliki tugas dan fungsi yang sama

dengan sekolah umum lainnya dalam mencetak kualitas kader bangsa, menjadi generasi yang cerdas, inovatif, kreatif, berbudi pekerti luhur, tanggap, trengginas dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa sebagaimana diamanantkan GBHN (Trianto: 2010).

Berdasarkan pengamatan dan diskusi yang dilakukan di SMA Negeri Dayeh Luhur dan MA EL-Bayan Majenang. Pembelajaran yang dilakukan saat ini, masih dilakukan secara terpisah. Artinya pelajaran agama hanya membahas materi keagamaan begitupun dengan pelajaran IPA hanya membahas persamaan matematis, dan belajar mengerjakan soal tanpa memikirkan makna fisis dan nilai-nilai keagamaan maupun nilai sosial yang terkandung didalamnya. Dengan kata lain pembelajaran terpadu yang diharapkan dari kurikulum berbasis kompetensi maupun kurikulum 2013 belum terlaksana, khususnya fisika hanya sebatas penyampaian materi dan persamaan matematika tanpa memasukan nilai-nilai dan sikap keagamaan. Sehingga dalam belajar siswa-siswa sekolah umum lebih mengutamakan ilmu-ilmu sains atau ilmu sosial dari pada ilmu agama yang memuat materi-materi dasar seperti sholat, akhlak dan lain-lain. Begitu pula sebaliknya, siswa-siswa di Madrasah Aliyah (MA), khususnya sekolah dengan basis pondok pesantren, lebih tertarik dan cenderung mengutamakan ilmu-ilmu agama seperti Qur'an Hadits, Aqidah Akhlak, Bahasa Arab, Fiqih dari pada mempelajari ilmu-ilmu sosial dan ilmu sains yang dianggap banyak memiliki persamaan matematika.

Kesenjangan inilah yang menurut Amin Abdullah (2003) disebut sebagai dikotomi yang tajam antara keilmuan sekuler dan keilmuan agama (ilmu keislaman). Keduanya seolah-olah memiliki wajah sendiri-sendiri dan terpisah satu sama lain. Konsekuensinya, kedua ilmu tersebut, ilmu-ilmu keislaman dianggap sulit oleh siswa-siswi di sekolah umum dan ilmu-ilmu sains dianggap sulit oleh siswa-siswi di sekolah dengan basis keagamaan. Padahal tujuan utama pendidikan nasional adalah membentuk warga Indonesia yang berkualitas, beriman dan bertaqwa. Sejalan dengan hal tersebut kurikulum 2013 menekankan pentingnya sikap atau nilai-nilai keagamaan dalam pembelajaran, yaitu dengan adanya kompetensi inti satu (KI I) menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

Pemahaman siswa terhadap mata pelajaran IPA khususnya fisika tidak lepas dari bagaimana kualitas proses pembelajaran itu sendiri. Seperti halnya perangkat pendidikan, satu unsur yang penting dalam pendidikan dan pembelajaran adalah ketersediaan sumber belajar. Hal serupa dipaparkan oleh, Mudjiman (2009), menurutnya sumber belajar turut menentukan kekuatan motivasi belajar. Pendayagunaan sumber belajar menurut Uus Toharun, Dkk (2011) memiliki arti yang sangat penting. Selain untuk melengkapi, memelihara dan memperkaya khasanah belajar, sumber belajar juga dapat meningkatkan aktivitas dan kreativitas belajar.

Pembelajaran yang baik adalah pembelajaran yang memberikan pengalaman dan kesan yang mendalam dalam benak siswa, sehingga

pembelajaran berjalan sesuai dengan tujuan pendidikan yaitu memberikan perubahan prilaku dan tingkah laku ke arah yang positif bagi siswa setelah melakukan kegiatan belajar. Sementara itu proses pembelajaran dikatakan baik, apabila di dalam proses pembelajaran terjadi peningkatan kegiatan belajar yang lebih efektif. Akan tetapi, hal ini membutuhkan banyak inovasi dan kreativitas oleh orang-orang yang terlibat dalam ruang lingkup pendidikan. Khususnya dalam mengembangkan sumber belajar.

Sumber belajar ditetapkan sebagai informasi yang disajikan dan disimpan dalam berbagai bentuk media, yang dapat membantu siswa dalam belajar sebagai perwujudan dari kurikulum (Abdul Majid,2009: 170). Dengan demikian sumber belajar dapat berupa benda, lingkungan, fakta, orang, peristiwa atau fakta dan buku. Abdul Majid(2009) menambahkan, buku dapat dikategorikan sebagai sumber belajar jika buku tersebut dapat dibaca secara mandiri oleh siswa.

Kegiatan belajar secara mandiri sangat penting bagi siswa, sebab melalui kegiatan ini seorang pembelajar mampu mengambil inisiatif untuk menguasai kompetensi dengan tanpa bantuan orang lain. Modul adalah sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Sebuah modul akan bermakna kalau siswa dengan mudah menggunakannya, memiliki desain yang menarik yang dilengkapi dengan ilustrasi dan contoh kasus. Pembelajaran dengan modul memungkinkan siswa yang memiliki kecepatan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan

satu atau lebih kompetensi dasar dibandingkan dengan siswa lainnya(Abdul Majid. 2008: 176).

Berkaitan dengan persoalan di atas, paradigma integrasi-interkoneksi yang ditawarkan Amin Abdulah dapat menjadi pilihan alternatif. Pembuatan modul yang berbasis integrasi-interkoneksi dapat digunakan sebagai sumber belajar, baik dalam pembelajaran di kelas maupun secara mandiri. Dalam penelitian ini, materi yang digunakan sebagai tema dalam pembuatan modul adalah teori relativitas khusus Einstein. Konsep relativitas diajarkan pada semester genap mata pelajaran fisika SMA/MA kelas XII. Materi relativitas, khususnya tentang waktu banyak tersangkut dengan nilai-nilai keagamaan, bahkan Al-Qur'an menyebutkannya secara khusus. Selain itu juga materi relativitas di SMA/MA merupakan pemahaman dasar untuk mempelajari teori relativitas dan fisika modern di perguruan tinggi. Konsep tersebut untuk kebanyakan siswa sulit dipelajari, sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk memahaminya, Dengan demikian belajar mandiri dapat menjadi alternatif solusi.

Paradigma integrasi-interkoneksi dapat menjadi solusi alternatif dari tujuan pendidikan nasional yang tercantum dalam Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional antara lain mengamanatkan agar pendidikan mengembangkan potensi peserta didik untuk menjadi manusia yang beriman dan bertakwa terhadap Tuhan yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, cakap dan kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang menjadi dasar penelitian yang akan dilakukan, yaitu sebagai berikut :

1. Ketersediaan sumber belajar yang menyajikan pembelajaran secara terpadu, yang memuat dimensi aspek keagamaan, sosial, pengetahuan, dan keterampilan, yang sesuai dengan kurikulum 2013 belum banyak dikembangkan.
2. Adanya perbedaan pola pandang (persepsi) antara siswa-siswi yang sekolah di sekolah umum (SMA) dengan siswa yang bersekolah di sekolah yang berbasis pondok pesantren, terhadap mata pelajaran ilmu sains-sosial dan ilmu agama yang mengarah pada dikotomi ilmu pengetahuan sains-sosial dan ilmu agama.
3. Penyampaian materi pelajaran fisika yang terintegrasi dengan wawasan keislaman belum banyak dilakukan (berbasis integrasi-interkoneksi).
4. Konsep relativitas khusus Einsein merupakan materi yang memiliki banyak nilai-nilai keagamaan akan dianggap sulit, padahal materi tersebut penting untuk menunjang pemahaman konsep relativitas dan fisika modern di perguruan tinggi.

C. Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas permasalahan dalam penelitian, maka dilakukan pembatasan-pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Produk yang dikembangkan adalah modul fisika berbasis intergrasi-interkoneksi yang memuat wawasan Al-Qur'an dan nilai-nilai keislaman dengan model kajian yang digunakan adalah model konfirmasi.
2. Modul ditujukan untuk siswa SMA/MA pada materi teori relativitas khusus Einstein.
3. Uji lapangan dibatasi untuk mengetahui respon siswa terhadap modul fisika.

D. Rumusan Masalah

Masalah yang akan diteliti dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut :

1. Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi seperti apakah yang akan dikembangkan untuk siswa SMA/MA?
2. Bagaimana kualitas modul IPA fisika berbasis integrasi-interkoneksi yang sedang dikembangkan?
3. Bagaimana respon siswa SMA/MA terhadap modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang dikembangkan?

E. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah di atas penelitian ini bertujuan untuk :

1. Membuat modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi untuk konsep teori relativitas khusus Einstein untuk siswa SMA/MA.

2. Mengetahui kualitas modul fisika yang berbasis integrasi-interkoneksi yang telah dibuat.
3. Mengetahui respon (tanggapan) siswa mengenai modul fisika yang telah dibuat.

F. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Modul yang dikembangkan adalah modul kompilasi yaitu dikembangkan berdasarkan buku-buku yang sudah beredar, artikel, jurnal ilmiah dan modul yang sudah ada sebelumnya. Modul diintegrasikan-terkoneksi dengan wawasan keislaman dengan model kajian konfirmatif.
2. Modul memposisikan siswa sebagai subjek belajar sehingga siswa berperan aktif dan mandiri dalam belajar baik dengan atau tanpa bantuan dari guru dengan mengacu pada kurikulum 2013.
3. Bagian-bagian pada modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi antara lain :
 - a. Halaman judul/sampul.
 - b. Kata pengantar.
 - c. Standar isi meliputi kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), dan pengalaman belajar.
 - d. Petunjuk penggunaan modul.

- e. Daftar isi.
 - f. Peta konsep
 - g. Gerbang
 - h. Materi.
 - i. Penunjang materi seperti kuis, kerja kelompok, muhasabah (evaluasi diri), studi islam, tokoh, dan diskusi. contoh soal, uji kompetensi, penilaian mandiri (*self assessment*).
 - j. Glosarium dan daftar pustaka.
4. Berbentuk media cetak dengan jenis kertas HVS ukuran B5.

G. Manfaat Penelitian

Pengembangan media pembelajaran dalam bentuk modul ini dirasa penting untuk dilakukan, sebab diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- 1. Bagi peneliti, menambah pengetahuan tentang integrasi-interkoneksi.
- 2. Menambah pengalaman dan pengetahuan bagaiman menulis dan membuat modul, melakukan simulasi pembelajaran yang dituangkan dalam tulisan.
- 3. Menjadi media pembelajaran penunjang bagi siswa dalam pembelajaran fisika di SMA/MA khususnya pada konsep teori relativitas khusus Einstein..
- 4. Menanamkan nilai-nilai dan wawasan keagamaan dalam pembelajaran fisika.

5. Memudahkan siswa dalam berpikir dan memahami materi karena modul disusun secara sistematis.
6. Menjadi sumber belajar mandiri bagi siswa untuk menambah wawasan dan pengetahuan.
7. Menjadi bahan ajar alternatif bagi guru dalam pembelajaran fisika.
8. Memberikan rangsangan kepada guru agar lebih termotivasi untuk menanamkan nilai-nilai keagamaan kepada siswa melalui integrasi-interkoneksi Al-Qur'an dan sains khususnya fisika.
9. Memberikan khazanah keilmuan dalam bidang sains, khususnya fisika, sehingga menjadi rujukan untuk pengembangan selanjutnya

H. Definisi Istilah

Untuk menghindari kesalahan penafsiran, maka diberikan beberapa definisi tentang istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian pengembangan adalah salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan suatu produk/model dan menilai produk/model yang dihasilkan milan serta atau mengembangkan produk yang sudah ada sebelumnya dengan desain dan tampilan serta isi yang berbeda.
2. Pengembangan modul adalah pembuatan media dengan mengembangkan bentuk penyajian media pembelajaran sehingga ada pembaharuan terhadap media-media yang telah ada sebelumnya.

3. Modul ialah bahan belajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil dan memungkinkan dipelajari secara mandiri dalam satuan waktu tertentu.
4. Integrasi adalah hubungan yang lebih sistematis dan ekstensif antara sains dan agama dan mencari titik temu antara keduanya.
5. Interkoneksi adalah terkaitnya suatu disiplin ilmu pengetahuan dengan pengetahuan yang lain melalui satu hubungan yang saling menghargai dan saling melengkapi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

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

1. Telah berhasil dikembangkan produk berupa modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri. Secara keseluruhan, modul yang dikembangkan memuat konsep relativitas khusus Einstein, materi semester dua untuk SMA/MA kelas XII. Penyajian modul dibagi menjadi beberapa kegiatan belajar yang berisi materi, latihan soal, penanaman nilai-nilai keislaman dan memuat beberapa latihan dan pengetahuan untuk memancing rasa ingin tahu dan sikap ilmiah siswa. Penyajian pembelajaran dalam modul dipadukan dengan beberapa ayat Al-Qur'an dan penanaman nilai-nilai keislaman.
2. Kualitas modul fisika berbasis intergrasi-interkoneksi, berdasarkan dosen ahli materi, ahli media, ahli intergrasi, guru SMA dan MA adalah sebagai berikut.
 - a. Kualitas modul fisika berdasarkan penilaian ahli materi adalah **baik(B)** dengan jumlah skor 238 yang berada dalam katagori interval 205 s/d 252 atau **baik(B)** rata-rata skor setiap penilai(individu) 3,97 yang berada dalam katagori >3,4 s/d 4,2 atau **baik(B)** dengan presentase dari skor ideal sebesar 79,33%.

- b. Kualitas modul berdasarkan penilaian ahli media adalah **sangat baik(SB)**, dengan penjabaran sebagai berikut, jumlah skor komponen penyajian adalah 196 dengan rata-rata skor adalah 65,33 dan presentase dari skor ideal adalah 84,44%. Komponen kebahasaan sebanyak 124 dengan rata-rata skor 41,33 dan presentase 82,67%. Secara keseluruhan penilaian modul fisika berdasarkan ahli media memiliki skor 320 dengan rata-rata 106,67 dengan presentase dari skor ideal adalah 85,33% dari total 100%.
- c. Kualitas modul fisika berdasarkan ahli integrasi-interkoneksi adalah **baik(B)** dengan jumlah keseluruhan skor adalah 137 dengan rata-rata skor setiap penilai adalah 3,83. Rata-rata keseluruhan adalah 68,5. Presentase dari skor ideal adalah 76,11%. Rata-rata 3,83 dan jumlah skor 137 berada dalam rentang katagori >3,4 s/d 4,2 atau **baik(B)** dan 122,5 s/d 151,4 atau **baik(B)**.
- d. Kualitas modul fisika menurut penilaian guru SMA/MA adalah **baik(B)** dengan jumlah keseluruhan skor adalah 327 berada dalam katagori interval 292,5 s/d 361,2 atau baik(B). Rata-rata skor setiap penilai adalah 3,80. Rata-rata keseluruhan adalah 163,5 dengan presentase dari skor ideal 76% dari total 100%.
3. Respon siswa terhadap modul fisika terhadap modul fisika pada uji lapangan skala kecil menujukan nilai yang positif atau tinggi dengan penjabaran sebagai berikut, jumlah seluruh skor responden adalah 608 dengan rata-rata keseluruhan skor 76 dan rata-rata skor setiap butir kriteria

adalah 3,46 dan presentase 85,42% dari presentase ideal 100%. Respon siswa pada uji lapangan skala luas adalah **tinggi** dengan jumlah skor seluruh responden adalah 4734 dengan rata-rata skor secara keseluruhan adalah 75,14 dan rata-rata skor setiap butir kriteria adalah 3,42. Presentase seluruh skor sebesar 85,42% dari presentase ideal 100%.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki keterbatasan diantaranya adalah :

1. Prosedur pengembangan diadaptasi dari prosedur pengembangan menurut Borg and Gall yang kemudian disederhanakan menjadi lima langkah penelitian menurut Tim Puslitjaknov.
2. Produk yang dikembangkan hanya mencakup kompetensi inti satu dengan kompetensi dasar 1.1, kompetensi inti 2 dengan kompetensi dasar 2.1 dan Kompetensi Inti 3 dengan kompetensi dasar 3.10 pada materi teori relativitas untuk SMA/MA kelas XII semester genap.
3. Model kajian integrasi-interkoneksi yang digunakan hanya mencakup model konfirmatif .

C. Saran

1. Penelitian ini sebatas pada pengembangan produk modul fisika, penilaian kualitas dan pengujian respon terhadap siswa. Oleh karena itu penelitian dapat dilanjutkan untuk menguji efektifitas produk yang sudah dikembangkan untuk kemudian digunakan dalam pembelajaran agar lebih bermanfaat.

2. Produk yang telah dikembangkan hanya memiliki satu tema yaitu teori relativitas khusus Einstein, penulis berharap modul yang telah dibuat dapat disempurnakan dengan integrasi yang berbeda dan lebih interaktif, salah satunya disisipi lebih banyak keterampilan proses agar siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran.
3. Materi relativitas adalah konsep yang terkesan abstrak bagi siswa SMA/MA. Penulis berharap pengembangan modul tidak hanya dalam bentuk media cetak. Tetapi alangkah baiknya jika modul diadaptasi kembali dalam bentuk media elektronik yang disertai dengan simulasi dan animasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali.Yildiz.(2012).Prospective Teacher Comprehension Levels Of Special Relativity Theory and The Efec Of writing For Learning on Achievement.Australian Journal Of Teacher Education.VOLUME 37. 15-28.
- Abdullah, M Amin. dkk.2003. Menyatukan *Kembali Ilmu-Ilmu Agama dan Umum: Upaya Mempertemukan Epistemologi Islam dan Umum.* Yogyakarta: Suka Press
- Azwar, Saifuddin. 2005. Penyusunan Skala Psikologi.Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Baiquni, Ahmad. 1996. *al-Qur'an Ilmu Pengetahuan dan Kealaman.* Yogyakarta: PT Dana Bhakti Primayasa.
- Beiser, Arthur. 1981. *Konsep Fisika Modern.* Jilid 3. Terjemahan The Houw Liong Ph.D. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. 2003. *Pedoman Penulisan Modul.* Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Depdiknas.2013. KOMPETENSI DASAR. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Dharma, Surya. 2008. *Penulisan Modul.* Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan, PMPTK.
- Einstein, Albert.2005. Relativitas: Teori Khusus dan Umum. (Diterjemahkan oleh Like Wilardjo-Kepustakaan Popular Gramedia). Three River Press. (Buku asli diterbitkan 1916).

- Gribin, John. 2005. *Bengkel Ilmu Fisika Modern.*(Diterjemahkan Oleh Dimas H, S.Si). Erlangga: Jakarta (Buku asli dalam bahasa Inggris oleh The Ivy Press Limited, Inggris tahun 1999)
- Ghulsyani, Mahdi. 2001. *Filsafat Sains Menurut Al-Qur'an.*(Diterjemahkan Oleh Agus Efendi-Mizan) Taheran: Islamic Propagandation Organization. (Buku asli diterbitkan tahun 1986).
- Hamami, Tasman. 2006. *Kerangka Dasar Keilmuan dan Pengembangan Kurikulum Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.* Yogyakarta: Departemen Agama Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- <http://spssindo.blogspot.com/2014/01/uji-normalitas-kolmogorov-smirnov-spss.html>, Diakses pada tanggal 25 september 2014 pukul 23: 30
- Isaacson, Walter. 2013. *Einstein: Kehidupan dan Pengaruhnya bagi Dunia.* (Diterjemahkan oleh Mursid Wijanarko, Bentang). London: Pocket Book. (Buku asli diterbitkan tahun 2008).
- Krane, Kenneth. 1992. *Fisika Modern.* Terjemahan Hans J. Wospakrik. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia
- Majid, Abdul.2008. *PERENCANAAN PEMBELAJARAN: Mengembangkan Standar Kompetensi Guru.* PT Remaja Rosdakarya: Bandung
- Mudjiman, Haris. (2009). *Belajar Mandiri.* Surakarta: UNS Press.
- .McEvoy, J.P & Oscar, Z. 2001, *Mengenal Teori Kuantum For Beginner.* (Diterjemahkan oleh Ahmad Baiquni, MIZAN). Cambridge: Icon Book Ltd.(Buku Asli diterbitkan tahun1996).
- Nasution. 2006. *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar & Mengajar.* Jakarta: Bumi Aksara.

Nurhayati,Eti. 2011. *Psikologi Pendidikan Inovatif*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar

Nursahid. 2011.*Pengembangan Pembelajaran Fisika Metode CIRC dengan Paradigma Integrasi-Interkoneksi pada Siswa Kelas X MA Wahid Hasyim Yogyakarta Tahun Ajaran 2010/2011*. (Program Studi pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta).

Pokja AKademik. 2006. *Kerangka Dasar Keilmuan dan Pengembangan Kurikulum*. Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta

Purwanto, Agus.2012. *Nalar Ayat-ayat Semesta*. Bandung : Mizan

Rahmadonna.Siska. 2009. Sumber Belajar. Staff.UNY.ac.id

Rofiudin, Ahmad Adib. *Pengembangan Modul Astronomi Berbasis Integrasi-Interkoneksi dengan Tema Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Azimuth Matahari*. (Program Studi pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta, 2013).

Safaatun. *Pengembangan IPA Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi untuk SMP/MTs*. (Program Studi pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta, 2013).

Salim, Peter. 2010. *Modern English-Indonesia Dictionary*. Jakarta: Modern English Press.

Siswanto. 2011. *Paradigma Integrasi Interkoneksi dalam kajian Islam (Studi atas Pemikiran Amin Abdullah)*. Surabaya: Program Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Subana, dkk. 2005. *Statistik Pendidikan*. Bandung: Pustaka Setia.

- Sudjiono, Anas. 1989. *Pengantar Statistik Pendidikan*. CV Rajawali: Jakarta Utara
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta: Bandung.
- Surya, Yohanes. 2004. *Fisika untuk Semua: Mengenal Sejarah Fisikawan Asia Serba-serbi dan Kompetisi Fisika*. Jakarta:PT Bina Sumber Daya MIPA .
- Sukardjo. 2009. *Handout Pembelajaran Sains*. Yogyakarta: UNY.
- Sutrisno, Joko. 2008. *Teknik Penyusunan Modul*. Jakarta: Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan, Dirjen Manejemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Depdiknas.
- Tim Puslitjaknov. 2008. *Metode penelitian Pengembangan*. Jakarta: Pusat Penelitian Kebijakan dan Inovasi Pendidikan Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pendidikan Nasional.
- Tippler, A Paul; Ralph A. Llewellyn. 2012. *MODERN PHYSICS Sixth Edition*. W..H. Freeman and Company: Newyork
- Toharudin,Uus.Dkk. 2011. *Membangun Literasi Sains.Peserta Didik*. Bandung : Humaniora.
- Van Klinken, Gerry. 2004. Revolusi Fisika Dari Alam Ghaib ke Alam Nyata. Gramedia: Jakarta
- Yunita, Deti. *Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Model Komplementasi pada Pokok Bahasan Cahaya untuk Siswa SMP/MTs*. (Program Studi pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta, 2013).

Widoyoko, Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.

Zhang.jinbo.2005.Why and How to Teach the Special Theory of Relativity In an Electrodynamics Course. The China Papers, Departement of Physics Harbin Institute of Technology 150001, People's Republic Of China. Hal 13-15.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1**DATA HASIL PENILAIAN KUALITAS
MODUL DAN RESPON SISWA**

Lampiran 1.1a Data Hasil Penilaian Oleh Ahli Materi

Tabel. Hasil Penilaian Kualitas Modul Oleh Ahli Materi

Komponen penilaian	Butir	Penilai			Σ per skor	Σ per aspek	Rata-rata	Persentase dari skor Ideal
		I	II	III				
Kelayakan Isi	1	4	5	5	14	132	4,4	88%
	2	4	5	4	13			
	3	3	4	4	11			
	4	5	5	5	15			
	5	4	5	5	14			
	6	3	5	4	12			
	7	2	4	4	10			
	8	5	5	5	15			
	9	5	5	5	15			
	10	5	3	5	13			
Kebahasaan	11	3	4	4	11	106	3,53	70,67%
	12	4	3	4	11			
	13	3	4	4	11			
	14	3	5	4	12			
	15	3	4	4	11			
	16	4	4	5	13			
	17	2	3	3	8			
	18	4	4	4	12			
	19	2	2	3	7			
	20	3	4	3	10			
Jumlah		71	83	84	238	238	3,97	79,33%

Lampiran 1.1b Data Hasil Penilaian Oleh Ahli Media

Tabel. Hasil Penilaian Kualitas Modul Oleh Ahli Media

Aspek Penilaian	Butir	Penilai			Σ Per skor	Σ per aspek	Rata-rata	Persentase dari skor Ideal
		I	II	III				
Komponen Penyajian	1	5	5	4	14	196	4,36	84,44%
	2	4	5	4	13			
	3	5	5	5	15			
	4	4	4	4	12			
	5	4	4	5	13			
	6	3	4	4	11			
	7	4	4	4	12			
	8	5	5	5	15			
	9	4	5	5	14			
	10	5	5	5	15			
	11	5	4	4	13			
	12	4	4	5	13			
	13	4	4	4	12			
	14	4	4	4	12			
	15	4	4	4	12			
Komponen Kebahasaan	16	4	4	4	12	124	4,13	82,67%
	17	4	4	4	12			
	18	5	5	5	15			
	19	4	5	4	13			
	20	4	4	4	12			
	21	4	4	3	11			
	22	4	4	4	12			
	23	4	4	3	11			
	24	5	4	4	13			
	25	5	4	4	13			
Jumlah		107	108	105	320	320	4,24	85,33%

Lampiran 1.1c Data Hasil Penilaian Oleh Ahli Integrasi-Interkoneksi

Tabel. Hasil Penilaian Kualitas Modul Oleh Ahli Integrasi-Interkoneksi

Aspek Penilaian	Butir	Penilai		Σ Per skor	Σ per aspek	Rata-rata	Persentase dari skor Ideal
		I	II				
Aspek Integrasi Interkoneksi	1	3	3	6	64	4	80%
	2	3	3	6			
	3	4	5	9			
	4	4	4	8			
	5	5	5	10			
	6	5	4	9			
	7	4	4	8			
	8	4	4	8			
Komponen Kebahasaan	9	4	4	8	73	3,65	73%
	10	4	4	8			
	11	4	4	8			
	12	4	3	7			
	13	4	3	7			
	14	4	3	7			
	15	5	3	8			
	16	3	3	6			
	17	4	3	7			
	18	3	4	7			
Jumlah		71	66	137	137	3,83	76,11%

Lampiran 1.1d Data Hasil Penilaian Oleh Guru SMA dan MA

Tabel. Hasil Penilaian Kualitas Modul Oleh Guru SMA dan MA

Aspek Penilaian	Butir	Penilai		Σ Per skor	Σ per aspek	Rata-rata	Percentase dari skor Ideal
		I	II				
Komponen Kelayakan Isi	1	5	4	9	81	4,05	81,0%
	2	5	4	9			
	3	4	3	7			
	4	4	4	8			
	5	4	3	7			
	6	4	4	8			
	7	4	4	8			
	8	4	4	8			
	9	5	4	9			
	10	5	3	8			
Komponen Penyajian	11	4	4	8	115	3,83	70,0%
	12	3	3	6			
	13	4	3	7			
	14	3	4	7			
	15	4	4	8			
	16	4	4	8			
	17	5	4	9			
	18	4	4	8			
	19	5	4	9			
	20	5	4	9			
	21	5	4	9			
	22	3	3	6			
	23	3	3	6			
	24	4	3	7			
	25	4	4	8			

Komponen Integrasi-Interkoneksi	26	4	4	8	60	3,75	75,0%
	27	4	4	8			
	28	4	4	8			
	29	4	4	8			
	30	4	3	7			
	31	4	4	8			
	32	4	3	7			
	33	3	3	6			
Komponen Kebahasaan	34	4	4	8	71	3,55	71,0%
	35	4	3	7			
	36	3	3	6			
	37	4	4	8			
	38	4	3	7			
	39	4	4	8			
	40	3	3	6			
	41	3	4	7			
	42	3	4	7			
	43	3	4	7			
Jumlah		170	157	327	327	3,80	76%

Lampiran 1.2a Data Hasil Respon Siswa Pada Uji Lapangan Skala Kecil

Responden	Aspek Perhatian(attention)						Aspek Keterkaitan (relevance)						Aspek Keyakinan (confidence)				Aspek Kepuasan (Statisfication)					Jumlah skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	76	
2	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	73
3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	76
4	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	72
5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	80
6	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	79
7	4	3	3	2	3	3	3	4	4	3	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	77
8	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	2	3	4	3	4	2	75
Σ Skor	30	27	24	26	30	29	27	29	28	24	25	31	30	30	28	25	26	28	27	25	31	28	608
Σ per aspek	166						164						113				165					608	
Rata-rata	3,46						3,42						3,53				3,44					3,46	
Persentase dari skor ideal	86,46%						85,42%						88,28%				85,94%					86,52%	

Lampiran 1.2b Data Hasil Respon Siswa Pada Uji Lapangan Skala Luas

Respon-den	Aspek Perhatian (<i>attention</i>)						Aspek Keterkaitan (<i>relevance</i>)						Aspek Keyakinan (<i>confidence</i>)				Aspek Kepuasan (<i>Satisfication</i>)					Jumlah skor	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	75
2	4	4	3	3	2	4	2	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	74
3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	75
4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	70
5	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	2	2	3	4	3	3	3	71
6	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	73
7	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	76
8	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	70
9	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	77
10	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	2	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	2	73
11	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	76
12	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	3	2	3	3	3	73
13	4	3	3	3	2	4	2	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	74
14	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	78
15	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	79
16	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	72
17	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	70
18	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	3	4	4	83
19	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	2	78
20	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	74
21	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	2	4	4	3	3	75

22	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	4	4	3	73
23	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	77
24	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	75
25	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	74
26	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	80
27	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	72
28	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	2	75
29	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	79
30	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	2	3	4	3	3	3	80
31	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	4	4	4	3	70
32	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	68
33	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	3	4	4	2	78
34	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	3	78
35	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	78
36	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	73
37	4	3	3	2	3	3	2	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	2	72
38	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	2	4	3	3	3	3	1	70
39	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	77
40	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	2	77
41	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	75
42	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	2	80
43	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	3	74
44	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	78
45	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	77
46	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	80
47	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	2	3	3	3	4	4	4	3	74
48	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	4	4	4	2	73

49	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	74
50	3	4	3	2	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	2	75
51	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	75
52	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	75
53	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	77
54	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	2	75		
55	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	2	3	3	3	3	2	77			
56	3	3	2	3	4	3	4	2	4	2	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	69		
57	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	1	82		
58	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	75		
59	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	80		
60	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	72	
61	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	79	
62	3	3	2	3	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	70	
63	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	76	
Σ Skor	220	212	203	204	228	239	204	223	244	203	202	232	226	223	209	206	205	214	223	217	218	179	4734			
Σ per aspek	1306					1308					864					1256					4734					
Rata-rata	3,455					3,460					3,429					3,323					75,14					
Presen-tase dari skor ideal	86,38%					86,51%					85,71%					83,07%					85,42%					

LAMPIRAN 2

**ANALISIS PENILAIAN
KUALITAS PRODUK dan RESPON
SISWA**

Lampiran 2.1a Analisis Penilaian Kualitas Produk dari Ahli Materi

Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII
Oleh: Ahli Materi

A. Penilaian Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 20 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 20 = 100$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 20 = 20$
 - d. Jarak kelas interval : $(100-20)/5 = 16$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 20 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 20 \times 3 = 300$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 20 \times 3 = 60$
 - d. Jarak kelas interval : $(300-60)/5 = 48$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 1
 Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Materi

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
85 s/d 100	253 s/d 300	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
69 s/d 84	205 s/d 252	>3,4 s/d 4,2	Baik
53 s/d 68	157 s/d 204	>2,6 s/d 3,4	Cukup
37 s/d 52	109 s/d 156	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
20 s/d 36	60 s/d 108	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 71 Kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 2 = 83 Kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 3 = 84 Kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 238$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 79,33$ kategori baik (B)

- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,97$ kategori baik (B)
- d. Persentase $\frac{238}{300} \times 100\% = 79,33\%$

B. Penilaian Aspek Kelayakan Isi

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 = 50$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
 - d. Jarak kelas interval : $(50-10)/5 = 8$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 \times 3 = 150$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 3 = 30$
 - d. Jarak kelas interval : $(150-30)/5 = 24$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 2
Klasifikasi Kategori Kelayakan Isi

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
43 s/d 50	127 s/d 150	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
35 s/d 42	103 s/d 126	>3,4 s/d 4,2	Baik
27 s/d 34	79 s/d 102	>2,6 s/d 3,4	Cukup
19 s/d 26	55 s/d 78	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	30 s/d 54	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor:
 - ✓ $X = 132$ kategori sangat baik (SB)
 - ✓ $\bar{X} = 44$ kategori sangat baik (SB)

- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor jawaban setiap kategori
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,4$ kategori sangat baik (SB)
- c. Persentase $\frac{132}{150} \times 100\% = 88\%$

C. Penilaian Aspek Kebahasaan

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor:
 - ✓ $X = 106$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 35,33$ kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,4$ kategori sangat baik (SB)
- c. Persentase $\frac{106}{150} \times 100\% = 70,67\%$

LAMPIRAN 2.1b Analisis Penilaian Kualitas Produk dari Ahli Media

Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII

Oleh : Ahli Media

A. Penilaian Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 25 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 25 = 125$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 25 = 25$
 - d. Jarak kelas interval : $(125-25)/5 = 20$

2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 25 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 25 \times 3 = 375$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 25 \times 3 = 75$
 - d. Jarak kelas interval : $(375-75)/5 = 60$

3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal): 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 3
Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Media

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
106 s/ 125d	316 s/d 375	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
86 s/d 105	226 s/d 315	>3,4 s/d 4,2	Baik
66 s/d 85	196 s/d 225	>2,6 s/d 3,4	Cukup
46 s/d 65	136 s/d 195	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
25 s/d 45	75 s/d 135	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 107 kategori sangat baik (SB)
 - ✓ Penilai 2 = 108 kategori sangat baik (SB)
 - ✓ Penilai 3 = 105 kategori baik (B)

- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.

- ✓ $X = 320$ kategori sangat baik (SB)
- ✓ $\bar{X} = 106,67$ kategori sangat baik (SB)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
- ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,24$ kategori sangat baik (SB)
- d. Persentase $\frac{320}{375} \times 100\% = 85,33\%$

B. Penilaian Aspek Penyajian

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 15 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 15 = 75$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 15 = 15$
 - d. Jarak kelas interval : $(75 - 15)/5 = 12$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 15 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 15 \times 3 = 225$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 15 \times 3 = 45$
 - d. Jarak kelas interval : $(225-45)/5 = 36$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal): 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 4
Klasifikasi Kategori Aspek Penyajian

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
64 s/d 75	190 s/d 225	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
52 s/d 63	154 s/d 189	>3,4 s/d 4,2	Baik
40 s/d 51	118 s/d 153	>2,6 s/d 3,4	Cukup
28 s/d 39	82 s/d 117	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
15 s/d 27	45 s/d 81	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
- ✓ $X = 196$ kategori sangat baik (SB)

- ✓ $\bar{X} = 65,33$ kategori sangat baik (SB)
- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,36$ kategori sangat baik(SB)
 - c. Persentase $\frac{196}{225} \times 100\% = 84,44\%$

C. Penilaian Aspek Kebahasaan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 10 = 50$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
 - d. Jarak kelas interval : $(50-10)/5 = 8$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 10 \times 3 = 150$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 3 = 30$
 - d. Jarak kelas interval : $(150-30)/5 = 24$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 5
Klasifikasi Kategori Aspek Kebahasaan

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
43 s/d 50	127 s/d 150	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
35 s/d 42	103 s/d 126	>3,4 s/d 4,2	Baik
27 s/d 34	79 s/d 102	>2,6 s/d 3,4	Cukup
19 s/d 26	55 s/d 78	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	30 s/d 54	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 124$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 41,33$ kategori baik (B)

- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,13$ kategori baik(B)
- c. Persentase $\frac{124}{150} \times 100\% = 82,67\%$

LAMPIRAN 2.1c Analisis Penilaian Kualitas Produk dari Ahli Integrasi-Interkoneksi
Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar
Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII
Oleh : Ahli Integrasi-Interkoneksi

A. Penilaian Secara Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 18 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 18 = 90$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 18 = 18$
 - d. Jarak kelas interval : $(90 - 18)/5 = 14,4$

2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 18 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 18 \times 2 = 180$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 18 \times 2 = 36$
 - d. Jarak kelas interval : $(180 - 36)/5 = 28,8$

3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5 - 1)/5 = 0,8$

Tabel 6
Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Integrasi-Interkoneksi

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
75,7 s/d 90	151,5 s/d 180	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
61,3 s/d 75,6	122,5 s/d 151,4	>3,4 s/d 4,2	Baik
46,9 s/d 61,2	93,7 s/d 122,4	>2,6 s/d 3,4	Cukup
32,5 s/d 46,8	64,9 s/d 93,6	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
18,0 s/d 32,4	36 s/d 64,8	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 71 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 2 = 66 kategori baik (B)

- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 137$ kategori baik (B)

- ✓ $\bar{X} = 68,5$ kategori baik (B)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
- ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,83$ kategori baik (B)
- d. Persentase $\frac{137}{180} \times 100\% = 76,11\%$

B. Penilaian Aspek Integrasi-Interkoneksi

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 8 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 8 = 40$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 8 = 8$
 - d. Jarak kelas interval : $(40 - 8)/5 = 6,4$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 8 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 8 \times 2 = 80$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 8 \times 2 = 16$
 - d. Jarak kelas interval : $(80 - 16)/5 = 12,8$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal): 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 7
Klasifikasi Kategori Aspek Integrasi-Interkoneksi

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
33,7 s/d 40,0	67,3 s/d 80	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
27,3 s/d 33,6	54,5 s/d 67,2	>3,4 s/d 4,2	Baik
20,9 s/d 27,2	41,7 s/d 54,4	>2,6 s/d 3,4	Cukup
14,5 s/d 20,8	28,9 s/d 41,6	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
8,0 s/d 14,4	16 s/d 28,8	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
- ✓ $X = 64$ kategori baik (B)

- ✓ $\bar{X} = 32$ kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4$ kategori baik (B)
 - c. Persentase $\frac{64}{80} \times 100\% = 80\%$

C. Penilaian Aspek Kebahasaan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 10 = 50$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
 - d. Jarak kelas interval : $(50-10)/5 = 8$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 10 \times 2 = 100$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 2 = 20$
 - d. Jarak kelas interval : $(100-20)/5 = 16$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 8
Klasifikasi Kategori Aspek Kebahasaan

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
43 s/d 50	85 s/d 100	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
35 s/d 42	69 s/d 84	>3,4 s/d 4,2	Baik
27 s/d 34	53 s/d 68	>2,6 s/d 3,4	Cukup
19 s/d 26	37 s/d 52	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	20 s/d 36	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 73$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 36,5$ kategori baik (B)

b. Kategori berdasarkan rata-rata skor

✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,83$ kategori baik (B)

c. Persentase $\frac{73}{100} \times 100\% = 73\%$

LAMPIRAN 2.1d Analisis Penilaian Kualitas Produk dari Guru SMA/MA

**Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar
Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII
Oleh : Guru SMA/MA**

A. Penilaian Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 43 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 43 = 215$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 43 = 43$
 - d. Jarak kelas interval : $(215 - 43)/5 = 34,5$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 43 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 43 \times 2 = 430$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 43 \times 2 = 86$
 - d. Jarak kelas interval : $(430 - 86)/5 = 68,8$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 9
Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Materi

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
180,7 s/d 215	361,3 s/d 430	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
146,3 s/d 180,6	192,5 s/d 361,2	>3,4 s/d 4,2	Baik
111,9 s/d 146,2	223,7 s/d 292,4	>2,6 s/d 3,4	Cukup
77,5 s/d 11,8	154,9 s/d 223,6	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
43 s/d 77,4	86 s/d 154,8	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 170 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 2 = 157 kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 327$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 163,5$ kategori baik (B)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor

- ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,80$ kategori baik (B)
- d. Persentase $\frac{327}{430} \times 100\% = 76\%$

B. Penilaian Aspek Kelayakan Isi

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 = 50$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
 - d. Jarak kelas interval : $(50-10)/5 = 8$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 \times 2 = 100$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 2 = 20$
 - d. Jarak kelas interval : $(100-20)/5 = 16$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal): 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 10
Klasifikasi Kategori Kelayakan Isi

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
43 s/d 50	85 s/d 100	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
35 s/d 42	69 s/d 84	>3,4 s/d 4,2	Baik
27 s/d 34	53 s/d 68	>2,6 s/d 3,4	Cukup
19 s/d 26	37 s/d 52	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	20 s/d 36	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor:
 - ✓ $X = 81$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 40,5$ kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,05$ kategori baik (B)
- c. Persentase $\frac{81}{100} \times 100\% = 81,0\%$

C. Penilaian Aspek Penyajian

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)

- a. Kategori : 15 Butir
- b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 15 = 75$
- c. Nilai minimum : $1 \times 15 = 15$
- d. Jarak kelas interval : $(75 - 15)/5 = 12$

2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.

- a. Kategori : 15 Butir
- b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 15 \times 2 = 150$
- c. Nilai minimum : $1 \times 15 \times 2 = 30$
- d. Jarak kelas interval : $(150 - 30)/5 = 24$

3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori

- a. Nilai maksimum (ideal) : 5
- b. Nilai minimum : 1
- c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 11
Klasifikasi Kategori Aspek Penyajian

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
64 s/d 75	127 s/d 150	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
52 s/d 63	103 s/d 126	>3,4 s/d 4,2	Baik
40 s/d 51	79 s/d 102	>2,6 s/d 3,4	Cukup
28 s/d 39	55 s/d 78	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
15 s/d 27	30 s/d 54	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.

- ✓ $X = 115$ kategori baik (B)
- ✓ $\bar{X} = 57,5$ kategori baik (B)

b. Kategori berdasarkan rata-rata skor Kategori

- ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,83$ kategori baik (B)
- c. Persentase $\frac{115}{150} \times 100\% = 70\%$

D. Penilaian Aspek Integrasi-Interkoneksi

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)

- a. Kategori : 8 Butir
 b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 8 = 40$
 c. Nilai minimum : $1 \times 8 = 8$
 d. Jarak kelas interval : $(40 - 8)/5 = 6,4$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 a. Kategori : 8 Butir
 b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 8 \times 2 = 80$
 c. Nilai minimum : $1 \times 8 \times 2 = 16$
 d. Jarak kelas interval : $(80 - 16)/5 = 12,8$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 b. Nilai minimum : 1
 c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$,

Tabel 12
Klasifikasi Kategori Aspek Integrasi-Interkoneksi

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
33,7 s/d 40,0	67,3 s/d 80	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
27,3 s/d 33,6	54,5 s/d 67,2	>3,4 s/d 4,2	Baik
20,9 s/d 27,2	41,7 s/d 54,4	>2,6 s/d 3,4	Cukup
14,5 s/d 20,8	28,9 s/d 41,6	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
8,0 s/d 14,4	16 s/d 28,8	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
- ✓ $X = 60$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 30$ kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
- ✓ $\bar{X}_{\text{skor jawaban}} = 3,75$ kategori baik (B)
- c. Persentase $\frac{60}{80} \times 100\% = 75\%$

E. Penilaian Aspek Kebahasaan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
- a. Kategori : 10 Butir
 b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 10 = 50$
 c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
 d. Jarak kelas interval : $(50-10)/5 = 8$

2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 10 \times 2 = 100$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 2 = 20$
 - d. Jarak kelas interval : $(100-20)/5 = 16$

3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 13
Klasifikasi Kategori Aspek Kebahasaan

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
43 s/d 50	85 s/d 100	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
35 s/d 42	69 s/d 84	>3,4 s/d 4,2	Baik
27 s/d 34	53 s/d 68	>2,6 s/d 3,4	Cukup
19 s/d 26	37 s/d 52	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	20 s/d 36	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 71$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 35,5$ kategori baik (B)

- b. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,55$ kategori baik (B)

- c. Persentase $\frac{71}{100} \times 100\% = 71\%$

LAMPIRAN 2.1e Analisis Penilaian Kualitas Produk Komponen Kelayakan Isi

**Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar
Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas
XII**

oleh Ahli Materi dan Guru SMA/MA

A. Penilaian Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 = 50$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
 - d. Jarak kelas interval : $(100-20)/5 = 16$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 10 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 \times 5 = 250$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 5 = 50$
 - d. Jarak kelas interval : $(250-50)/5 = 40$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal): 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 14
Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Materi

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
42,1 s/d 50	211 s/d 250	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
34,1 s/d 42	171 s/d 210	>3,4 s/d 4,2	Baik
26,1 s/d 34	131 s/d 170	>2,6 s/d 3,4	Cukup
18,1 s/d 26	91 s/d 130	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	50 s/d 90	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 40 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 2 = 46 kategori baik (SB)
 - ✓ Penilai 3 = 46 kategori baik (SB)
 - ✓ Penilai 4 = 44 kategori sangat baik (SB)

- ✓ Penilai 5 = 37 kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
 - ✓ $X = 213$ kategori Sangat baik (SB)
 - ✓ $\bar{X} = 42,6$ kategori baik (SB)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,21$ kategori sangat baik (SB)
- d. Persentase $\frac{213}{250} \times 100\% = 84,27\%$

LAMPIRAN 2.1f Analisis Penilaian Kualitas Produk Komponen Penyajian
Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar
Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII
Oleh : Ahli Media dan Guru SMA/MA

A. Penilaian Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - a. Kategori : 15 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 15 = 125$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 15 = 15$
 - d. Jarak kelas interval : $(125 - 15)/5 = 20$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - a. Kategori : 25 Butir
 - b. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 15 \times 5 = 375$
 - c. Nilai minimum : $1 \times 15 \times 5 = 75$
 - d. Jarak kelas interval : $(375 - 75)/5 = 60$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - a. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - b. Nilai minimum : 1
 - c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 14
Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Media

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
64 s/d 75	316 s/d 375	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
52 s/d 63	256 s/d 315	>3,4 s/d 4,2	Baik
40 s/d 51	196 s/d 255	>2,6 s/d 3,4	Cukup
28 s/d 39	136 s/d 315	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
15 s/d 27	75 s/d 35	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 64 kategori sangat baik (SB)
 - ✓ Penilai 2 = 66 kategori sangat baik (SB)
 - ✓ Penilai 3 = 66 kategori sangat baik (SB)
 - ✓ Penilai 4 = 60 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 5 = 55 kategori baik (B)

- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
- ✓ $X = 311$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 62,2$ kategori baik (B)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
- ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 4,10$ kategori baik (B)
- d. Persentase $\frac{311}{375} \times 100\% = 81,11\%$

**LAMPIRAN 2.1g Analisis Penilaian Kualitas Produk Komponen Integrasi-
Interkoneksi**

**Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar
Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII
Oleh: Ahli Integrasi-Interkoneksi dan Guru SMA/MA**

A. Penilaian Secara Keseluruhan

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)
 - e. Kategori : 8 Butir
 - f. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 18 = 90$
 - g. Nilai minimum : $1 \times 18 = 18$
 - h. Jarak kelas interval : $(90 - 18)/5 = 14,4$
2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.
 - e. Kategori : 8 Butir
 - f. Nilai maksimum (ideal) : $5 \times 8 \times 4 = 160$
 - g. Nilai minimum : $1 \times 8 \times 4 = 32$
 - h. Jarak kelas interval : $(160 - 32)/5 = 25,6$
3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori
 - d. Nilai maksimum (ideal) : 5
 - e. Nilai minimum : 1
 - f. Jarak kelas interval : $(5 - 1)/5 = 0,8$

Tabel 15
Klasifikasi Kategori Penilaian Ahli Integrasi-Interkoneksi

Skor Per Ahli	Jumlah Seluruh Skor	Rata-rata skor	Klasifikasi
33,7 s/d 40,0	134,5 s/d 160	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
27,3 s/d 33,6	108,9 s/d 134,4	>3,4 s/d 4,2	Baik
20,9 s/d 27,2	83,3 s/d 108,9	>2,6 s/d 3,4	Cukup
14,5 s/d 20,8	57,7 s/d 83,2	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
8,0 s/d 14,4	32,0 s/d 57,6	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil analisis data:

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 33 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 2 = 32 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 3 = 31 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 4 = 29 kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.

- ✓ $X = 125$ kategori baik (b)
- ✓ $\bar{x} = 31,25$ kategori baik (B)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
 - ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,91$ kategori baik (B)
- d. Persentase $\frac{125}{160} \times 100\% = 78,13\%$

LAMPIRAN 2.1h Analisis Penilaian Kualitas Produk Komponen Kebahasaan

Penilaian Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA Kelas XII

Oleh: Ahli dan Guru SMA/MA

1. Klasifikasi berdasarkan jumlah jawaban per individu (penilai)

- a. Kategori : 10 Butir
- b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 = 50$
- c. Nilai minimum : $1 \times 10 = 10$
- d. Jarak kelas interval : $(50-10)/5 = 8$

2. Klasifikasi berdasarkan jumlah seluruh jawaban penilai.

- a. Kategori : 10 Butir
- b. Nilai maksimum (ideal): $5 \times 10 \times 10 = 500$
- c. Nilai minimum : $1 \times 10 \times 10 = 100$
- d. Jarak kelas interval : $(500 - 100)/5 = 80$

3. Klasifikasi berdasarkan jumlah rata-rata jawaban setiap kategori

- a. Nilai maksimum (ideal): 5
- b. Nilai minimum : 1
- c. Jarak kelas interval : $(5-1)/5 = 0,8$

Tabel 15
Klasifikasi Kategori Aspek Kebahasaan

Jumlah Skor		Rata-rata skor	Klasifikasi
Individu	Keseluruhan		
43 s/d 50	421 s/d 500	>4,2 s/d 5,0	Sangat Baik
35 s/d 42	341 s/d 420	>3,4 s/d 4,2	Baik
27 s/d 34	261 s/d 340	>2,6 s/d 3,4	Cukup
19 s/d 26	181 s/d 260	>1,8 s/d 2,6	Kurang Baik
10 s/d 18	100 s/d 180	>1,0 s/d 1,8	Sangat Tidak Baik

Hasil Analisis Data

- a. Kategori berdasarkan jumlah skor jawaban tiap ahli materi secara keseluruhan
 - ✓ Penilai 1 = 31 kategori cukup (C)
 - ✓ Penilai 2 = 37 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 3 = 38 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 4 = 43 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 5 = 42 kategori baik (B)

- ✓ Penilai 6 = 39 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 7 = 39 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 8 = 34 kategori cukup (C)
 - ✓ Penilai 9 = 35 kategori baik (B)
 - ✓ Penilai 10 = 36 kategori baik (B)
- b. Kategori berdasarkan jumlah skor dan rata-rata skor semua ahli.
- ✓ $X = 374$ kategori baik (B)
 - ✓ $\bar{X} = 37,4$ kategori baik (B)
- c. Kategori berdasarkan rata-rata skor
- ✓ $\bar{x}_{\text{skor jawaban}} = 3,74$ kategori baik (B)
- d. Persentase $\frac{374}{500} \times 100\% = 74,80\%$

LAMPIRAN 2.2a Analisis Hasil Respon siswa uji lapangan skala kecil

Respon Terhadap Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA

Kelas XII

Pada Uji Lapangan Skala Kecil

A. Kriteria Kualitas

Data hasil respon siswa yang sudah diubah menjadi nilai kuantitatif, diubah menjadi nilai kualitatif dengan kriteria penilaian ideal dengan ketentuan sebagai berikut:

Klasifikasi Kategori Respon siswa

Jumlah Skor /Responden	Klasifikasi sikap
$(\mu + 1,0 \sigma) \leq \bar{X}$	Tinggi
$(\mu - 1,0 \sigma) \leq \bar{X} < (\mu + 1,0 \sigma)$	Sedang
$\bar{X} < (\mu - 1,0 \sigma)$	Rendah

Keterangan:

\bar{X} = Skor rata-rata

μ = Rata-rata Ideal

= $\frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

σ = Simpangan Baku

= $1/6$ (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)

Skor maksimal ideal = \sum butir x skor tertinggi

Skor minimal ideal = \sum butir x skor terendah

B. Penghitungan data respon siswa uji lapangan skala kecil secara keseluruhan

1. Jumlah butir : 22
2. Skor maksimal ideal : $22 \times 4 = 88$
3. Skor minimal ideal : $22 \times 1 = 22$
4. Rata-rata ideal(μ) : $1/2 (88 + 22) = 55$
5. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (88 - 22) = 11$

6. Menentukan rentang nilai respon siswa terhadap modul fisika

a. Kategori tinggi

$$(\mu + 1,0 \sigma) \leq \bar{X}$$

$$(55 - 1,0(11)) \leq \bar{X}$$

$$(55 - 11) \leq \bar{X}$$

$$66 \leq \bar{X}$$

b. Kategori sedang

$$(\mu - 1,0 \sigma) \leq \bar{X} < (\mu + 1,0 \sigma)$$

$$(55 - 1,0(11)) \leq \bar{X} < (55 + 1,0(11))$$

$$44 \leq \bar{X} < 66$$

c. Kategori rendah

$$\bar{X} < (\mu - 1,0 \sigma)$$

$$\bar{X} < (55 - 1,0(11))$$

$$\bar{X} < 44$$

7. Tabel kriteria respon siswa

Kategori Respon Siswa Terhadap Modul Fisika

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$66 \leq \bar{X}$	Tinggi
$44 \leq \bar{X} < 66$	Sedang
$\bar{X} < 44$	Rendah

8. Respon siswa terhadap modul fisika

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor}}{\sum \text{Responden}} = \frac{608}{8} = 76 \text{ kategori tinggi}$$

9. Persentase respon siswa dari skor ideal

$$\begin{aligned} \text{Persentase}(P) &= \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{76}{88} \times 100\% = 86,36\% \end{aligned}$$

C. Penghitungan respon siswa setiap aspek

1. Aspek Perhatian(*attention*)

a. Jumlah kriteria : 6

b. Skor maksimal ideal : $6 \times 4 = 24$

- c. Skor minimal ideal : $6 \times 1 = 6$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (24 + 6) = 15$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (24 - 6) = 3$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian(*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$18 \leq \bar{X}$	Tinggi
$12 \leq \bar{X} < 18$	Sedang
$\bar{X} < 12$	Rendah

- g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{8} \\ &= \frac{166}{8} = 20,75\end{aligned}$$

Kategori tinggi atau berada pada rentang interval $18 \leq \bar{X}$

- h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\text{Persentase}(P) &= \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{20,75}{24} \times 100\% = 86,46\%\end{aligned}$$

2. Aspek Keterkaitan(*Relevance*)

- a. Jumlah kriteria : 6
- b. Skor maksimal ideal : $6 \times 4 = 24$
- c. Skor minimal ideal : $6 \times 1 = 6$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (24 + 6) = 15$
- e. Simpangan baku(σ) : $1/6 (24 - 6) = 3$

f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian(*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$18 \leq \bar{X}$	Tinggi
$12 \leq \bar{X} < 18$	Sedang
$\bar{X} < 12$	Rendah

g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{8} \\ &= \frac{164}{8} = 20,5\end{aligned}$$

Kategori tinggi atau berada pada rentang interval $18 \leq \bar{X}$

h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\text{Persentase}(P) &= \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{20,5}{24} \times 100\% = 85,42\%\end{aligned}$$

3. Aspek Keyakinan(*Confidence*)

- a. Jumlah kriteria : 4
- b. Skor maksimal ideal : $4 \times 4 = 16$
- c. Skor minimal ideal : $4 \times 1 = 4$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (16 + 4) = 10$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (16 - 4) = 2$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian (*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$12 \leq \bar{X}$	Tinggi
$8 \leq \bar{X} < 12$	Sedang
$\bar{X} < 8$	Rendah

g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{8}$$

$$= \frac{113}{8} = 14,13 \text{ kategori tinggi atau berada pada rentang interval } 12 \leq \bar{X}$$

h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\text{Persentase}(P) = \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

$$= \frac{14,13}{16} \times 100\% = 88,28\%$$

4. Aspek Kepuasan(*Statification*)

- a. Jumlah kriteria : 6
- b. Skor maksimal ideal : $6 \times 4 = 24$
- c. Skor minimal ideal : $6 \times 1 = 6$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (24 + 6) = 15$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (24 - 6) = 3$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian(*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$18 \leq \bar{X}$	Tinggi
$12 \leq \bar{X} < 18$	Sedang
$\bar{X} < 12$	Rendah

g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{8}$$

$$= \frac{165}{8} = 20,63 \text{ Kategori tinggi atau berada pada rentang interval } 18 \leq \bar{X}$$

h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\text{Persentase}(P) = \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

$$= \frac{20,63}{24} \times 100\% = 85,94\%$$

LAMPIRAN 2.2b Analisis Hasil Respon siswa uji lapangan skala luas

Respon Terhadap Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri Dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein Untuk SMA/MA

Kelas XII

Pada Uji Lapangan Skala Luas

A. Kriteria Kualitas

Data hasil respon siswa yang sudah diubah menjadi nilai kuantitatif, diubah menjadi nilai kualitatif dengan kriteria penilaian ideal dengan ketentuan sebagai berikut:

Klasifikasi Kategori Respon siswa

Jumlah Skor /Responden	Klasifikasi sikap
$(\mu + 1,0 \sigma) \leq \bar{X}$	Tinggi
$(\mu - 1,0 \sigma) \leq \bar{X} < (\mu + 1,0 \sigma)$	Sedang
$\bar{X} < (\mu - 1,0 \sigma)$	Rendah

Keterangan:

\bar{X} = Skor rata-rata

μ = Rata-rata ideal

= $\frac{1}{2}$ (skor maksimal ideal + skor minimal ideal)

σ = Simpangan Baku

= $1/6$ (skor maksimal ideal – skor minimal ideal)

Skor maksimal ideal = \sum butir x skor tertinggi

Skor minimal ideal = \sum butir x skor terendah

a. Penghitungan data respon siswa uji lapangan skala kecil secara keseluruhan

1. Jumlah butir : 22
2. Skor maksimal ideal : $22 \times 4 = 88$
3. Skor minimal ideal : $22 \times 1 = 22$
4. Rata-rata ideal(μ) : $1/2 (88 + 22) = 55$
5. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (88 - 22) = 11$

6. Menentukan rentang nilai respon siswa terhadap modul fisika

- a. Kategori tinggi

$$(\mu + 1,0 \sigma) \leq \bar{X}$$

$$(55 - 1,0(11)) \leq \bar{X}$$

$$(55 - 11) \leq \bar{X}$$

$$66 \leq \bar{X}$$

b. Kategori sedang

$$(\mu - 1,0 \sigma) \leq \bar{X} < (\mu + 1,0 \sigma)$$

$$(55 - 1,0(11)) \leq \bar{X} < (55 + 1,0(11))$$

$$44 \leq \bar{X} < 66$$

c. Kategori rendah

$$\bar{X} < (\mu - 1,0 \sigma)$$

$$\bar{X} < (55 - 1,0(11))$$

$$\bar{X} < 44$$

7. Tabel Kriteria Respon siswa

Kategori Respon siswa Terhadap Modul Fisika

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$66 \leq \bar{X}$	Tinggi
$44 \leq \bar{X} < 66$	Sedang
$\bar{X} < 44$	Rendah

8. Respon siswa terhadap modul fisika

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor}}{\sum \text{Responden}} = \frac{4734}{63} = 75,14 \text{ kategori tinggi}$$

9. Persentase respon siswa dari skor ideal

$$\begin{aligned} \text{Persentase}(P) &= \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{75,14}{88} \times 100\% = 85,42\% \end{aligned}$$

b. Penghitungan respon siswa setiap aspek

1. Aspek Perhatian(*attention*)

a. Jumlah kriteria : 6

b. Skor maksimal ideal : $6 \times 4 = 24$

- c. Skor minimal ideal : $6 \times 1 = 6$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (24 + 6) = 15$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (24 - 6) = 3$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian (*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$18 \leq \bar{X}$	Tinggi
$12 \leq \bar{X} < 18$	Sedang
$\bar{X} < 12$	Rendah

- g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{63}$$

$$= \frac{1306}{63} = 20,73 \text{ Kategori tinggi atau berada pada rentang interval } 18 \leq \bar{X}$$

- h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\text{Persentase}(P) = \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

$$= \frac{20,73}{24} \times 100\% = 86,38\%$$

2. AspekKeterkaitan(Relevance)

- a. Jumlah kriteria : 6
- b. Skor maksimal ideal : $6 \times 4 = 24$
- c. Skor minimal ideal : $6 \times 1 = 6$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (24 + 6) = 15$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (24 - 6) = 3$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian (*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$18 \leq \bar{X}$	Tinggi
$12 \leq \bar{X} < 18$	Sedang
$\bar{X} < 12$	Rendah

g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{63} = \frac{1308}{63} = 20,76, \text{ kategori tinggi atau berada pada rentang interval } 18 \leq \bar{X}$$

h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\text{Persentase}(P) &= \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{20,76}{24} \times 100\% = 86,51\%\end{aligned}$$

3. Aspek Keyakinan (*Confidence*)

- a. Jumlah kriteria : 4
- b. Skor maksimal ideal : $4 \times 4 = 16$
- c. Skor minimal ideal : $4 \times 1 = 4$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (16 + 4) = 10$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (16 - 4) = 2$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian (*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$12 \leq \bar{X}$	Tinggi
$8 \leq \bar{X} < 12$	Sedang
$\bar{X} < 8$	Rendah

g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{63} \\ &= \frac{864}{63} = 13,71 \text{ Kategori tinggi atau berada pada rentang interval } 12 \leq \bar{X}\end{aligned}$$

h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\begin{aligned}\text{Persentase}(P) &= \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{13,71}{16} \times 100\% = 85,71\%\end{aligned}$$

4. Aspek Kepuasan (*Statification*)

- a. Jumlah kriteria : 6
- b. Skor maksimal ideal : $6 \times 4 = 24$
- c. Skor minimal ideal : $6 \times 1 = 6$
- d. Skor rata-rata ideal(μ) : $1/2 (24 + 6) = 15$
- e. Simpangan Baku(σ) : $1/6 (24 - 6) = 3$
- f. Tabel kriteria pengkategorian respon siswa aspek perhatian (*attention*)

Rata-rata jumlah skor	Klasifikasi sikap
$18 \leq \bar{X}$	Tinggi
$12 \leq \bar{X} < 18$	Sedang
$\bar{X} < 12$	Rendah

- g. Respon siswa pada aspek perhatian

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{skor aspek perhatian}}{63} = \frac{1256}{63} = 19,94, \text{ Kategori tinggi atau berada pada rentang interval } 18 \leq \bar{X}$$

- h. Persentase respon siswa pada aspek perhatian

$$\text{Persentase}(P) = \frac{\text{skor rata-rata}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

$$= \frac{19,94}{24} \times 100\% = \mathbf{83,07\%}$$

LAMPIRAN 3

**SURAT-SURAT DAN INSTRUMEN
PENELITIAN**

Lampiran 3.1a Validasi Istrum

Surat Validasi Instrumen

Produk Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mulin Nurman . M.Pd

NIP : 19800417 200912 100 2

Instansi :

Menyatakan bahwa saya sebagai validator telah memvalidasi Instrumen Penilaian Produk “*Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA*” untuk keperluan skripsi yang yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan instrumen penelitian produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 10.07.2014...

Validator,
Mulin Nurman, M.Pd

NIP. 19800417 200912 100 2

Surat Validasi Instrumen**Produk Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai
Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :

NIP :

Instansi :

Menyatakan bahwa saya sebagai validator telah memvalidasi Instrumen Penilaian Produk “*Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA*” untuk keperluan skripsi yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

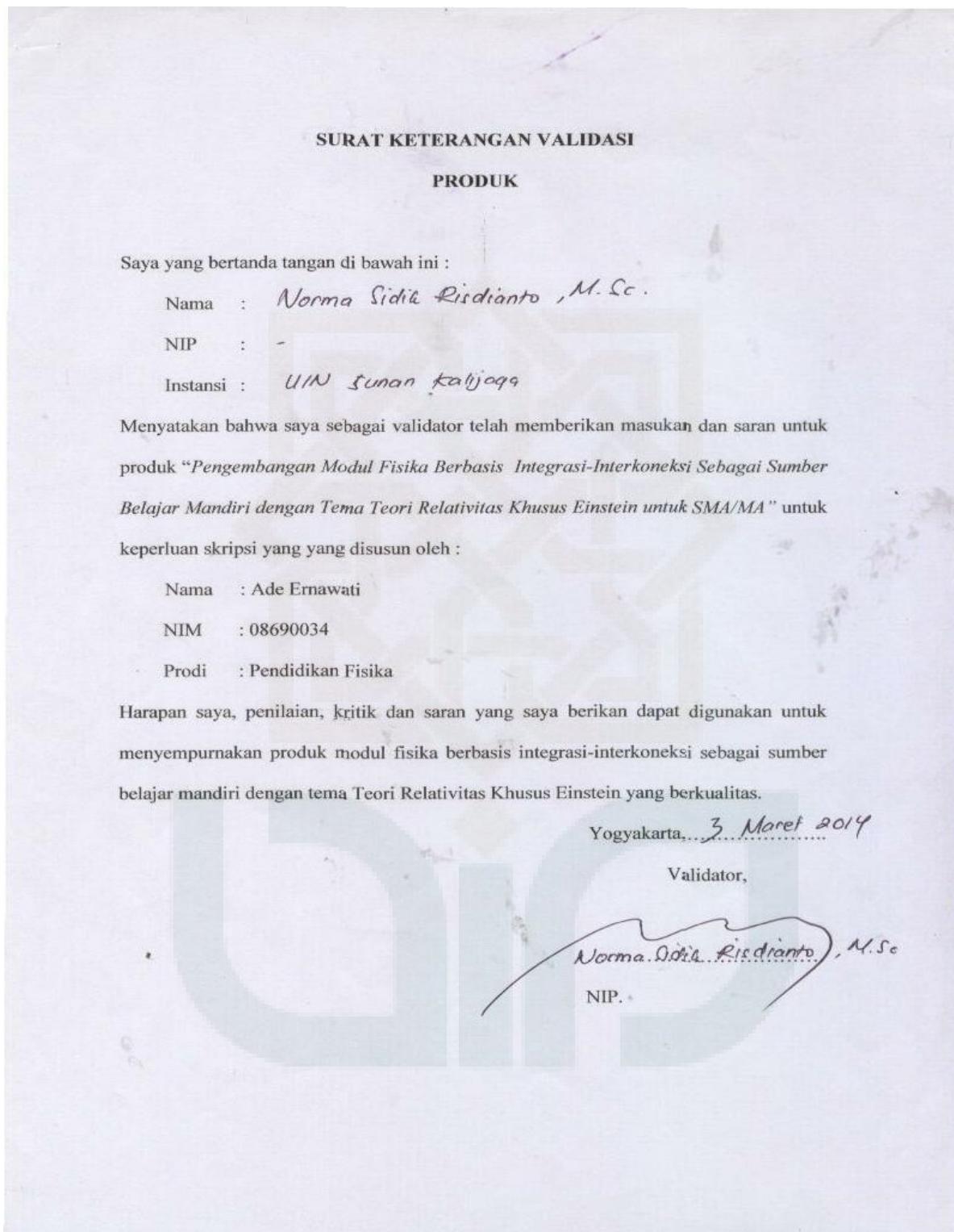
Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan instrumen penelitian produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 23-01-2014

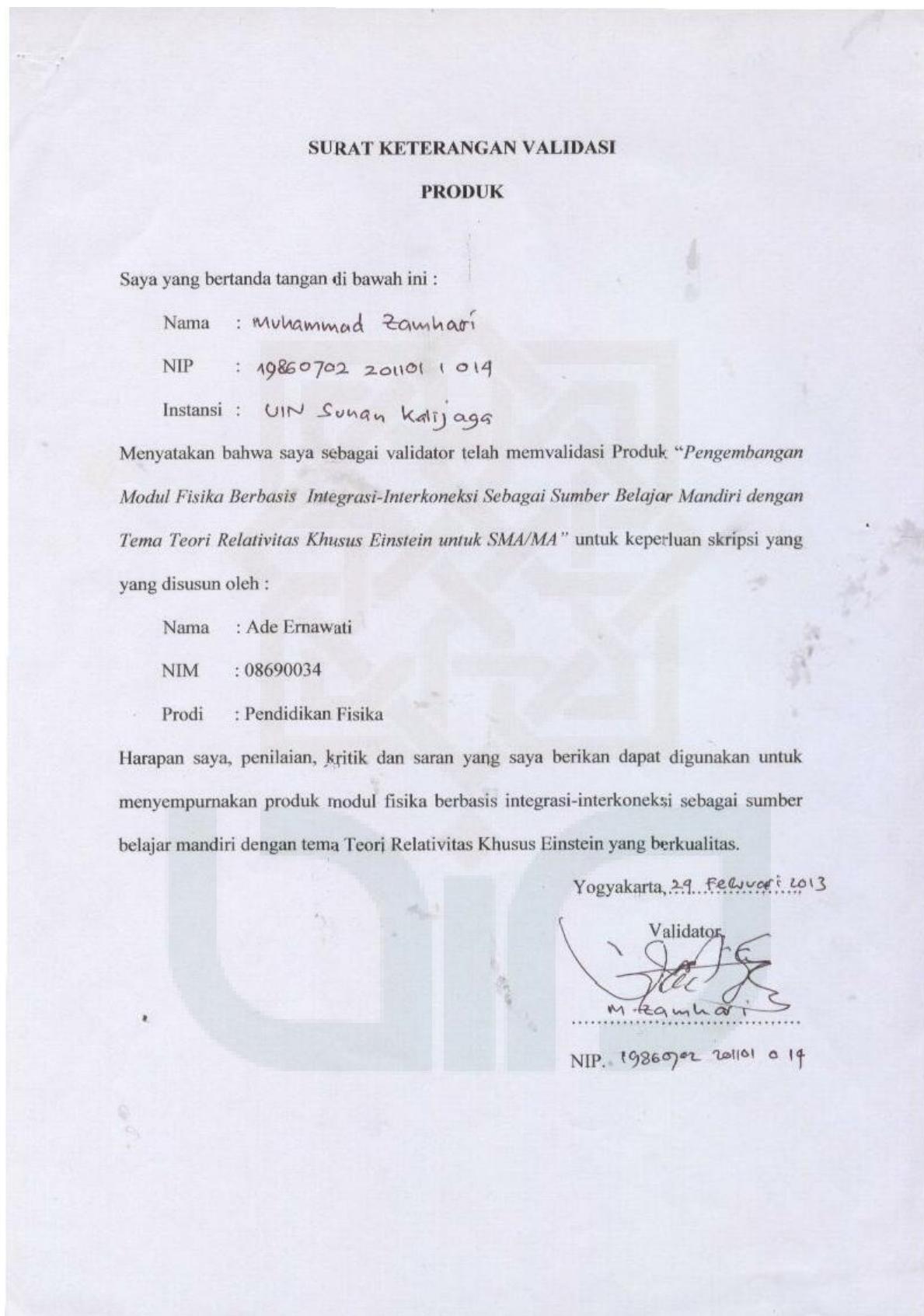
Validator,



.....
NIP.

Lampiran3.1b Validasi Ahli Materi

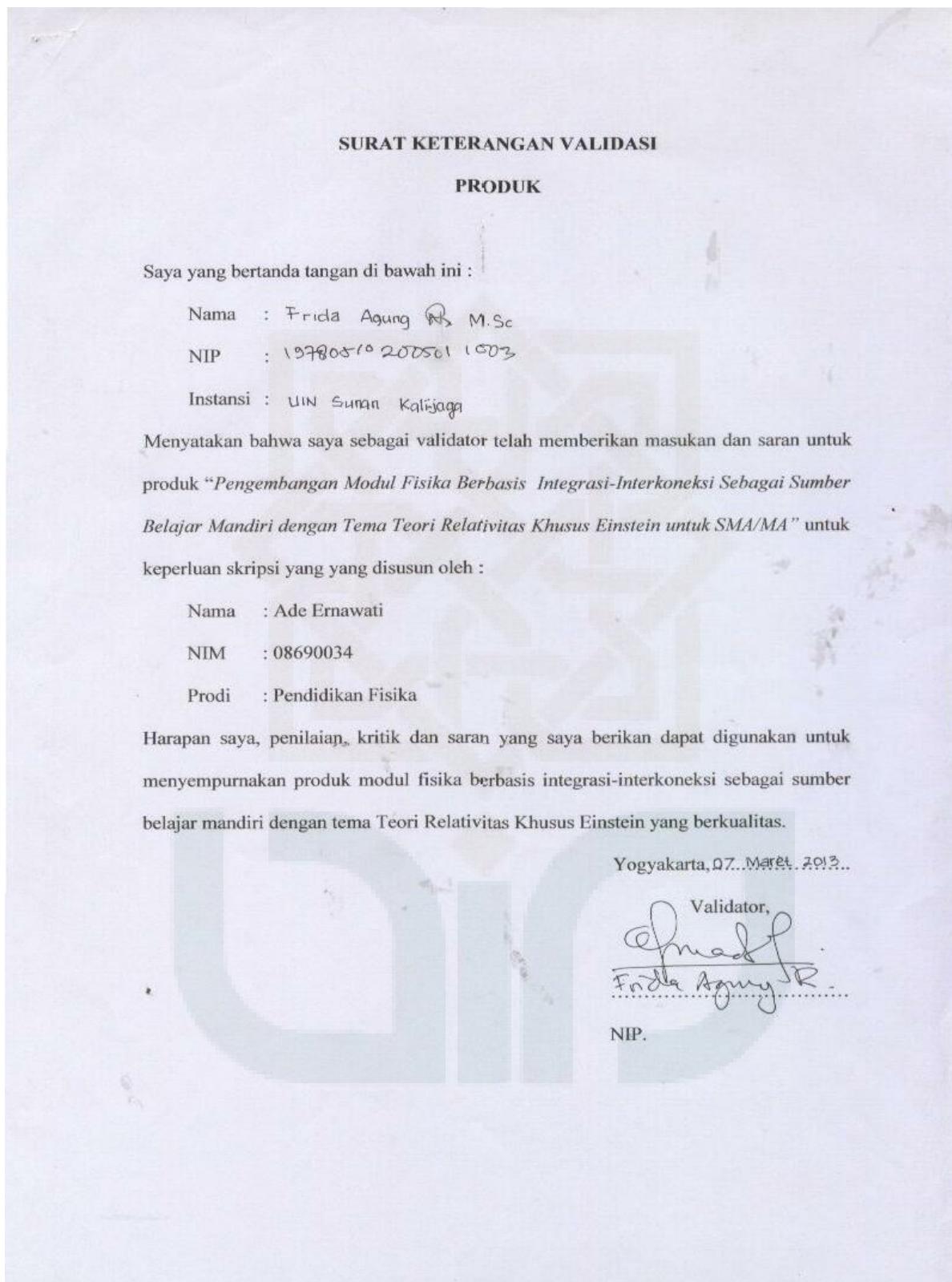
LEMBAR MASUKAN DAN SARAN

Lampiran 3.1c Validasi Ahli Media

LEMBAR MASUKAN DAN SARAN

Sub Materi/ Halaman	Masukan dan Saran
Cover Page	Gambar pecah, coba gunakan / cari gambar dg resolusi 18k besar, kotak VIN msh terlihat jelas
Cover dalam	Einstein spezial theory of Relativity → knip talk sama dg judul Ivan? teda jg yg misal bawah Einstein's special ...
page v	Tulisan "Petunjuk Penggunaan untuk" terpotong. Gunakan tanda Bacate dg Baiki.
....	Besar kecilnya ukuran diperhatikan
page VIII, page 5 & II	Cek tata tulis
page 4	Gambar bulan, matahari talk simetris
page 7	detik / sekon, sptnya detik morphin transliterasinya
page 8	posisi panah dlu tegak ditengah.
....	Perbaiki tata tulis
....	Coba remove space before/ after.

- Uluhan twuff diperbaiki
- Tulisan Arab standar yg traditional Arabic
- Cek transliterasi yg baik % ruku.
- Page 15 → Berbeda ↗, Indentation di m kotak berbeda, ada tulisan di m kotak yg dibagian bawah
- Font diperbaiki
- Bagaimana kalo di m kotak tanpa indentation
- Page 17 → Ialah thk dpt siletatkan & awal.
- Page 18
- page 21 → Kotak tetapi lalu kecil. Atau sebaliknya tanpa kotak
- Page 23 → Formul, diperbaiki
- SWT → tapi SWT
- Page 27 → Cek transliterasinya. ~~Saa~~ Arti yg sebenarnya berbeda yg ditulis
- Page 31 → Tulisan disebut apakah Shurasaya & atas. Perhatikan jumlah fitih fitih!
- ~~Page~~ Page 32 - 33 uluhan tulisan di m kotak berbeda.
- Tada Raya cek.
- Page 36 m = ... digunakan di m satu baris
- Page 37 dan Senja → Cek tata tulis
- Jumlah fitih di tangah 3, di belakang 4

Lampiran 3.1d Validasi Ahli Integrasi-Interkoneksi

halaman 4. tentang adat atau kebiasaan sebaiknya diganti

halaman 14. huruf hamzah pada kata لَكِ

halaman 23. perpotongan ayat pada QS Al-ashr ayat 2-3

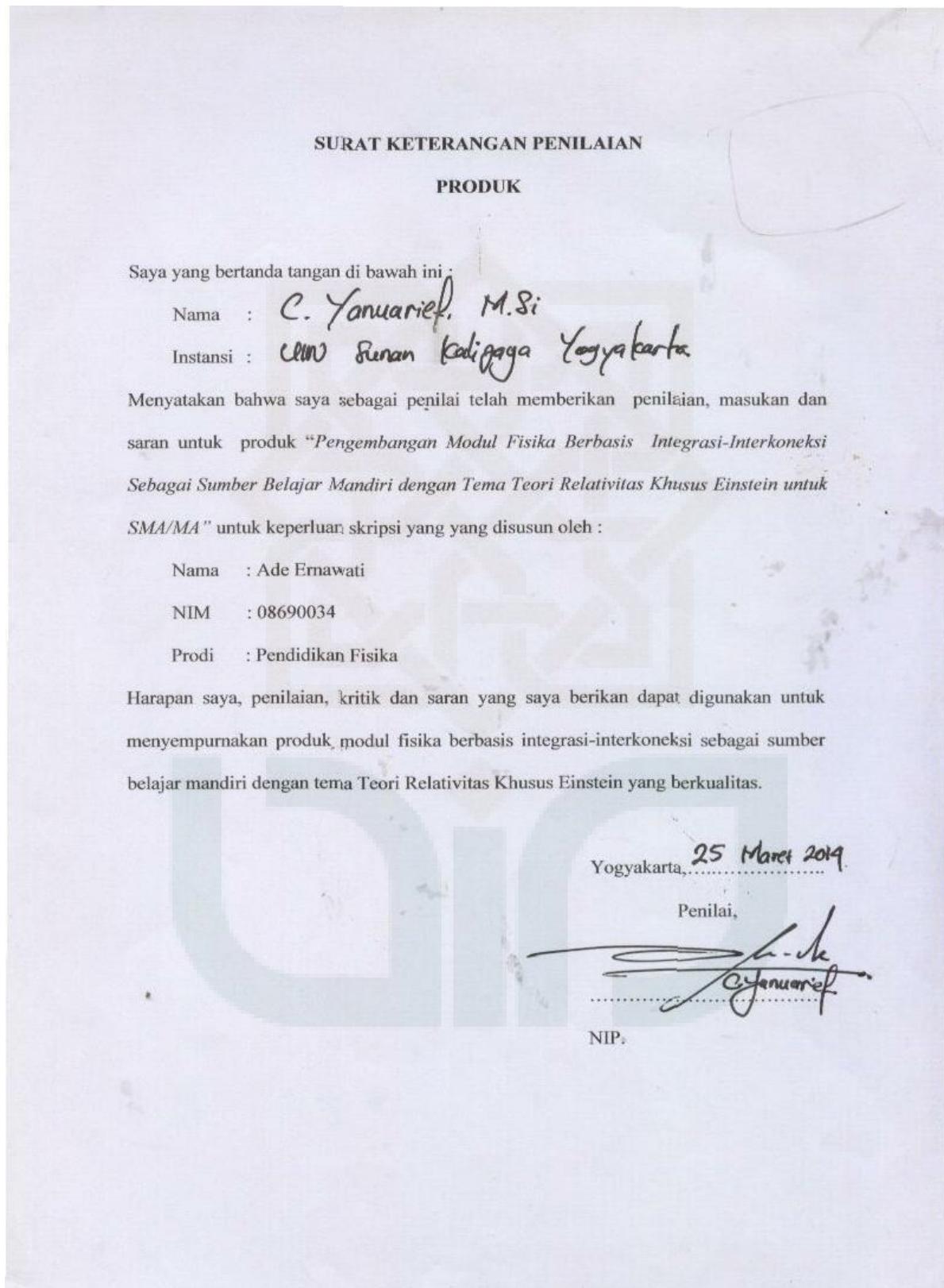
halaman 24. Spasi jarak kiri dan kanan

halaman 28. QS al-kahfi dicantumkan dari ayat berapa sampai berapa

Halaman 29. Kisah ashabul kahfi, keterangan
di konsistenkan, 300 tahun dan 309 tahun

Halaman 35. Jangan mengarahkan ke hal-hal yang negatif
akan tetapi kehal yang positif, seperti penggunaan nuklir untuk pembangkit listrik.

→ QS. Al-Baqarah ayat : 159 dapat dimasukan

LAMPIRAN 3.2 Surat Keterangan Penilaian Produk**Lampiran 3.2a Ahli Materi**

LEMBAR PENILAIAN UNTUK AHLI MATERI
MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA

Nama Penilai :
 C. Yanuref M.Si.
 Bidang Keahlian :
 Fisika Teori dan Komputasi

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
 2. Berilah tanda centang () pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:
- | | |
|---|-----------------|
| 5 | = Sangat Baik |
| 4 | = Baik |
| 3 | = Cukup |
| 2 | = Kurang |
| 1 | = Sangat Kurang |
3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
 4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

KRITERIA DAN INDIKATOR PENILAIAN UNTUK AHLI MATERI
MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMAMA

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

A. Dimensi Sikap Spiritual

1. Peningkatan Keimanan.
2. Kesadaran Akan Keberadaan Tuhan.

B. Dimensi Sikap Sosial

1. Prilaku Sikap Ilmiah.

C. Dimensi Pengetahuan

1. Cakupan Materi.
 - a. Keluasan materi.
 - b. Kedalaman materi.
2. Akurasi Materi.
 - a. Akurasi fakta.
 - b. Akurasi konsep.
 - c. Kebenaran prinsip/hukum
3. Kontekstual
 - a. Kesesuaian dengan perkembangan Ilmu.
 - b. Kemampuan menyajikan contoh kongkret (*real life*) dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional.

- II. KOMPONEN BAHASA(Keterbacaan)**
- A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa**
1. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.
 2. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.
- B. Komunikatif**
1. Keterpahaman siswa terhadap pesan.
 2. Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.
- C. Dialogis dan Interaktif**
1. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.
 2. Dorongan berpikir kritis pada siswa
- D. Lugas**
1. Ketepatan struktur kalimat.
 2. Kebakuan istilah.
- E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar**
1. Ketepatan tata bahasa.
 2. Ketepatan ejaan.

KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN UNTUK AHLI MATERI
MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SISWA SMA/MA

No.	Butir	Nomor Item	Jumlah Kriteria Penilaian
Komponen Kelayakan Isi			
A.	Dimensi aspek spiritual	1, 2	2
B.	Dimensi aspek sosial	3	1
C.	Dimensi pengetahuan		
1.	Cakupan materi	4, 5	2
2.	Akurasi materi	6, 7, 8	3
3.	Kontekstual	9, 10	2
Komponen Kebahasaan			
A.	Sesuai dengan Perkembangan Siswa	11, 12	2
B.	Komunikatif	13, 14	2
C.	Dialogis dan Interaktif	15, 16	2
D.	Lugas	17, 18	2
E.	Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar	19, 20	2
Jumlah			20

**LEMBAR PENILAIAN KUALITAS MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR
MANDIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SISWA SMA/MA**

NO	BUTIR PENILAIAN	SKOR					
		5	4	3	2	1	
I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI							
A. Dimensi sikap spiritual							
1.	Peningkatan keimanan.	✓					
	Menyajikan Uraian Materi dan Kegiatan yang dapat mendukung peningkatan keimanan siswa terhadap Tuhan YME melalui pengenalan terhadap keagungan ciptaan-Nya.						
2.	Kesadaran akan kebesaran Tuhan	✓					
	Menyajikan uraian materi dan kegiatan yang dapat mendukung pengembangan peningkatan kesadaran akan kebesaran Tuhan YME mengenai pengenalan hukum-hukum alam ciptaan-Nya.						
B. Dimensi sikap sosial							
3.	Prilaku sikap ilmiah.	✓					
	Menyajikan uraian materi dan kegiatan yang dapat mendukung pengembangan prilaku sifat ilmiah seperti, rasa ingin tahu, objektif, iujur, teliti, cermat, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, inovatif dan peduli lingkungan.						
C. Pengetahuan							
C1.	Cakupan materi						
4.	Keluhanan materi	✓					
	Materi yang disajikan minimal mencerminkan jabatan substansi materi yang terkandung dalam Kompetensi Dasar(KD) dan						

kompetensi inti dimensi pengetahuan (KI 3), namun penambahan materi tidak terlalu luas dan tidak mengambang.	
5. Kedalaman materi	✓
Materi yang disajikan, mulai dari pengenalan konsep sampai dengan interaksi antar konsep sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) dalam kompetensi inti (KI 3).	
C2. Akurasi materi	
6. Akurasi (kebenaran) fakta	✓
Fakta yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.	
7. Akurasi (kebenaran) konsep	✓
Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku dalam ilmu fisika	
8. Kebenaran prinsip/hukum	✓
Prinsip/hukum yang disajikan sesuai dengan yang berlaku dalam ilmu fisika.	
C3. Kontekstual	
9. Kesesuaian dengan perkembangan ilmu	✓
Uraian materi yang disajikan <i>up to date</i> , yaitu sesuai dengan perkembangan keilmuan terkini	
10. Kemampuan menyajikan contoh kongkret dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional.	✓
Uraian materi, contoh, aplikasi konsep, atau latihan yang disajikan menarik, relevan, menarik, valid dan mencerminkan peristiwa pengalaman sehari-hari, kondisi atau kejadian termasa (<i>up to date</i>).	
II. KOMPONEN KEBAHASAAN	
A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa	
11. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.	✓

Bahasa yang digunakan, baik untuk menjelaskan konsep maupun ilustrasi aplikasi konsep, menggambarkan contoh konkret (yang dapat dijumpai siswa) sampai dengan contoh abstrak (yang dapat dibayangkan siswa).

12. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.

Bahasa yang digunakan sesuai dengan kematangan emosi siswa dengan ilustrasi yang menggambarkan konsep-konsep dari lingkungan terdekat sampai dengan lingkungan global(Internasional).

B. Komunikatif

13. Keterpahaman siswa terhadap pesan.

Pesan (materi yang ingin disampaikan) dalam modul disajikan dengan bahasa yang menarik, lazim dalam komunikasi tulis bahasa Indonesia, dan mudah difahami.

14. Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.

Ilustrasi yang digunakan relevan dengan pesan materi yang akan disampaikan, membantu pemahaman siswa, dan tidak menimbulkan salah tafsir.

C. Dialogis dan Interaktif

15. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.

Bahasa yang digunakan menumbuhkan rasa senang ketika peserta didik membacanya (modul) dan mendorong mereka untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas.

16. Dorongan berpikir kritis pada siswa.

Bahasa yang digunakan mampu merangsang siswa untuk mempertanyakan dan mencari jawaban wacana dalam buku teks.

D. Lugas

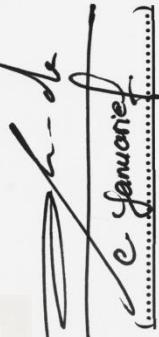
17. Ketepatan struktur kalimat.

Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan materi yang akan disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam

bahasa Indonesia.	
18.	Kebakuan istilah. Kebakuan istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan atau istilah teknis ilmu pengetahuan yang disepakati.
19.	Ketepatan tata bahasa. Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan mengacu pada kaidah tata bahasa Indonesia yang baik dan benar
E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar	
20.	Ketepatan ejaan. Ejaan yang digunakan mengacu pada pedoman Ejaan Yang disempurnakan

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA

NO	SARAN/KRITIK
1.	banyak penulisan simbol, istilah, dsb
2.	Perbaiki lambang tentang pendekatan konsep.
3.	Perbaiki penulisan soalan dan simbol kalimat
4.	Perbaiki Layout

Yogyakarta,
 Penilai,

 (.....)
 NIP.

SURAT KETERANGAN PENILAIAN**PRODUK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tatik Juwariyah, M.Sc

Instansi : UIN Sunan Kalijaga

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA" untuk keperluan skripsi yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 8 April 2014

Penilai,

Tatik Juwariyah, M.Sc.

NIP.

LEMBAR PENILAIAN UNTUK AHLI MATERI

**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHASUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

Nama Penilai : Tatik Juwariyah, M.Sc

Bidang Keahlian : Fisika (komputasi)

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
2. Berilah tanda centang () pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:

5 = Sangat Baik

4 = Baik

3 = Cukup

2 = Kurang

1 = Sangat Kurang

3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA

NO	SARAN/KRITIK
1.	Pemilihan kata dan strukturnya agar pesan / konsep tersampaikan secara efektif.
2.	Kata "Allah" ditulis / diganti dengan "Allah SWT", diseluruh bagian buku.
3.	Cahaya , sinar dan gelombang elektromagnetik harus dibedakan tetapi penelitiannya (penerapan) pd contoh & di kehidupan sehari - hari .

Sarana konsep , modul ini valid , hanya membutuhkan sedikit revisi terkait pemilihan kata - kata.

Yogyakarta, 8 April 2014
Penilai,


 Tafie Juwariyah, M.Si
 NIP.

SURAT KETERANGAN PENILAIAN**PRODUK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Atsnaita Yosrina, M.Sc

Instansi : Prodi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijogo Yogyakarta.

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA" untuk keperluan skripsi yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 07 April 2014

Penilai,

Atsnaita Yosrina, M.Sc

NIP. 19861028 0000002301

LEMBAR PENILAIAN UNTUK AHLI MATERI

**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHASUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

Nama Penilai : Atsmaita Tosnina, M.Sc

Bidang Keahlian : Fisika Teoritik

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
 2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:
- | | |
|---|-----------------|
| 5 | = Sangat Baik |
| 4 | = Baik |
| 3 | = Cukup |
| 2 | = Kurang |
| 1 | = Sangat Kurang |
3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
 4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA

NO	SARAN/KRITIK
1.	Penjelasan materi lebih dipendalam
2.	Lebih dituliskan alur berpikir atau keterkaitan antar konsep
3.	Pertanyaan beberapa konsep yang kurang tepat dan salah tolis
4.	Tinjau kembali dan perbaiki contoh soal dan soal agar lebih fresh
5.	Lebih diringkatkan penelahan dalam mengelik agar mempermudah
6.	Kalimat dibuat lebih efektif
7.	Contoh penerapan yang diuraikan kurang bervariasi, sehingga kurang memberi motivasi.

Yogyakarta, 07 April 2014
Penilaai,

Arsnita Yastha, M.Sc
NIP. 1986 / 028 00000 2301

Lampiran 3.2a Ahli Media

SURAT KETERANGAN PENILAIAN

PRODUK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Aries Munaundar, M.Pd

Instansi : Program studi IPA UST Yogyakarta

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA" untuk keperluan skripsi yang disusun oleh :

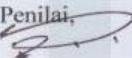
Nama : Ade Errawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta,.....

Penilai,


Dr. Aries Munaundar, M.Pd

NIP. 4910288

SURAT KETERANGAN PENILAIAN**PRODUK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fitria Yuniarh, M.Pd

Instansi : UIN Yogyakarta

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA" untuk keperluan skripsi yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 25 Maret 2014

Penilai,

Fitria Yuniarh, M.Pd

NIP. 19860611 000011 1301

SURAT KETERANGAN PENILAIAN**PRODUK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sulistiawati, M.Si

Instansi : Fak. Saintek uin suria YK

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA" untuk keperluan skripsi yang yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 28-03-2014

Penilai,
Sulistiawati, M.Si
NIP. 1983082009012014

LEMBAR PENILAIAN UNTUK AHLI MEDIA

**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

Nama Penilai : B. Gulus Sulawesi, N. Si

Bidang Keahlian :
.....

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
 2. Berilah tanda centang () pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:
- | | |
|---|-----------------|
| 5 | = Sangat Baik |
| 4 | = Baik |
| 3 | = Cukup |
| 2 | = Kurang |
| 1 | = Sangat Kurang |
3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
 4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

KRITERIA DAN INDIKATOR PENILAIAN UNTUK AHLI MEDIA

MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA

I. KOMPONEN PENYAJIAN

A. Teknik Penyajian

1. Konsistensi sistematika sajian dalam bab.
2. Keruntutan konsep
3. Koherensi

B. Pendukung Penyajian Materi.

1. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi.
 2. *Advance organizer* (pembangkit motivasi belajar) pada awal bab.
 3. Contoh dan latihan soal.
 4. Rujukan/sumber acuan termassa (*up to date*) untuk teks, tabel, gambar dan lampiran
 5. Pengantar.
 6. Glosarium.
 7. Daftar pustaka.
 8. Rangkuman.
- C. Penyajian Pembelajaran.
1. Keterlibatan siswa.
 2. Berpusat pada siswa.
 3. Menciptakan komunikasi interaktif.

4. Kemampuan menciptakan umpan balik untuk evaluasi diri.

II. KOMPONEN KEBAHASAAN

A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa

1. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.
2. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.

B. Komunikatif

1. Keterpahaman siswa terhadap pesan.
2. Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.

C. Dialogis dan Interaktif

1. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.
2. Dorongan berpikir kritis pada siswa

D. Lugas

1. Ketepatan struktur kalimat.
2. Kebakuan istilah.

E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar

1. Ketepatan tata bahasa.
2. Ketepatan ejaan.

KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN UNTUK AHLI MEDIA

**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMAMA**

No.	Butir	Nomor Item	Jumlah Kriteria Penilaian Modul Fisika
Komponen Penyajian			
1.	Teknik Penyajian	1, 2, 3	3
2.	Pendukung Penyajian Materi	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	8
3.	Penyajian Pembelajaran	12, 13, 14, 15	3
Komponen Kebahasaan			
1.	Sesuai dengan Perkembangan Siswa	16, 17	2
2.	Kommunikatif	18, 19	2
3.	Dialogis dan Interaktif	20, 21	3
4.	Lugas	22, 23	2
5.	Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar	24, 25	2
Jumlah			25

**LEMBAR PENILAIAN KUALITAS MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR
MANDIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

NO	BUTIR PENILAIAN	SKOR					
		5	4	3	2	1	
I. KOMPONEN PENYAJIAN							
A. Teknik Penyajian							
1.	Konsistensi sistematika sajian dalam bab.	✓	'	'	'	'	
	Sistematika penyajian taat asas yaitu memiliki pendahuluan isi dan penutup.						
2.	Keruntutan konsep.	✓	'	'	'	'	
	Penyajian konsep dimulai dari yang mudah kesulitan, dari yang konkret ke abstrak dan dari yang sederhana ke kompleks, dari yang dikenal sampai yang belum dikenal.						
3.	Koherensi (keterkaitan).	✓	'	'	'	'	
	Penyajian materi memiliki hubungan yang logis, antar faktta, antar konsep dan antar teori.						
B. Pendukung Penyajian Materi							
4.	Ketepatan dan kesesuaian ilustrasi dengan materi.		✓	'	'	'	
	Ketepatan atau kesesuaian antara ilustrasi dengan materi.						
5.	Advance organizer (pembangkit motivasi belajar) pada awal bab.		✓	'	'	'	
	Uraian singkat pada awal bab yang mengemukakan isi bab dalam upaya membangkitkan motivasi belajar						

6.	Contoh, latihan soal dan kunci jawaban.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Disajikan contoh dan latihan soal yang dapat membantu menguatkan pemahaman dan melatih kemampuan memahami, menerapkan konsep/prinsip yang berkaitan dengan materi, soal dibuat berjerang mulai dari yang mudah ke sulit.						
7.	Rujukan/sumber acuan termassa (<i>up to date</i>) untuk teks, tabel, gambar dan lampiran.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Jika teks, tabel, gambar, dan lampiran yang diambil dari sumber lain(bukan Karya sendiri) disertai dengan rujukan/sumber acuan.						
8.	Pengantar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Pengantar pada awal buku (modul) berisi tujuan penulisan buku pelajaran fisika, sistematika buku, cara belajar yang harus diikuti serta hal-hal lain yang dianggap penting bagi siswa atau pemakai.						
9.	Glosarium.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut, dan ditulis alfabetis.						
10.	Daftar Pustaka.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Daftar buku yang digunakan sebagai bahan rujukan dalam penulisan buku tersebut yang diawali dengan namapengarang (yang disusun alfabetis), tahun terbit, judul buku, tempat dan nama penerbit.						
11.	Rangkuman.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Rangkuman merupakan konsep kunci bab yang bersangkutan dan dinyatakan dengan kalimat yang ringkas dan jelas memudahkan siswa memahami seluruh isi bab.						
C. Penyajian Pembelajaran							
12.	Keterlibatan siswa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif yang memotivasi siswa terlibat secara mental dan emosional dalam						

capaian Kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD).	
13.	Berpusat pada siswa. Penyajian materi dan kegiatan menempatkan siswa sebagai subjek belajar.
14.	Menciptakan komunikasi interaktif. Penyajian materi dan kegiatan bersifat dialogis yang memungkinkan siswa seolah-olah berkomunikasi dengan penulis modul.
15.	Kemampuan menciptakan umpan balik untuk evaluasi diri. Modul menyajikan rangkuman/kesimpulan dan atau latihan soal yang merata tingkat kesukarannya untuk mengukur keberhasilan belajar siswa .
<p style="text-align: center;">I. KOMPONEN KEBAHASAAN</p> <p>A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa</p>	
16.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa. Bahasa yang digunakan, baik untuk menjelaskan konsep maupun ilustrasi aplikasi konsep, menggambarkan contoh konkret (yang dapat dijumpai siswa) sampai dengan contoh abstrak (yang dapat dibayangkan siswa).
17.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa. Bahasa yang digunakan sesuai dengan kematangan emosi siswa dengan ilustrasi yang menggambarkan konsep-konsep dari lingkungan terdekat sampai dengan lingkungan global(Internasional).
<p>B. Komunikatif</p>	
18.	Keterpahaman siswa terhadap pesan.

Pesan (materi yang ingin disampaikan) dalam modul disajikan dengan bahasa yang menarik, lazim dalam komunikasi tulis bahasa Indonesia, dan mudah difahami.

19.	Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.	<input checked="" type="checkbox"/>					
-----	--	-------------------------------------	--	--	--	--	--

Ilustrasi yang digunakan relevan dengan pesan materi yang akan disampaikan, membantu pemahaman siswa, dan tidak menimbulkan salah tafsir.

C. Dialogis dan Interaktif

20	Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.	<input checked="" type="checkbox"/>					
----	--	-------------------------------------	--	--	--	--	--

Bahasa yang digunakan menumbuhkan rasa senang ketika peserta didik membacanya (modul) dan mendorong mereka untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas.

21.	Dorongan berpikir kritis pada siswa.	<input checked="" type="checkbox"/>					
-----	--------------------------------------	-------------------------------------	--	--	--	--	--

Bahasa yang digunakan mampu merangsang siswa untuk mempertanyakan dan mencari jawaban wacana dalam buku teks.

D. Lugas

22.	Ketepatan struktur kalimat.	<input checked="" type="checkbox"/>					
-----	-----------------------------	-------------------------------------	--	--	--	--	--

Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan materi yang akan disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam bahasa Indonesia.

23.	Kebakuan istilah.	<input checked="" type="checkbox"/>					
-----	-------------------	-------------------------------------	--	--	--	--	--

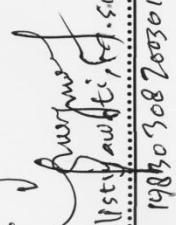
Kebakuan istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan atau istilah teknis ilmu pengetahuan yang disepakati.

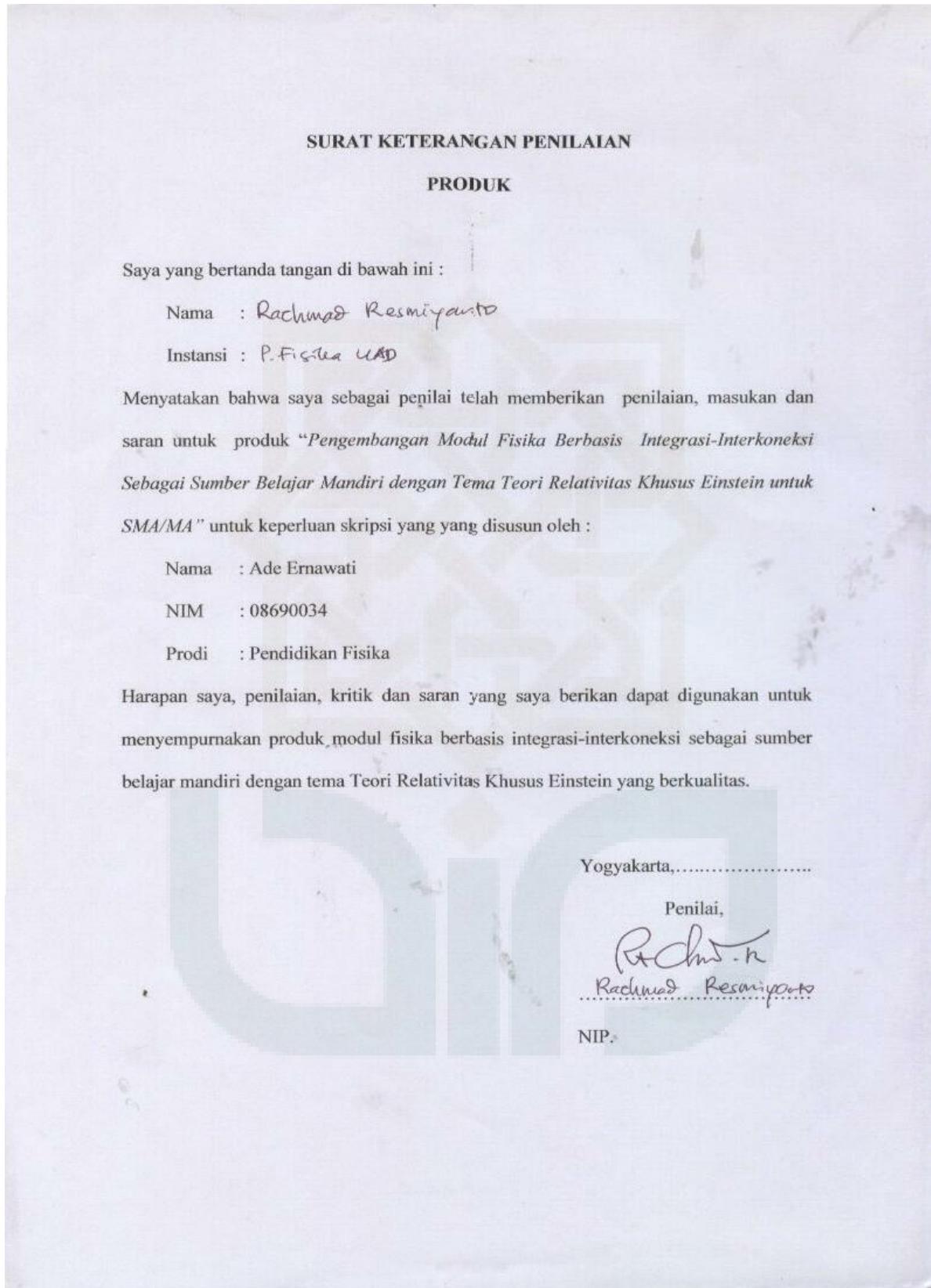
E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar	
24.	Ketepatan tata bahasa. Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan mengacu pada kaidah tata bahasa Indonesia yang baik dan benar
25.	Ketepatan ejaan. Ejaan yang digunakan mengacu pada pedoman Ejaan Yang disempurnakan

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL

NO	SARAN/KRITIK
1.	Qari ilusbari jantai yg belum mencantumkan sumber / referensi yg mula-mula Juga belum wrrm & yg coba / tgaun untuk bukti => penting yg perlu diwarrn
2.	Lengkap! Saya yg penulis
3.	Beri pengelompokan yg akhirnya yg diberikan pada bagian menyajikan hasil, teori, cenderung yg tidak aturan dengan konsep yg dilanjutkan yg mengakibatkan kesulitan dalam memahami modul
4.	

Yogyakarta, 28-03-2014
Penilai,


Sulistiawati, Lc, S1
NIP. 19830308200301204

Lampiran 3.2C Ahli Integrasi-Interkoneksi

LEMBAR PENILAIAN UNTUK AHLI INTEGRASI-INTERKONEKSI**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

Nama Penilai :
Bidang Keahlian :

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
2. Berilah tanda centang (\checkmark) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:

5	= Sangat Baik
4	= Baik
3	= Cukup
2	= Kurang
1	= Sangat Kurang
3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

KRITERIA DAN INDIKATOR PENILAIAN UNTUK AHLI INTEGRASI-INTERKONEKSI**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHASUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA****I. KOMPONEN INTEGRASI-INTERKONEKSI****A. Integrasi-Interkoneksi**

1. Kemampuan menyajikan unsur integrasi-interkoneksi antara Al-Qur'an dan ilmu fisika.
2. Kesesuaian antara makna Al-Qur'an dengan konsep ilmu fisika.

B. Model Integrasi-Interkoneksi

1. Kesesuaian ayat-ayat Al-Qur'an yang disajikan.
2. Ketepatan penyampaian nilai dalam model kajian konfirmasi.

C. Penanaman Nilai Keagamaan

1. Kemampuan menanamkan nilai-nilai keislaman.
2. Ketepatan penanaman nilai-nilai keislaman

D. Manfaat Integrasi-Interkoneksi

1. Keterpaduan pengetahuan dan pemahaman siswa.
2. Keterpahaman siswa terhadap materi.

II. KOMPONEN KEBAHASAAN**A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa**

1. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.
2. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.

B. Komunikatif

1. Keterpahaman siswa terhadap pesan.
2. Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.

C. Dialogis dan Interaktif

1. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.
2. Dorongan berpikir kritis pada siswa.

D. Lugas

1. Ketepatan struktur kalimat.
2. Kebakuan istilah.

E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar

1. Ketepatan tata bahasa.
2. Ketepatan ejaan.

KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN UNTUK AHLI INTEGRASI-INTERKONEKSI
MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA

No.	Butir	Nomor Item	Jumlah Kriteria Penilaian Modul Fisika
Komponen Integrasi-Interkoneksi			
1.	Integrasi-interkoneksi	1, 2	2
2.	Model integrasi-interkoneksi	3,4	2
3	Penanaman nilai-nilai keagamaan	5,6	2
4.	Manfaat integrasi-interkoneksi	7,8	2
Komponen Kebahasaan			
1.	Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa	9,10	2
2.	Komunikatif	11,12	2
3.	Dialogis dan Interaktif	13,14	2
4.	Lugas	15,16	2
5.	Kesesuaian dengan Kaiday Bahasa Indonesia yang Benar	17,18	2
Jumlah		18	

**LEMBAR PENILAIAN KUALITAS MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR
MANDIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

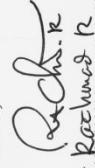
NO	BUTIR PENILAIAN	SKOR					
		5	4	3	2	1	
I. KOMPONEN INTEGRASI-INTERKONEKSI							
A. Integrasi-Interkoneksi							
1.	Kemampuan menyajikan unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika.				✓		
	Jika materi yang disajikan memuat semua unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika pada ranah aksiologis, epistemologis, ontologis, dan filosofis.						
2.	Kesesuaian antara makna al-Qur'an dengan konsep ilmu fisika.			✓			
	Jika ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan sesuai dengan materi disertai dengan penjelasan, manfaat, hikmah, dan hubungan ayat dengan ilmu fisika.						
B. Model Integrasi-Interkoneksi							
3.	Kesesuaian ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan.		✓				
	Disajikan materi ilmu fisika pada konsep, materi, penjelasan, atau contoh yang sesuai dengan makna Al-Qur'an.						
4.	Ketepatan penyampaian nilai dalam model kajian konfirmasi.		✓				
	Jika penjelasan, manfaat, hikmah, dan hubungan ayat dalam model kajian konfirmasi dengan materi fisika yang						

bersangkutan disajikan tepat dalam modul.	
C. Penanaman Nilai-nilai Keagamaan	
5.	Kemampuan menanamkan nilai-nilai keislaman.
	Materi di dalam modul disertai dengan penanaman nilai-nilai keislaman berupa ajakan bersyukur, mempelajari ilmu pengetahuan dan agama, memelihara alam, dan meningkatkan keimanan.
6.	Ketepatan penanaman nilai-nilai keislaman.
	Penanaman nilai-nilai keislaman disajikan dengan kalimat yang komunikatif, mudah dimengerti oleh siswa, sugestif, dan persuasif.
D. Manfaat Integrasi-Interkoneksi	
7.	Keterpaduan pengetahuan dan pemahaman siswa.
	Penerapan integrasi-interkoneksi membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang terpadu antara al-Qur'an dan materi fisika yang bersangkutan dari segi konsep, penjelasan, contoh, dan materi.
8.	Keterpahaman siswa terhadap materi.
	Penerapan integrasi-interkoneksi membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang terpadu antara al-Qur'an dan materi fisika yang bersangkutan dari segi konsep, penjelasan, contoh, dan materi.
II. KOMPONEN KEBAHASAAN	
A. Sesuai dengan Perkembangan Siswa	
9.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.
	Bahasa yang digunakan, baik untuk menjelaskan konsep maupun ilustrasi aplikasi konsep, menggambarkan contoh konkret (yang dapat dijumpai siswa) sampai dengan contoh abstrak (yang dapat dibayangkan siswa).

10.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kematanan emosi siswa dengan ilustrasi yang menggambarkan konsep-konsep dari lingkungan terdekat sampai dengan lingkungan global(Internasional).	
	B. Komunikatif	
11.	Keterpahaman siswa terhadap pesan.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Pesan (materi yang ingin disampaikan) dalam modul disajikan dengan bahasa yang menarik, lazim dalam komunikasi tulis bahasa Indonesia, dan mudah difahami.	
12.	Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ilustrasi yang digunakan relevan dengan pesan materi yang akan disampaikan, membantu pemahaman siswa, dan tidak menimbulkan salah tafsir.	
	C. Dialogis dan Interaktif	
13.	Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Bahasa yang digunakan menumbuhkan rasa senang ketika peserta didik membacanya (modul) dan mendorong mereka untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas.	
14.	Dorongan berpikir kritis pada siswa.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Bahasa yang digunakan mampu merangsang siswa untuk mempertanyakan dan mencari jawaban wacana dalam buku teks.	
	D. Lugas	
15.	Ketepatan struktur kalimat.	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan materi yang akan disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam bahasa Indonesia.	

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA

NO	SARAN/KRITIK
	<p>Buku "Implementasi Paradigma Integrasi Interdisipliner: Dalam Penelitian 3 (Tiga) Disertasi Docen UN Surabaya" oleh : Dr. Widyati, Fajar Kegana, Lemlit UIN Syekh 2012 pada bagian awal dan Jain ngulon bagian model integrasi - interdisipliner</p>

Yogyakarta,
Penilai,

 (Rachmad R.)
NIP.

SURAT KETERANGAN PENILAIAN**PRODUK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama :

Instansi :

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA" untuk keperluan skripsi yang yang disusun oleh :

Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

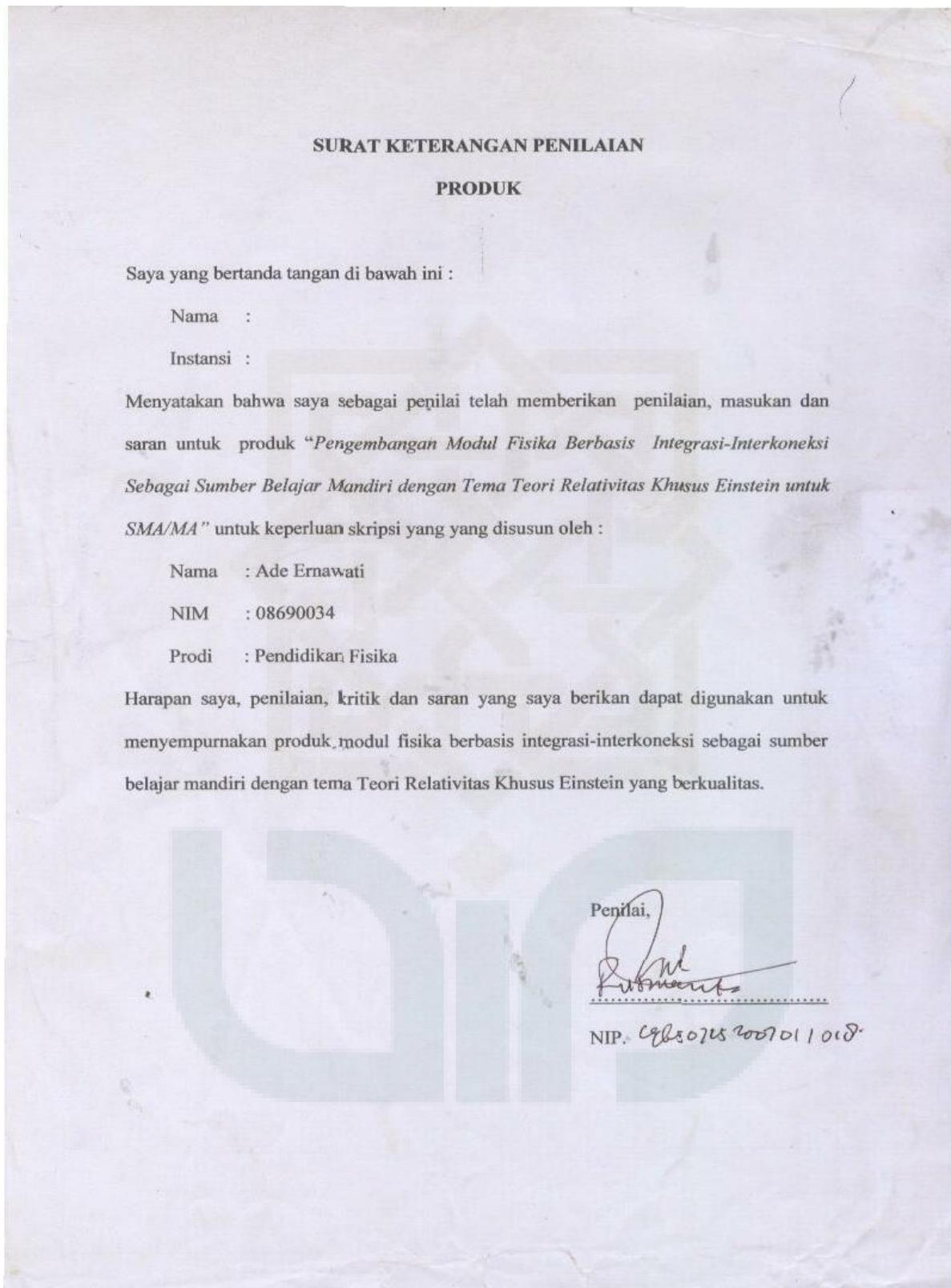
Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Yogyakarta, 8 April 2019

Penilai,

Noor Saif.....

NIP. 19820617 200912 1005

Lampiran 3.2d Guru SMA/MA

LEMBAR PENILAIAN UNTUK GURU FISIKA

**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

Nama Penilai : *Ruhiyah, S.Pd.*

NIP : *0850152007011008*

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
 2. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:
- | | |
|---|-----------------|
| 5 | = Sangat Baik |
| 4 | = Baik |
| 3 | = Cukup |
| 2 | = Kurang |
| 1 | = Sangat Kurang |
3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
 4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

KRITERIA DAN INDIKATOR PENILAIAN UNTUK GURU FISIKA
FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA

I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI

A. Dimensi Sikap Spiritual

1. Peningkatan Keimanan.
2. Kesadaran Akan Keberadaan Tuhan.

B. Dimensi Sikap Sosial

1. Prilaku Sikap Ilmiah.

C. Dimensi Pengetahuan

1. Cakupan Materi.
 - a. Kedalaman materi.
 - b. Kedalaman materi.
2. Akurasi Materi.
 - a. Akurasi (kebenaran) fakta.
 - b. Akurasi (kebenaran) konsep.
 - c. Kebenaran prinsip/nukum

3. Kontekstual
 - a. Kesesuaian dengan perkembangan Ilmu.
 - b. Kemampuan menyajikan contoh kongkret (*real life*) dari lingkungan lokal/nasional/regional/internasional.

II. KOMPONEN PENYAJIAN

A. Teknik Penyajian

1. Konsistensi sistematika sajian dalam bab.
2. Keruntutan konsep
3. Koherensi

B. Pendukung Penyajian Materi.

1. Kesesuaian dan ketepatan ilustrasi dengan materi.
2. *Advance organizer* (pembangkit motivasi belajar) pada awal bab.
3. Contoh dan latihan soal.
4. Rujukan/sumber acuan termassa (*up to date*) untuk teks, tabel, gambar dan lampiran
5. Pengantar.
6. Glosarium.
7. Daftar pustaka.
8. Rangkuman.

C. Penyajian Pembelajaran.

1. Keterlibatan siswa.
2. Berpusat pada siswa.

3. Menciptakan komunikasi interaktif.
4. Kemampuan menciptakan umpan balik untuk evaluasi diri.

III. KOMPONEN INTEGRASI-INTERKONEKSI

A. Integrasi-Interkoneksi

1. Kemampuan menyajikan unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika.
2. Kesesuaian antara konsep ilmu fisika dengan makna Al-Qur'an.

B. Model Integrasi-Interkoneksi

1. Kesesuaian ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan.
2. Ketepatan penyampaian nilai dalam model kajian konfirmasi.

C. Penanaman Nilai Keagamaan

3. Kemampuan menanamkan nilai-nilai keislaman.
4. Ketepatan penanaman nilai-nilai keislaman.

D. Manfaat Integrasi-Interkoneksi

1. Keterpaduan pengetahuan dan pemahaman siswa.
2. Keterpahaman siswa terhadap materi.

IV. KOMPONEN KEBAHASAAN

A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa

1. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.
2. Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.

B. Komunikatif

1. Keterpahaman siswa terhadap pesan.
2. Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.

C. Dialogis dan Interaktif

1. Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.
2. Dorongan Berpikir kritis.

D. Lugas

1. Ketepatan struktur kalimat.
2. Kebakuan istilah.

E. Kesesuaian dengan Kaiddah Bahasa Indonesia yang Benar

1. Ketepatan tata bahasa.
2. Ketepatan ejaan.

KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN UNTUK GURU FISIKA

FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA

No.	Butir	Nomor Item	Jumlah Kriteria Penilaian Modul Fisika
Komponen Kelayakan Isi			
A.	Dimensi aspek spiritual	1, 2	2
B.	Dimensi aspek sosial	3	1
C.	Dimensi pengetahuan		
1.	Cakupan materi	4, 5	2
2.	Akurasi materi	6, 7, 8	3
3.	Kontekstual	9, 10	2
Komponen Penyajian			
A.	Teknik Penyajian	11, 12, 13	3
B.	Pendukung Penyajian Materi	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21	8
C.	Penyajian Pembelajaran	22, 23, 24, 25	4
Komponen Integrasi-Interkoneksi			
A.	Integrasi-interkoneksi	26, 27	2

	B.	Model integrasi-interkoneksi	28,29	2
	C.	Penanaman nilai keislaman	30,31	2
	D.	Manfaat integrasi-interkoneksi	32,33	2
Komponen Kebahasaan				
A.	Sesuai dengan Perkembangan Siswa	34,35	2	2
B.	Komunikatif	36,37	2	2
C.	Dialogis dan Interaktif	38,39	2	2
D.	Lugas	40,41	2	2
E.	Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar	42,43	2	2
Jumlah				43

LEMBAR PENILAIAN KUALITAS MODUL MODUL FISIKA

NO	BUTIR PENILAIAN	SKOR					
		5	4	3	2	1	
I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI							
A. Dimensi Aspek Spiritual							
1.	Peningkatan keimanan	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Menyajikan Uraian Materi dan Kegiatan yang dapat mendukung peningkatan keimanan siswa terhadap Tuhan YME melalui pengenalan terhadap keagungan ciptaan-Nya.						
2.	Kesadaran akan kebesaran Tuhan	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Menyajikan uraian materi dan kegiatan yang dapat mendukung pengembangan peningkatan kesadaran akan kebesaran Tuhan YME mengenai pengenalan hukum-hukum alam ciptaan-Nya.						
B. Dimensi Aspek Sosial							
3.	Prilaku sikap ilmiah.	<input checked="" type="checkbox"/>					
	Menyajikan uraian materi dan kegiatan yang dapat mendukung pengembangan prilaku sifat ilmiah seperti, rasa ingin tahu, objektif, jujur, teliti, cermat, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, inovatif dan peduli lingkungan.						

C. Dimensi Penggetahuan						
C1 Cakupan Materi						
4.	Keluasan materi		✓			
Materi yang disajikan minimal mencerminkan jabaran substansi materi yang terkandung dalam Kompetensi Dasar(KD) dan kompetensi inti dimensi pengetahuan (KI 3) , namun penambahan materi tidak terlalu luas dan tidak mengambang.						
5.	Kedalama materi		✓			
Materi yang disajikan, mulai dari pengenalan konsep sampai dengan interaksi antar konsep sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) dalam kompetensi inti (KI 3).						
C2 Akurasi Materi						
6.	Akurasi (kebenaran) fakta		✓			
Fakta yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.						
7.	Akurasi (kebenaran) konsep		✓			
Konsep yang disajikan tidak membulatkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku dalam ilmu fisika						
8.	Kebenaran prinsip/hukum		✓			

C3 Kontekstual	
9.	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu
10.	<p>Kemampuan menyajikan contoh kongkret dari lingkungan lokal/nasional/regionai/internasional.</p> <p>Uraian materi,contoh, aplikasi konsep, atau latihan yang disajikan menarik, relavan, menarik, valid dan mencerminkan peristiwa pengalaman sehari-hari, kondisi atau kejadian termasa (<i>up to date</i>).</p>
II. KOMPONEN PENYAJIAN	
A. Teknik Penyajian	
11.	Konsistensi sistematika sajian dalam bab.
12.	Keruntutan konsep.
B. Komponen Penyajian	
13.	<p>Sistematika penyajian taat atas yaitu memiliki pendahuluan isi dan penutup.</p> <p>Penyajian konsep dimulai dari yang mudah kesukar , dari yang konkret ke abstrak dan dari yang sederhana ke kompleks, dari yang dikenal sampai yang belum dikenal.</p>

13.. Koherensi.							✓				
Penyajian materi memiliki hubungan yang logis, antar fakta, antar konsep dan antar teori.											
B. Pendukung Penyajian Materi											
14. Ketepatan dan kesesuaian ilustrasi dengan materi.							✓				
Pesan (materi yang ingin disampaikan) dalam modul disajikan dengan bahasa yang menarik, lazim dalam komunikasi tulis bahasa Indonesia, dan mudah difahami.											
15. <i>Advance organizer</i> (pembangkit motivasi belajar) pada awal bab.							✓				
Uraian singkat pada awal bab yang mengemukakan isi bab dalam upaya membangkitkan motivasi belajar.											
16. Contoh, latihan soal dan kunci jawaban.							✓				
Disajikan contoh dan latihan soal yang dapat membantu menguatkan pemahaman dan metatah kemampuan memahami, menerapkan konsep/prinsip yang berkaitan dengan materi, soal dibuat berjenjang mulai dari yang mudah ke sulit.											
17. Rujukan/sumber acuan termasa (<i>up to date</i>)							✓				
Jika teks, tabel, gambar, dan lampiran yang diambil dari sumber lain(bukan Karya sendiri) disertai dengan rujukan/sumber acuan.											
18. Pengantar							✓				

Pengantar pada awal buku (modul) berisi tujuan penulisan buku pelajaran fisika, sistematika buku, cara belajar yang harus diikuti serta hal-hal lain yang dianggap penting bagi siswa atau pemakai.

Glossarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut, dan ditulis alfabetis.

✓					
20.	Daftar pustaka				

Daftar buku yang digunakan sebagai bahan rujukan dalam penulisan buku tersebut yang diawali dengan nama pengarang (struktur dinamik alfabetis) tahun terbit judul buku tempat dan nama penerbit

Rangkuman merupakan konsep kunci bab yang bersangkutan dan dinyatakan dengan kalimat yang ringkas dan jelas

C. Penyajian Pemahalaian

22.	Keterlibatan siswa.						✓

Penilaian materi bersifat interaktif dan partisipatif yang memotivasi siswa terlibat secara mental dan emosional dalam

Penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif yang memfasilitasi siswa tembusan secara emosional dalam pencapaian Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD).

23.	Berpusat pada siswa.					✓

Penyajian materi dan kegiatan menempatkan siswa sebagai subjek belajar.

Penyajian materi dan kegiatan menempatkan siswa sebagai subjek belajar.

24.	Menciptakan Komunikasi interaktif	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Penyajian materi dan kegiatan bersifat dialogis yang memungkinkan siswa seolah-olah berkomunikasi dengan penulis modul.							
25.	Kemampuan menciptakan umpan balik untuk evaluasi diri.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Modul menyajikan rangkuman/kesimpulan dan atau latihan soal yang merata tingkat kesukarannya untuk mengukur keberhasilan belajar siswa.							
III. KOMPONEN INTEGRASI-INTERKONEKSI								
A. Integrasi-Interkoneksi								
26.	Kemampuan menyajikan unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Jika materi yang disajikan memuat semua unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika pada ranah aksiologis, epistemologis, ontologis, dan filosofis.							
27.	Kesesuaian antara konsep ilmu fisika dengan makna Al-Qur'an.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Jika ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan sesuai dengan materi disertai dengan penjelasan, manfaat, hikmah, dan hubungan ayat dengan ilmu fisika.							
B. Model Integrasi-Interkoneksi								
28.	Kesesuaian ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Disajikan materi ilmu fisika pada konsep, materi, penjelasan, atau contoh yang sesuai dengan makna Al-Qur'an.						
C. Penanaman Nilai Keagamaan						
29.	Kemampuan menanamkan nilai-nilai keislaman.		✓			
	Materi di dalam modul disertai dengan penanaman nilai-nilai keislaman berupa ajakan bersyukur, mempelajari ilmu pengetahuan dan agama, memelihara alam, dan meningkatkan keimanan.					
30.	Ketepatan penanaman nilai-nilai keislaman.	✓				
	Penanaman nilai-nilai keislaman disajikan dengan kalimat yang komunikatif, mudah dimengerti oleh siswa, sugestif, dan persuasif.					
D. Manfaat Integrasi-Interkoneksi						
31.	Keterpaduan pengetahuan dan pemahaman siswa.		✓			
	Penerapan integrasi-interkoneksi membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang terpadu antara al-Qur'an dan materi fisika yang bersangkutan dari segi konsep, penjelasan, contoh, dan materi.					
32.	Keterpahaman siswa terhadap materi.			✓		
	Penerapan integrasi-interkoneksi membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang terpadu antara al-Qur'an dan materi fisika yang bersangkutan dari segi konsep, penjelasan, contoh, dan materi.					

IV. KOMPONEN KEBAHASAAN						
A. Kesesuaian dengan Perkembangan Siswa						
33.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan berpikir siswa.			✓		
Bahasa yang digunakan, baik untuk menjelaskan konsep maupun ilustrasi aplikasi konsep, menggambarkan contoh konkret (yang dapat dijumpai siswa) sampai dengan contoh abstrak (yang dapat dibayangkan siswa).						
34.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.			✓		
Bahasa yang digunakan sesuai dengan kemampuan emosi siswa dengan ilustrasi yang menggambarkan konsep-konsep dari lingkungan terdekat sampai dengan lingkungan global(Internasional).						
B. Komunikatif						
35.	Keterpahaman siswa terhadap pesan.				✓	
Pesan (materi yang ingin disampaikan) dalam modul disajikan dengan bahasa yang menarik, lazim dalam komunikasi tulis bahasa Indonesia, dan mudah difahami.						
36.	Kesesuaian ilustrasi dengan substansi pesan.			✓		
Ilustrasi yang digunakan relevan dengan pesan materi yang akan disampaikan, membantu pemahaman siswa, dan tidak menimbulkan salah tafsir.						
C. Dialogis dan Interaktif						
37.	Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.			✓		

Bahasa yang digunakan menumbuhkan rasa senang ketika peserta didik membacanya (modul) dan mendorong mereka untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas.

38.	Dorongan berpikir kritis pada siswa				<input checked="" type="checkbox"/>			
	Bahasa yang digunakan mampu merangsang siswa untuk mempertanyakan dan mencari jawaban wacana dalam buku teks.							

D. Lugas

39.	Ketepatan struktur kalimat.				<input checked="" type="checkbox"/>			
	Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan materi yang akan disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam bahasa Indonesia.							

40.	Kebakuan istilah.				<input checked="" type="checkbox"/>			
	Kebakuan istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan atau istilah teknis ilmu pengetahuan yang disepakati.							

E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar

41.	Ketepatan tata bahasa.				<input checked="" type="checkbox"/>			
	Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan mengacu pada kaidah tata bahasa Indonesia yang baik dan benar							

42. Ketepatan ejaan.
Ejaan yang digunakan mengacu pada pedoman Ejaan Yang disempurnakan

24.	Menciptakan Komunikasi Interaktif			<input checked="" type="checkbox"/>							
	Penyajian materi dan kegiatan bersifat dialogis yang memungkinkan siswa seolah-olah berkomunikasi dengan penulis modul.										
25.	Kemampuan menciptakan umpan balik untuk evaluasi diri.		<input checked="" type="checkbox"/>								
	Modul menyajikan rangkuman/kesimpulan dan atau latihan soal yang merata tingkat kesukarannya untuk mengukur keberhasilan belajar siswa.										
III. KOMPONEN INTEGRASI-INTERKONEKSI											
A. Integrasi-Interkoneksi											
26.	Kemampuan menyajikan unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika.			<input checked="" type="checkbox"/>							
	Jika materi yang disajikan memuat semua unsur integrasi-interkoneksi antara al-Qur'an dan ilmu fisika pada ranah aksiologis, epistemologis, ontologis, dan filosofis.										
27.	Kesesuaian antara konsep ilmu fisika dengan makna Al-Qur'an.		<input checked="" type="checkbox"/>								
	Jika ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan sesuai dengan materi disertai dengan penjelasan, manfaat, hikmah, dan hubungan ayat dengan ilmu fisika.										

B. Model Integrasi-Interkoneksi					
28.	Kesesuaian ayat-ayat al-Qur'an yang disajikan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Disejajarkan materi ilmu fisika pada konsep, materi, penjelasan, atau contoh yang sesuai dengan makna Al-Qur'an.				
29.	Ketepatan penyampaian nilai dalam model kajian konfirmasi.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Jika penjelasan, manfaat, hikmah, dan hubungan ayan dalam model kajian konfirmasi dengan materi fisika yang bersangkutan disajikan tepat dalam modul.				
C. Penanaman Nilai Keagamaan					
30.	Kemampuan menanamkan nilai-nilai keislaman.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Materi di dalam modul disertai dengan penanaman nilai-nilai keislaman berupa ajakan bersyukur, mempelajari ilmu pengetahuan dan agama, memelihara alam, dan meningkatkan keimanan.				
31.	Ketepatan penanaman nilai-nilai keislaman.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Penanaman nilai-nilai keislaman disajikan dengan kalimat yang komunikatif, mudah dimengerti oleh siswa, sugestif, dan persuasif.				
D. Manfaat Integrasi-Interkoneksi					
32.	Keterpaduan pengetahuan dan pemahaman siswa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Penerapan integrasi-interkoneksi membantu siswa memperoleh pengetahuan dan pemahaman yang terpadu antara al-Qur'an dan materi fisika yang bersangkutan dari segi konsep, penjelasan, contoh, dan materi.				

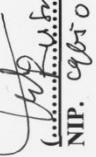
C. Dialogis dan Interaktif	
38.	Kemampuan memotivasi siswa untuk merespon pesan.
	Bahasa yang digunakan menumbuhkan rasa senang ketika peserta didik membacanya (modul) dan mendorong mereka untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas.
39.	Dorongan berpikir kritis pada siswa
	Bahasa yang digunakan mampu merangsang siswa untuk mempertanyakan dan mencari jawaban wacana dalam buku teks.
D. Lugas	
40.	Ketepatan struktur kalimat.
	Kalimat yang dipakai mewakili isi pesan materi yang akan disampaikan dan mengikuti tata kalimat yang benar dalam bahasa Indonesia.
41.	Kebakuan istilah.
	Kebakuan istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan atau istilah teknis ilmu pengetahuan yang disepakati.

E. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Benar						
42.	Ketepatan tata bahasa.				✓	
	Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan mengacu pada kaidah tata bahasa Indonesia yang baik dan benar					
43.	Ketepatan ejaan.				✓	
	Ejaan yang digunakan mengacu pada pedoman Ejaan Yang disempurnakan					

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA

NO	SARAN/KRITIK
3.	Percobaan yang ilmiah boleh diwujudkan dengan ilustrasi yg tegas & cocok dengan jawab (jajar)
12.	Besaran yg ada dalam permasalahan tidak jelas dan secara jelas
13.	Sudah salin kurikulum autora wong tsan dengan yang lain , autora tulisnya yg lain . Tidak angak pulak pada yg wong tsan
22.	Ketidi botan bincau kurang kelas dan hasil pun hasil juga kurang iku baik - wong tsan han contohnya yg lebih belum dicula auch - auch .
23.	Peneruan konsep relasi sinar sinar mas & kurang untuk pun relasian besar nis wa frony berperan sebagai subjek pembelajaran . Kurang lebih bisa memancing dan menggunakan pola filio nista ke atas peneruan konsep
24.	Perihal sedimat barang yang diolah - ulang .

Penulis,



(.....).....
NIP. 961015200701108

SURAT KETERANGAN PENILAIAN**PRODUK**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Teddy Rohman, S.Pd, Si

Instansi : MA El-Bayan Majenang

Menyatakan bahwa saya sebagai penilai telah memberikan penilaian, masukan dan saran untuk produk "*Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Sebagai Sumber Belajar Mandiri dengan Tema Teori Relativitas Khusus Einstein untuk SMA/MA*" untuk keperluan skripsi yang yang disusun oleh :

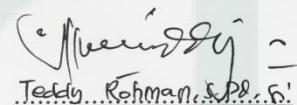
Nama : Ade Ernawati

NIM : 08690034

Prodi : Pendidikan Fisika

Harapan saya, penilaian, kritik dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan produk modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi sebagai sumber belajar mandiri dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein yang berkualitas.

Penilai,


Teddy...Rohman, S.Pd, Si

NIP. —

LEMBAR PENILAIAN UNTUK GURU FISIKA

**MODUL FISIKA BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR MANDIRI DENGAN TEMA TEORI
RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK SMA/MA**

Nama Penilai : Teuku Rehman, S.Pd, S.I.

NIP :

Petunjuk Pengisian

1. Penilaian modul fisika ini dilakukan berdasarkan kriteria dan indikator penilaian yang telah ditetapkan seperti terlampir.
2. Berilah tanda centang () pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu dengan ketentuan sebagai berikut:

5 = Sangat Baik

4 = Baik

3 = Cukup

2 = Kurang

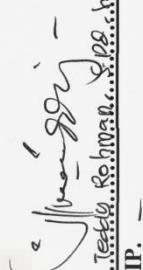
1 = Sangat Kurang

3. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar saran/kritik yang telah disediakan.
4. Terima kasih kami ucapkan atas kerjasama Bapak/Ibu.

LEMBAR SARAN/KRITIK TERHADAP MODUL FISIKA

NO	SARAN/KRITIK
1	Hal 4 - 7 : Uraian terlalu panjang , gambar pecah (terpisah) & berhenti Kurang lugas . Sebaiknya hindari kata " Kamu " & terlalu banyak & sisihkan agak " kita "
2	Secara umum , konsistensi setting penulisan perlu diperbaiki . (spasi , paragraf)
3	Penyusun sebaiknya memberi & menulis ulang " contoh " modul shs mampu meminimalkan kesalahan pengertian sb.
4	Modul biasanya tak lengkap dari soal bacaan , shs modul yg benar 3 - 4 Materi pelajaran (untuk 1 semester) setidaknya disajikan hak abu tebal dari soal bacaan .

Penilai,


 (...Tetty Rohman, S.Pd.)
 NIP. ...

Lampiran 3.3 a Instrumen Penilaian Respon Siswa

**ANGKET RESPON SISWA TERHADAP MODUL FISIKA
BERBASIS INTEGRASI-INTERKONEKSI SEBAGAI SUMBER BELAJAR
MANDIRIRI DENGAN TEMA TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN UNTUK
SMA/MA KELAS XII**



Mata Pelajaran : Fisika

Nama Siswa :

.....



Dalam rangka pengembangan modul Fisika berbasis integrasi-interkoneksi dengan tema Teori Relativitas Khusus Einstein, mohon tanggapan adik-adik terhadap modul Fisika yang telah dibuat. Jawaban adik-adik akan sangat membantu dalam menentukan kualitas modul. Oleh karena itu, jawablah dengan sejurnya.

Petunjuk Pengisian

1. Bacalah baik-baik semua item dan seluruh jawaban alternatif.
2. Kami mohon semua item dapat diisi, dan tidak ada yang terlewatkan.
3. Pilihlah alternatif jawaban yang menurut saudara paling sesuai dan berikan tanda (✓) pada tempat yang disediakan atau isilah sesuai pernyataan.
4. Ada empat pilihan jawaban yang masing-masing maknanya sebagai berikut:

Jawaban	Makna
SS	Pernyataan sangat setuju jika pernyataan benar-benar sesuai dengan yang dirasakan.
S	Pernyataan setuju jika pernyataan sesuai dengan yang dirasakan.
TS	Pernyataan tidak setuju jika pernyataan tidak sesuai dengan yang dirasakan.
STS	Pernyataan sangat tidak setuju jika pernyataan benar-benar tidak sesuai dengan yang dirasakan.

5. Terima kasih kami ucapan atas kerjasamanya.

Pernyataan Angket

No	Pernyataan	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Saya lebih termotivasi belajar fisika setelah membaca modul berbasis integrasi-interkoneksi.				
2.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi membuat saya malas untuk berdiskusi dan belajar untuk menyelesaikan masalah dengan saling bertukar hasil jawaban.				
3.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi memudahkan saya dalam memahami materi serta menghilangkan kesalahpahaman materi dalam diri saya.				
4.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi membuat saya semakin bingung dalam memahami materi.				
5.	Dengan modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi, membuat saya ingat lebih lama terhadap konsep-konsep fisika yang dipelajari.				
6.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi membuat saya ingat sekilas, materi yang baru saya baca.				
7.	Penyajian modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi terlalu merepotkan dan membuat saya bosan untuk menyimak materi di dalamnya.				
8.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi disajikan secara menarik membuat saya senang dan tertarik terhadap pelajaran fisika.				
9.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi memberikan saya wawasan baru mengenai fisika ataupun kajian Al-Qur'an				
10.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi tidak				

	memberikan informasi yang baru dan wawasan menarik baik mengenai fisika maupun Al-Qur'an.			
11.	Penjabaran konsep yang ada dalam modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi tidak ada bedanya dengan pembelajaran fisika yang biasa dilakukan			
12.	Saya lebih senang belajar fisika dengan modul berbasis integrasi-interkoneksi seperti ini dibandingkan dengan modul biasa yang tidak ada wawasan al-Qur'ann, tidak berwarna dan tidak bergambar.			
13.	Dengan modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi, saya merasa lebih mensyukuri dan menyadari keberadaan dan kebesaran Allah SWT			
14.	Modul fisika berbasir integrasi-interkoneksi membuat saya acuh terhadap alam sekitar dan lupa unuk bersyukur kepada Tuhan Pencipta Alam(Allah SWT).			
15.	Dengan modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi, saya merasa keimaninan dan atau ketaqwaan pada Allah SWT bertambah.			
16.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi tidak merubah keimaninan dan keyakinan saya terhadap islam dan Allah SWT.			
17.	Modul fisika berbasir integrasi-interkoneksi mampu menumbuhkan sikap ilmiah dan rasa ingin tahu dalam diri saya			
18.	Penyajian modul berbasis integrasi-interkoneksi membuat saya malas untuk berdiskusi dan mengungkapkan pendapat saya			

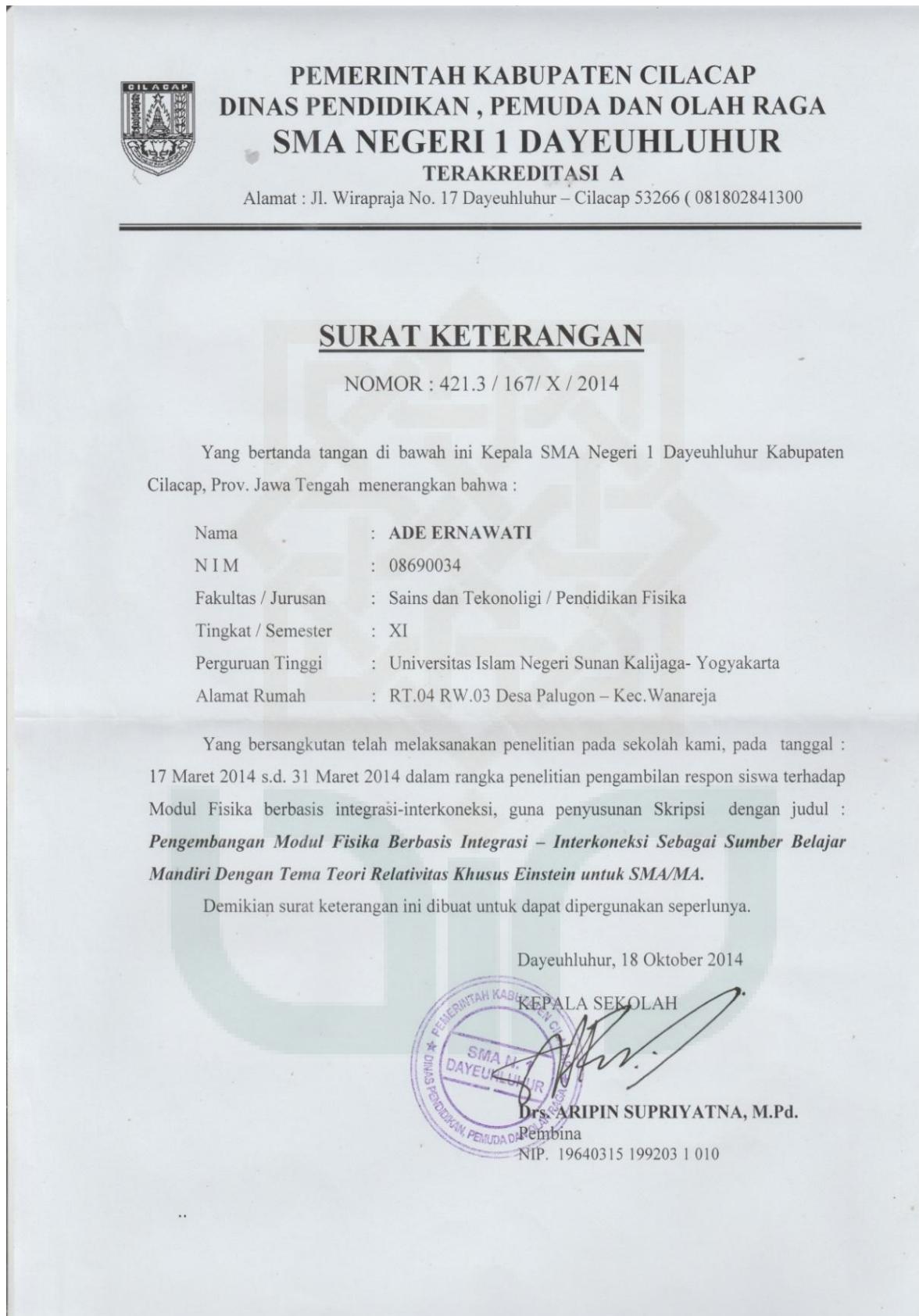
No	Pernyataan	Jawaban			
		SS	S	TS	STS
19.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi membuat saya memperoleh pengetahuan dan atau pemahaman yang terpadu antara konsep Teori Relativitas Khusus Einstein dalam fisika dan pengetahuan tentang Relativitas dalam al-Qur'an.				
20.	Saya tidak tahu dimana keterkaitan antara teori relativitas dalam fisika dan pengetahuan tentang relativitas dalam Al-Qur'an, hal ini membuat saya semakin bingung.				
21.	Isi dan materi dalam modul berbasis integrasi-interkoneksi memberikan manfaat bagi diri saya.				
22.	Modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi tidak membuat saya memakai fisika dalam kehidupan sehari-hari.				

Kritik dan Saran



Responden

Lampiran 3.4 Surat Keterangan Penelitian





**YAYASAN EL-BAYAN MAJENANG
MADRASAH ALIYAH (MA) EL-BAYAN MAJENANG
KABUPATEN CILACAP**

Alamat : Jl. KH.Najmudin KM 02 Majenang Telp & Fax : (0280) 623157 Kab. Cilacap

SURAT KETERANGAN

No. : 22/01.10/E/X/2014

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala Madrasah Aliyah (MA) El-Bayan Majenang Kabupaten Cilacap menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama	:	Ade Ernawati
NIM	:	08690034
Semester	:	X
Alamat	:	Jl. Timoho GK IV Sleman Yogyakarta
Program Studi	:	Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga
Fakultas	:	Sains dan Teknologi

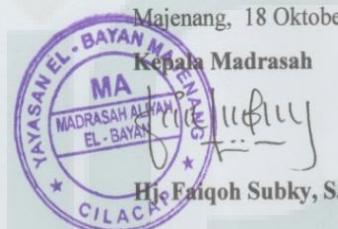
Bawa mahasiswa tersebut telah melaksanakan penelitian di madrasah kami pada
Tgl 19 Maret 2014 s/d 21 Maret 2014.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk bisa digunakan semestinya.

Majenang, 18 Oktober 2014

Kepala Madrasah

Hj Faqoh Subky, S.H, M.Pd



Curriculum Vitae

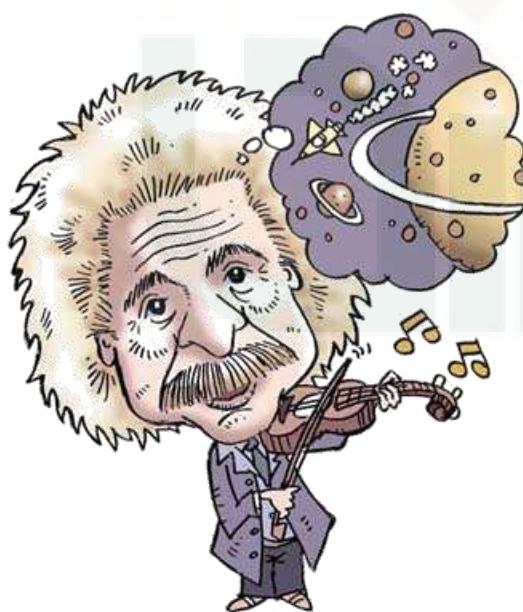
- ❖ Nama : Ade Enawati.
- ❖ Alamat : Cilacap-Jawa Tengah
- ❖ Tempat Tanggal Lahir : Cilacap, 08 Oktober 1989
- ❖ Pendidikan Formal
 - ✓ SD Negeri Palugon 01
 - ✓ SMP Negeri I Majenang
 - ✓ Madrasah Aliyah Negeri Majenang
- ❖ Pendidikan Non Formal
 - ✓ Pondok Pesantren Nurul Iman wanareja
 - ✓ Pondok Pesantren Putri Miftahul Huda Majenang
- ❖ Contact Person
 - ✓ Line : Feltro89
 - ✓ Ade_ernawatibegitu@yahoo.com
 - ✓ www.ernawati89.tumblr.com
 - ✓ www.palugon-village.blogspot.com



TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN

Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi

Ade Ernawati





KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobilalamin, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang memiliki semua kekuatan dan kesempatan, kenikmatan dan rahmat dan inayah yang tak terhingga. Sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi dengan tema teori relativitas khusus Einstein ini. Dengan keharuan yang tak terhingga banyaknya, kepada pembimbing, kepada semua orang yang sudah memberi penulis motivasi dan do'a. Kepada Rosulrullah SAW yang paling mulia, Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan-Mu. Kepada keluarga dan sahabat. Semoga kita termasuk dalam golongan orang-orang yang mendapatkan pertolongan-Nya.

Modul Fisika ini disusun untuk siswa SMA/MA kelas XII dengan mengacu pada kurikulum tahun 2013. Diharapkan agar setelah mempelajari modul ini siswa dapat memupuk sikap ilmiah. Dengan disajikan latihan soal-soal, diskusi, Quiz dan nilai-nilai keislaman, modul ini bisa digunakan secara mandiri, maupun untuk pembelajaran di kelas yang memadukan wawasan islam dan sains. Dengan berisikan nilai-nilai kandungan Al-Qur'an, penulis berharap setiap siswa yang membaca modul ini selalu mendapatkan suntikan motivasi untuk menuntut ilmu. Bertadabur dengan alam dan senantiasa menyadari bahwa keagungan Alloh SWT tanpa batas ruang dan waktu, ia kekal dan mutlak.

Dengan demikian belajar bukan hanya sebatas belajar atau kebutuhan akan tetapi berkomunikasi dengan Tuhan Pencipta Alam Semesta. Mempelajari ilmu berarti mempelajari keagungannya, dengan demikian kita Insya Allah akan semakin dekat kepada-Nya.



Penulis sangat menyadari, masih begitu banyak kekurangan baik dalam bentuk penyajian dan penulisan modul ini. Karenanya saran dan koreksi yang membangun sangat penulis harapkan.

Tidak lupa, penulis ucapan, ucapan terimakasih yang tidak terbatas, pada semua orang sudah membantu dalam proses penyelesaian modul ini. Semoga modul ini memberikan manfaat baik bagi penulis, siswa, guru dan semua pihak yang menggunakannya.

Yogjakarta, Januari 2014

Penulis



TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN

STANDAR ISI

Kompetensi Inti(KI)	Kompetensi Dasar(KD)
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	1.1. Bertambah keimanannya dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya.
2. Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan proaktif), menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa, serta memosisikan diri sebagai agen transformasi masyarakat dalam membangun peradaban bangsa dan dunia.	2.1. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi .
3. Memahami, menerapkan, dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni,	3.10. Mmemformulasikan teori relativitas serta kesetaraan massa dan energi untuk menjelaskan beberapa fenomena alam.



budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Standar Isi.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Gambaran Isi Modul	vii
Pengalaman Belajar	x
Judul Materi	1
Peta Konsep dan Kata Kunci	2
Gerbang.....	3
A. Relativitas dan Kerangka Acuan	4
B. Transformasi Galileo dan Relativitas Newton.....	9
C. Postulat Relativitas Khusus Einstein	25
D. Konsekuensi Teori relativitas Khusus Einstein	
1. Kontraksi Panjang.....	34
2. Dilatasi Waktu (Time Dilation)	39
3. Kecepatan Relatif dalam TRK.....	46
E. Kesetaraan Massa dan Energi	49
F. Uji Percobaan Ramalan Teori Relativitas Khusus Einstein.....	54
Rangkuman	57
Uji Kompetensi	60
Penilaian Mandiri	68
Glosarium.....	69
Kunci Jawaban	71
Daftar Pustaka.....	72
Biografi Penulis	75



GAMBARAN ISI MODUL

Selamat datang di dunia relativitas, Modul ini akan membantu kamu, bagaimana memahami Teori Relativitas Khusus Einstein! Niatkanlah menuntut ilmu karena Allah SWT.



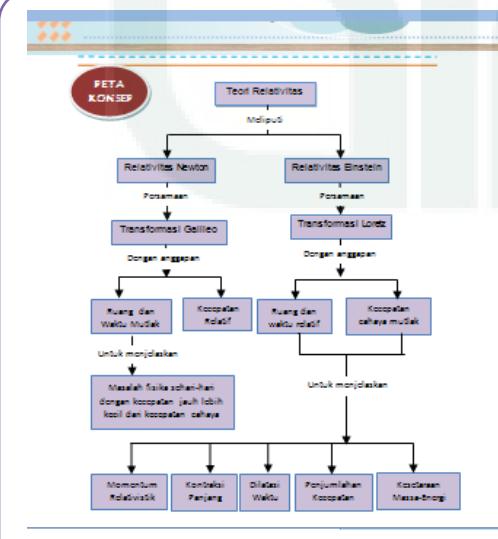
STANDAR ISI

Pada bagian ini, merupakan penjelasan secara singkat mengenai pengalaman belajar apa saja yang akan kamu dapatkan jika kamu mempelajari modul ini.

STANDAR ISI	
Kompetensi Inti(KI)	Kompetensi Didik (KD)
1. Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang konsep yang diajarkan	1. Berambisi memiliki rasa ingin tahu yang kuat, teliti, kritis, berpikir kreatif, berpikir kritis, analitis, logis, sistematis, dan bertanggung jawab terhadap dirinya sendiri
2. Mengembangkan perilaku (jurur sains), tanggap, jujur, peduli, cinta tanah air, lingkungan, pintar, cerdas, kerja keras, cita-cita	2. Memiliki perilaku (jurur sains) yang baik, jujur, teliti, cinta tanah air, bertanggung jawab, cermat, akurasi, kreatif

PETA KONSEP

Bagian ini berisi peta konsep dari materi yang akan dipelajari.





GERBANG

Di sini kamu akan belajar tentang teori relativity khusus Einstein dan bagaimana ia berpengaruh pada dunia sekitar kita. Selain itu, kamu juga akan mempelajari tentang teknologi dan aplikasi teori relativity khusus dalam kehidupan sehari-hari. Dengan mempelajari materi yang ada di dalam modul ini, kamu akan mendapat pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi masa depan yang cerah.

Guru dan Siswa

- 1. Memahami apa yang dimaksud dengan integrasi
- 2. Siswa bisa menerapkan ilmu kimia (K-13) dalam kehidupan sehari-hari
- 3. Memahami apa yang dimaksud dengan teknologi dan aplikasi teori relativity khusus dalam kehidupan sehari-hari

GERBANG

Sebelum masuk pada materi, kamu akan menjumpai **gerbang**, sebagai pembuka wacana. Di sini diinformasikan secara singkat materi yang akan dibahas pada modul tersebut diserta motivasi kenapa kamu harus mempelajarinya. Untuk memudahkanmu kamu juga dipandu peta konsep dan kata kunci di halaman berikutnya!

Materi

Berisi materi pokok yang akan dipelajari . pada beberapa bagian disajikan pembahasan singkat berwawasan Al-Qur'an dan nilai-nilai keislaman (diintegrasi-interkoneksi)

Tabel 1.1
Diperlukan koordinat dua sistem
koordinat yang berpasangan

Sistem S	Sistem S'
$x = x - vt$	$x' = x + vt$
$y = y$	$y = y$
$z = z$	$z' = z$
$t = t$	$t' = t$

Gambar 1.2 Keterkaitan antara S dan S' Sistem Koordinat

Gambar 1.3 Sistem Koordinat yang berpasangan

Gambar 1.4 Keterkaitan antara S dan S' Sistem Koordinat

Selengkapnya dapat kamu baca di bawah ini!



Uji Formatif

Merupakan pelatihan yang harus kamu kerjakan sendiri atau berkelompok . Pelatihan ini untuk mengetahui pemahamanmu terhadap materi pokok.



TOKOH

Berisi tokoh-tokoh fisika dan ilmuwan Muslim yang dapat kamu teladani



HIKMAH dan MUHASABAH

Berisi ajakan dan renungan mengenai ciptaan Allah SWT



UJI KOMPETENSI



RANGKUMAN

Berupa materi ringkas yang ada pada akhir materi. Rangkuman sangat membantumu dalam menguasai materi.



WAWASAN SAINS

Rubrik ini memberikan pengetahuan tambahan yang berkaitan dengan materi



ASAH ILMIAH

Selain tersebut di atas, kamu juga dilatih untuk bersikap ilmiah menyampaikan pendapat melalui diskusi. membuat proyek dan permainan. Disinilah kamu belajar berargumentasi dan berbicara kritis.



KUNCI JAWABAN

Pada bagian ini kamu dapat melihat kunci jawaban pada soal-soal tertentu yang dapat kamu gunakan sebagai panduan mengerjakan latihan soal.



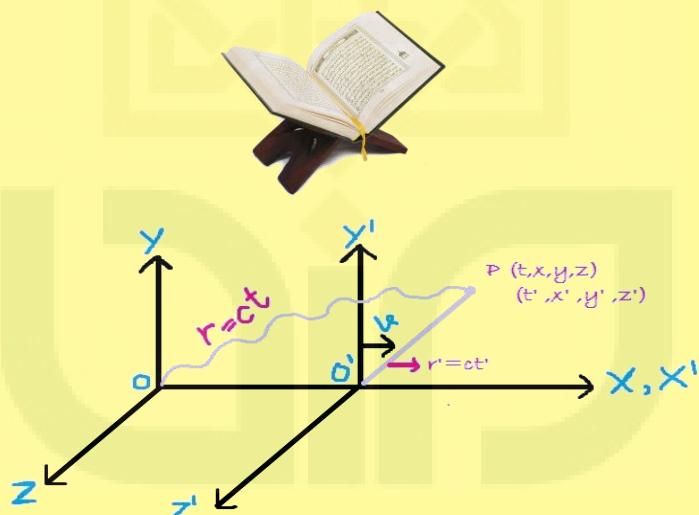
PENGALAMAN BELAJAR

Setelah mempelajari modul materi teori relativitas khusus Einstein, kamu diharapkan memperoleh pengalaman belajar sebagai berikut :

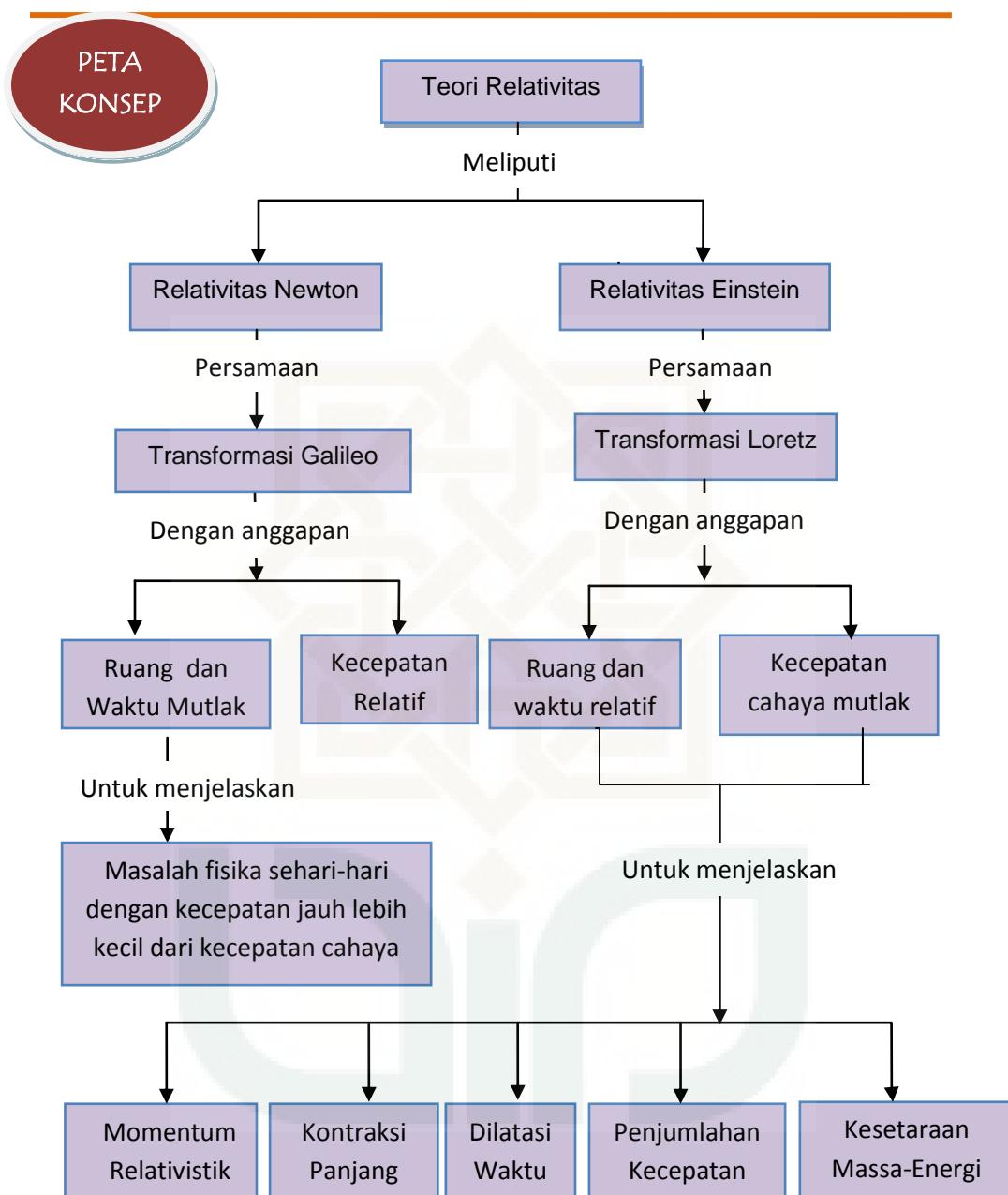
- Menjelaskan dan menuliskan dengan kata-katanya sendiri pengertian relativitas dan kerangka kerangka acuan.
- Mengetahui perbedaan kecepatan relatif secara klasik dengan kecepatan relatif secara relativistik.
- Menafsirkan dan memformulasikan persamaan transformasi Lorentz, dilatasi waktu, kontraksi panjang, momentum relativistik.
- Menerapkan persamaan transformasi Lorentz, pemuluran (dilatasi) waktu, kontraksi panjang, momentum dan energi relativistik untuk menyelesaikan masalah.
- Menganalisis permasalahan yang berkaitan relativitas khusus Einstein.
- Menafsirkan dan memformulasikan kesetaraan massa dan energi.
- Menjelaskan aplikasi hukum kesetaraan massa dan energi secara relativistik.
- Menjelaskan dan menceritakan dengan kata-katanya sendiri percobaan yang mendukung kebenaran ramalan-ramalan teori relativitas khusus mengenai pemuluran waktu dan paradoks kembar.



TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN



@fumira



Kata kunci : Transformasi, Relativitas Khusus Einstein, Penjumlahan kecepatan, Dilatasi Waktu, Kontraksi Panjang, Relativitas Massa, Kesetaraan Massa-Energi.



GERBANG

يُدِيرُ الْأَمْرَ مِنَ السَّمَاءِ إِلَى الْأَرْضِ ثُمَّ يَعْرُجُ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ

الْفَسَنَةِ مِمَّا تَعُدُّونَ

Dia mengatur urusan dari langit ke bumi, kemudian (urusan) itu naik kepadanya dalam satu hari yang kadarnya adalah seribu tahun menurut perhitunganmu (QS As-Sajdah: 5)

Bagaimana satu hari kadarnya dapat menjadi seribu tahun jika dihitung menurut

perhitungan kita? Penemuan ilmu pengetahuan modern membawa kita pada kesimpulan bahwa waktu tidak absolut (mutlak, tetap) seperti yang diungkapkan Newton dan Galileo. Menurut Einstein waktu bersifat relatif yang artinya kejadian yang sama akan mendapatkan waktu yang berbeda jika diukur dari sudut pandang (kerangka acuan) yang berbeda. **Bagaimana hal ini bisa terjadi? Inilah salah satu masalah yang akan dibahas dalam teori relativitas khusus Einstein.**



Gambar 1.1

Kereta api shinkansen
Sumber :

airaminwayeinnta.blogspot.com

Contoh yang sederhana dapat kita misalkan pada kereta api shinkansen. Kereta shinkansen ini memiliki kecepatan maksimum 300 km/jam. Pernahkah terfikir kan olehmu, jika ada dua kereta yang melaju beriringan dengan sangat cepat. Bagaimana pergerakan kereta jika diamati oleh penumpang pada kereta lain? Berapa kecepatan kereta jika diukur oleh masing-masing penumpang dalam kereta yang berbeda? dan berapakah kecepatan kereta jika kalian ukur dari luar kereta? Agar bisa menjawab semua pertanyaan di atas, **AYO kita pelajari materi berikut ini!**



Sebelum itu jawablah pertanyaan ini!

1. Menurutmu apa yang dimaksud dengan bergerak?
2. Apakah kamu masih ingat hukum I,II, dan III Newton? Coba sebutkan!
3. Menurutmu apa yang dimaksud dengan relatif?
Coba kamu jelaskan dengan bahasamu sendiri!



Kegiatan Belajar I

RELATIVITAS DAN KERANGKA ACUAN

QS Al-Ma'aarij:4

تَعْرُجُ الْمَلَائِكَةُ وَالرُّوحُ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ

خَمْسِينَ أَلْفَ سَنَةً

Artinya: Malaikat-malaikat dan Jibril naik (menghadap) kepada Tuhan dalam sehari yang kadarnya limapuluh ribu tahun.

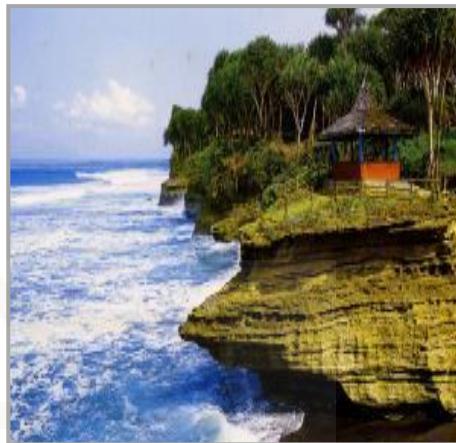
Untuk mengukur sebuah sistem (suatu keadaan) kita membutuhkan suatu kerangka acuan. Menurut Qurais Shihab dalam Wawasan Al-Qur'an: Tafsir Maudhu'l atas pelbagai persoalan umat, Hal yang menyebabkan perbedaan waktu dalam QS Al-Ma'aarij : 4 adalah adanya sistem gerak yang dilakukan oleh pelaku (sesuatu yang bergerak). Karena suatu sistem atau suatu keadaan akan berbeda jika diukur oleh oleh sudut pandang atau kerangka acuan yang berbeda.

**MARI MENGAMATI!**

Pernahkah kalian berwisata ke pantai?

Perhatikanlah panorama alam ciptaan Allah SWT yang ada di sekeliling kalian. Pernahkah kalian berbeda pendapat saat menilai keindahan, kepandaian, atau kecantikan.

Seperti gambar 1.3 dan 1.4 di samping Menurut kalian manakah yang lebih indah? Pantai Pangandaran (gambar 1.2) atau Pantai Ayah (gambar 1.3)? Pantai Pangandaran atau pantai Ayah dikatakan indah oleh sebagian orang, tetapi tidak oleh sebagian yang lain. Kalian dapat menyebutkan jika keindahan itu bisa bersifat relatif.



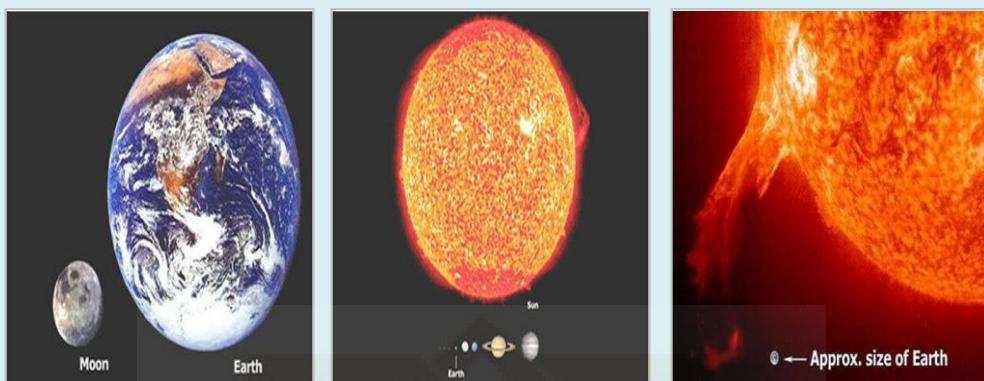
Gambar 1.2
Pantai pangandaran
Sumber : www.turindo.co.id



Gambar 1.3
Pantai Ayah
Sumber : cinta-wisatanusa.blogspot.com

Menanya

Kita bisa menyebutkan bahwa ukuran Bumi kita besar, jika kita membandingkannya dengan Bulan. Akan tetapi jika kita bandingkan dengan Matahari planet Bumi kita termasuk kecil, bahkan sangat kecil. Menurutmu mana yang benar? Bumi kita besar atau kecil? Mari kalian perhatikan Gambar 1.4!



Gambar 1.4

Perbandingan ukuran Bumi dan bulan (a), Ukuran Bumi dan Matahari (b dan c)

(a)

(b)

(c)

Sumber : www.infoastronomy.co.vu

Bila ditanya mana yang benar, maka jawabannya, tidak ada yang benar dan tidak ada yang salah! Inilah letak permasalahannya, dalam fisika ukuran tidak dapat dinyatakan secara absolut. Untuk mengukur sesuatu, kita perlu sesuatu yang lain sebagai pembandingnya. Ini berarti ukuran bersifat relatif. Lihatlah perbandingan antara Bumi dan Matahari, Bumi seperti titik kecil jika dibandingkan dengan matahari. Lalu bagimana jika kita (manusia) jika dibandingkan dengan Matahari? Tentu tidak ada apa-apanya bukan! Padahal Matahari hanya bintang yang paling dekat dengan Bumi, Matahari adalah salah satu mahluk ciptaan Allah SWT dalam galaksi Bima Sakti, masih banyak bintang lain yang lebih besar dari matahari dan di alam semesta ini terdapat ribuan bahkan miliaran galaksi selain galaksi Bima Sakti.

Nah mari kita lihat kasus lain, kancil dikatakan cepat dan lincah! Benarkah? Benar! Jika kita bandingkan dengan siput, kancil terlihat cepat dan lincah. Akan tetapi jika kancil kita bandingkan dengan pesawat tentu saja kancil akan terlihat begitu lambat. Ini berarti kecepatan pun merupakan sesuatu yang bersifat relatif.



Nah! Apa yang muncul dalam pikiran kalian ketika mendengar kata bergerak? Lalu bagaimana kamu bisa dikatakan bergerak? Suatu benda dikatakan bergerak, bila kedudukan benda itu berubah terhadap suatu titik acuan atau kerangka acuan. Nah apa itu kerangka acuan? Ketika kamu sedang duduk di dalam kelas, dikatakan diam, bila kerangka acuannya adalah ruangan kelas. Akan tetapi tahukah kamu, jika kerangka acuannya adalah sumbu rotasi Bumi maka kamu dikatakan sedang bergerak dengan kecepatan tidak kurang dari 1.600 km/jam relatif terhadap sumbu rotasi Bumi.

Kerangka acuan yang digunakan untuk menentukan suatu objek bergerak atau diam dapat berupa kerangka acuan bergerak atau kerangka acuan diam. Dalam relativitas khusus kerangka acuan yang digunakan adalah kerangka acuan inersial yaitu kerangka acuan yang diam atau bergerak dengan kecepatan tetap.

MARI MEMBUAT KESIMPULAN

Berdiskusilah dengan teman-teamanmu dan jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini

Uji FORMATIF 1

1. Apakah yang dimaksud dengan relatif ?
2. Apakah yang dimaksud dengan kerangka acuan?
3. Kerangka acuan apakah yang digunakan dalam relativitas?
4. Sebutkan contoh-contoh kasus dalam pengukuran fisika, yang menunjukkan hasil pengukuran tersebut bersifat relatif!





Gambar 1.5
Sumber: staff.fisika.ui.ac.id

Tinjauan Al-Qur'an Surat Al-Waqi'ah

فَلَا أَقِسْمُ بِمَوْقِعِ النُّجُومِ

Artinya: *Maka aku bersumpah dengan masa turunnya bagian-bagian Al-Quran.*

Terdapat perbedaan pendapat mengenai makna *an-nujum* (النُّجُوم) dalam ayat di atas. Menurut Ibnu Abbas, maknanya adalah Al-Qur'an atau "bintang" Al-Qur'an. Sedangkan beberapa ulama tafsir lain, menganggapnya sebagai bintang, benda langit yang bercahaya pada malam hari. Abu Bakar Al-Jaza'iri menjelaskan tentang huruf *Ia* (ي) dan *fa* (ف) pada awal ayat ke 75 sebagai penghubung antara huruf *fa* (ف) dengan kata serta kalimat setelahnya (beberapa ulama tafsir lain menyebutnya sebagai penegasan, ada juga yang menyebutnya sebagai *lam al qasam*) sedangkan kata *mawaqi'in nujum* (موقع لنجوم) adalah tempat terbit, beredar dan terbenamnya bintang bintang. Adapun makna *law ta'lamuna 'azhim* (لو نعلمون عظيم) adalah bintang-bintang tempat ia terbit, terbenam dan beredar. Hal yang menarik dari rangkaian ayat ini adalah tidak hanya menyebut bintang dan posisinya, tetapi Allah SWT bersumpah dengan posisi (*mawaqi*) bintang-bintang tersebut. Ini merupakan sumpah yang berat apabila kita sebagai manusia memahami hakekat pesan tersembunyi dibaliknya, sebab Allah SWT Maha Kuasa dan Maha Menciptakan segala sesuatu. Meskipun bintang tampak tetap pada bentuk konstelasinya, namun sebenarnya bintang **bergerak pada kecepatan yang sangat tinggi**, yang bisa diukur berdasarkan lama waktu ia mengalami perubahan kecil pada posisinya.



KEGIATAN BELAJAR 2

TRANSFORMASI GALILEO DAN RELATIVITAS NEWTON



Gambar 1.6

Galileo Galilei

Sumber : www.en.wikipedia.org

Galileo adalah seorang astronom, filsuf dan fisikawan yang memiliki peranan besar dalam revolusi ilmiah. Pandangan faham Newton tentang alam yang sangat membantu kita memahami sejumlah besar gejala-gejala alam. sebenarnya berasal dari pemikiran Galileo. Ia mengatakan bahwa ruang dan waktu adalah mutlak. Juga dikemukakan setiap percobaan yang dilakukan dalam kerangka acuan (pengamatan) kita baru bermakna fisika apabila dikaitkan terhadap kerangka acuan mutlak.

Sumber : www.Wikipedia.org



A. Transformasi Koordinat

Pernahkah kalian mengantar keluarga atau teman yang akan bepergian ke stasiun kereta api? Saat kereta api cepat mulai meluncur, kita melihat teman atau keuarga kita bergerak dengan cepat. Tetapi di dalam kereta itu sendiri, orang yang duduk di sebelah kiri atau teman kita itu melihat, bahwa saudara atau teman kita duduk diam dan tenang di sebelahnya.

Posisi maupun gerak benda akan berbeda, jika ditinjau dari kerangka acuan yang berbeda. Berdasarkan gerak relatif antara dua kerangka acuan, kita dapat menentukan koordinat benda pada kerangka acuan pertama berdasarkan koordinat benda itu pada kerangka acuan kedua, atau sebaliknya. Dalam hal ini kita melakukan transformasi koordinat. Terdapat dua transformasi koordinat yang akan kita pelajari, yaitu transformasi Galileo dan transformasi Lorentz.

Transformasi Galileo berkaitan dengan peristiwa yang diamati dan diukur dari suatu kerangka acuan inersial. Mungkin ingatkah kalian dengan definisi kerangka acuan inersia? Benar, *kerangka acuan inersial adalah suatu kerangka acuan dimana hukum pertama Newton bisa berlaku yaitu kerangka acuan yang diam atau bergerak dalam satu garis lurus dengan kecepatan tetap*.

Transformasi Galileo maupun relativitas Newton menganggap bahwa seluruh alam semesta ini diisi oleh zat yang bernama eter sebagai kerangka acuan universal. Akan tetapi keberadaan eter ini, ternyata tidak dapat dibuktikan keberadaannya. Nah, Siapakah ilmuwan yang melakukan percobaan untuk membuktikan keberadaan eter ini? Benar, mereka adalah Michelson dan Morley! Eksperimen Michelson-Morley merupakan salah satu eksperimen yang penting dalam fisika. Dengan menggunakan alat yang disebut Inferometer, keduanya berusaha mencari keberadaan eter yang dianggap sebagai medium perambatan gelombang cahaya yang tersebar di seluruh alam semesta.

Catatan:

- Benda diam atau bergerak didasarkan pada kerangka acuannya.
- Batas kecepatan suatu objek adalah kecepatan cahaya



Michelson dan Morley menggunakan prinsip vektor penjumlahan kecepatan untuk mengukur perbedaan waktu tempuh cahaya yang diamati melalui inferometer. Sehingga jika eter memang benar-benar ada, maka akan terjadi perbedaan waktu.

Asah Ilmiah

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan kalian.. ayo kita mencari fakta-fakta tentang percobaan Michelson-Morley. Ujilah kreatifitas kalian di sini! Diskusikan dengan temanmu mengenai percobaan Michelson Morley dan carilah informasi-informasi berikut ini. (kalian bisa mencarinya di buku atau internet).

1. Apa yang melatarbelakangi percobaan Michelson-Morley?
2. Bagaimana skema percobaan Michelson-Morley?
3. Apakah kesimpulan yang didapatkan dari percobaan yang dilakukan oleh Michelson-Morley?

Tuliskanlah hasil diskusi kalian dalam bentuk cerita singkat (artikel). Tempellah di mading (majalah dinding) yang ada di sekolahmu. **Semoga berhasil!**

Hasil Diskusi:



Cahaya Tinjauan QS Yunus ayat 5

Al-Qur'an menyebut cahaya dalam dua kata yaitu *nuur* نور dan *dhau'* ضوء seperti dalam firman-Nya,

هُوَ الَّذِي جَعَلَ النَّارَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا ☽

Dia-lah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya.....

Dalam ayat ini, Al-Qur'an menggambarkan sifat cahaya dalam dua kata yaitu *ضوء* (*dhau'*) yaitu memiliki sifat lebih terang dari *نور* (*nuur*) mengandung panas dan bersumber dari dirinya sendiri seperti matahari. Sedang sifat cahaya yang disebut dengan kata *نور* (*nuur*) cahayanya cenderung lebih teduh dan tidak panas, diterima dari penceran sinar sumber lain, yang dipantulkan kembali.

Lalu kenapa acahaya begitu penting untuk diamati? Cahaya merupakan bentuk energi yang dipancarkan oleh partikel bergerak yang memiliki muatan listrik. Melalui berbagai percobaan para ilmuwan juga menemukan bahwa cahaya terkadang berprilaku seperti partikel dan terkadang seperti gelombang.

Cahaya merupakan unsur penunjang kehidupan yang sangat penting, tidak hanya bagi kita manusia, tetapi juga bagi hewan dan tumbuhan. Dapatkah kalian bayangkan jika cahaya matahari tidak sampai ke Bumi kita? Renungkanlah dalam pikiran kalian, maka Maha Besar Allah SWT yang Maha Menciptakan segala yang ada dilangit dan juga diBumi.

1. Transformasi Galileo

Transformasi Galileo digunakan untuk melakukan transformasi antara dua kerangka yang saling bergerak relatif dengan kecepatan konstan. Untuk memahaminya, Mari kita tinjau kasus berikut ini! Pernahkah kalian pergi ke stasiun kereta api? Di Indonesia kereta api adalah salah satu transportasi darat yang dianjurkan pemerintah untuk digunakan.

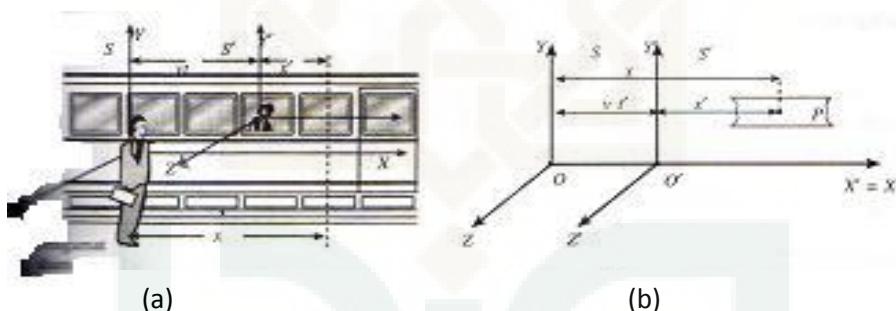


Bayangkanlah kita berada di stasiun kereta api, dan akan kita meninjau sebuah objek dengan dua kerangka acuan (**silahkan ingat-ingat kembali apakah itu kerangka acuan**) yang berbeda yaitu S dan S'. Hubungan antara komponen koordinat S dan S' seperti dalam tabel 1.2.

Tabel 1.1
Transformasi komponen koordinat.

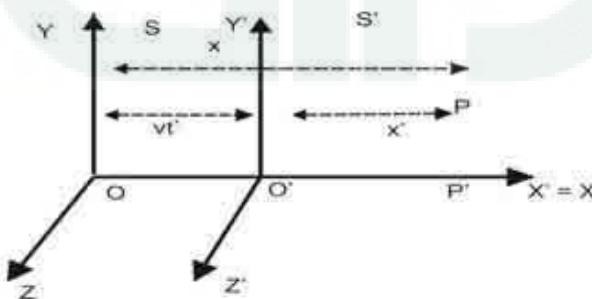
S ke S'	S' ke S
$x' = x - vt$	$x = x' + vt$
$y' = y$	$y' = y$
$z' = z$	$z' = z$
$t' = t$	$t' = t$

Katakanlah kita misalkan Anto sebagai kerangka acuan S sedang berdiri di stasiun, dan kereta api Parahiangan jurusan Surabaya-Bandung sebagai kerangka acuan S'. Seorang penumpang kereta api (P) berjalan di sepanjang gerbong searah dengan gerak kereta api. Perhatikan gambar 1.7a.



Gambar 1.7. Anto sebagai kerangka acuan S dan kereta api sebagai kerangka acuan S'

Sumber: fisikon.com



Gambar 1.8 kerangka acuan S dan S'

Sumber: Tbelajar.wordpress.com



Mari kita analisis kasus di atas

Pertama, mula-mula kita meninjau kereta diam, setelah t sekon kereta bergerak sejauh $d = vt$. Seorang penumpang P di dalam kereta api berjalan di sepanjang gerbang searah dengan gerak kereta dengan kecepatan konstan u_x terhadap anto (S) dan u'_x terhadap kereta (S') Pada saat t sekon, P memiliki koordinat ruang (x, y, z) dan koordinat waktu t terhadap S serta memiliki koordinat ruang (x', y', z') dan koordinat waktu t' terhadap S'.

Menurut pemikiran Galileo, karena y sejajar dengan y' bisa dikatakan $y = y'$ dan $z = z'$ maka yang harus diperhatikan hanya arah sumbu x dan sumbu x' saja. Dengan demikian menurut Galileo, penumpang melihat Anto bergerak sejauh :

$$x' = x - vt \quad [1.10]$$

Sementara jika dibalik , Anto melihat penumpang bergerak sejauh :

$$x = x' + vt \quad [1.11]$$

Persamaan (1.10) dan (1.11) inilah yang dikenal dengan transformasi Galileo. Dalam tinjauan Galileo ini waktu yang diamati pengamat di S dan S' adalah sama sehingga, $t = t'$. Seperti yang kita semua tahu bahwa kecepatan merupakan turunan pertama dari fungsi posisi terhadap waktu. Jika persamaan 1.10 kita turunkan terhadap waktu maka :

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{dx}{dt} - v \quad [1.12]$$

$$u'_x = u_x - v \quad [1.13]$$

Dengan pertambahan kecepatan pada arah y dan z besarnya adalah sama, yaitu

$$u'_y = u_y; \quad u'_z = u_z \quad [1.14]$$



Untuk mendapatkan percepatan (a), persamaan (1.13) dan (1.14) diturunkan terhadap waktu, karena v konstan maka $\frac{dv}{dt} = 0$ sehingga berlaku hubungan :

$$a'_x = a_x; \quad a'_y = a_y; \quad a'_z = a_z$$

Dengan pertambahan kecepatan pada arah y dan z besarnya adalah sama, yaitu

$$u'_y = u_y; \quad u'_z = u_z \quad [1.14]$$

$$a'_x = a_x; \quad a'_y = a_y; \quad \text{dan}$$

$$a'_z = a_z \quad [1.15]$$

Dapat kita dilihat bahwa $a = a'$. Misalkan massa partikel di kerangka acuan S dan kerangka acuan S' adalah sama, maka hukum Newton di S adalah $F = ma$ dan di S' adalah $F' = ma'$, besarnya sama atau $F = F'$.

Dengan demikian, jika kita telusuri hukum Newton yang diturunkan dari transformasi Galileo menjadi :

$$F = F' \longrightarrow ma = ma' \quad [1.16]$$

Sehingga diperoleh transformasi kecepatan dan percepatan menurut Galileo seperti ditunjukkan tabel 1.2 dan tabel 1.3.

HIKMAH

Dalam konsep galileo tidak ada yang namanya ruang mutlak yang ada adalah ruang relatif. Isaac Newton dengan mengacu pada transformasi Galileo, juga menolak adanya ruang mutlak. Menurut Newton, sebuah obyek hanya bisa disebut bergerak jika telah terjadi perubahan jarak dengan obyek lain (sebarang obyek) di dunia ini. Jadi yang ada hanya ruang relatif. Namun baik Galileo maupun Newton tetap meyakini adanya waktu mutlak. Yaitu waktu bagi seluruh obyek di alam semesta ini adalah identik, tanpa dipengaruhi kedudukan dan kecepatan setiap obyek. Anggapan tentang waktu mutlak inilah yang direvisi oleh Einstein dengan relativitas khususnya.

Menurut Einstein waktu tidaklah mutlak, tapi relatif dan itu adalah benar adanya. Oleh karena itu sebagai orang islam kita harus memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya. Seperti kata pepatah lakukanlah lima perkara



Tabel 1.2
Transformasi Komponen kecepatan

S ke S'	S' ke S
$u'_x = u_x - v$	$u_x = u'_x + v$
$u'_y = u_y$	$u_y = u'_y$
$u'_z = u_z$	$u_z = u'_z$

Tabel 1.3
Transformasi komponen percepatan.

S ke S'	S' ke S
$a'_x = a_x$	$a_x = a'_x$
$a'_y = a_y$	$a_y = a'_y$
$a'_z = a$	$a_z = a'_z$

MARI MENYIMPULKAN!!

Apa yang dapat kalian simpulkan mengenai transformasi Galileo? Mari kita jawab pertanyaan dibawah ini

1. Kerangka acuan apa yang berlaku dalam transformasi Galileo?

.....
.....
.....

2. Bagaimana hukum Newton yang diturunkan dari transformasi Galileo?

.....
.....
.....

WAWASAN SAINS

Relativitas newton begitu meyakinkan ketika diterapkan pada benda yang memiliki kelajuan rendah. Akan tetapi permasalahan muncul ketika Maxwell menemukan bahwa cahaya adalah gelombang elektromagnetik.

Teori mengemukakan bahwa kecepatan cahaya selalu sama atau konstan misalnya sebuah mobil yang bergerak dengan kecepatan 80 km/jam, maka kecepatan cahaya yang dipancarkan oleh lampu mobil tersebut adalah c bukan c ditambah 80 km/jam.

Sumber : Aip Saripudin, 2009

**Contoh Soal!**

1. Sebuah kereta api bergerak melintasi stasiun dengan kecepatan 72 km/jam.

Syifa yang berada di salah satu gerbong berjalan searah gerak kereta api dengan kecepatan 0,5 km/jam. Berapakah kecepatan Syifa menurut pengamat yang berdiri di stasiun?

Penyelesaian:

Diketahui: $v = 72 \text{ km/jam}$ $u'_x = 0,5 \text{ km/jam}$

Ditanya: $u_x \dots ?$

$$\begin{aligned} u'_x &= u_x - v \quad \text{dan} \quad u_x = u'_x + v \quad \text{sehingga} \\ u_x &= 0,5 \text{ km/jam} + 72 \text{ km/jam} \\ &= 72,5 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan Syifa menurut pengamat yang diam di stasiun adalah 72,5 km/jam.

2. Taka sedang berdiri mengamati asap tebal yang mengepul di kejauhan pada jarak 2 km di sebelah baratnya. Nina mengendarai mobil dari arah timur tempat Taka berdiri menuju lokasi asap tadi. Setelah melintas di samping Taka, mobil Nina melaju dengan kelajuan konstan 36 km/jam. Berapakah jarak asap dari mobil Nina setelah 10 sekon melintas di samping Taka?

Penyelesaian:

Dalam hal ini kita akan menggap Taka sebagai kerangka acuan diam (S) dan Nina di dalam mobilnya sebagai kerangka acuan bergerak (S'). Pada saat 0 sekon, mobil Nina melintas disamping Taka. Nina bergerak dengan kelajuan 36 km/jam, berarti $= 36 \text{ km/jam} = 10 \text{ m/s}$. Jarak asap dari posisi Taka adalah 2 km, berarti $x = 2 \text{ km}$. Yang ditanyakan adalah jarak asap dari mobil Nina setelah 10 sekon, maksudnya x' setelah $t' = 2$. Oleh karena waktu bersifat mutlak (absolut) menurut Galileo berarti dalam hal ini $t = t' = 2$ sekon dan nilai x' adalah,

$$\begin{aligned} x' &= x - vt = 2.000 \text{ m} - (10 \text{ m/s}) 10 \text{ s} \\ &= 2.000 \text{ m} - 100 \text{ m} = 1.900 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi jarak asap dari mobil Nina, setelah 10 sekon melintas di samping Taka adalah 1.900 m

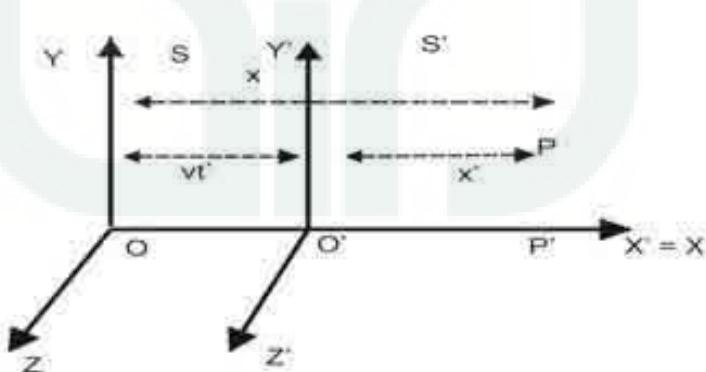


2. Transformasi Lorentz

Transformasi Lorentz merupakan salah satu konsep yang mendasari teori relativitas khusus (TRK). Transformasi Lorentz mirip dengan transformasi Galileo. Hanya saja transformasi Lorentz dapat digunakan untuk gerak yang sangat cepat mendekati kecepatan cahaya. Konsep waktu dalam transformasi Galileo bersifat absolut ($t = t'$ dalam setiap keadaan) sedangkan dalam transformasi Lorentz waktu menjadi relatif, waktu tidak lagi absolut.

a. Transformasi Komponen Koordinat

Formulasi transformasi Lorentz untuk transformasi koordinat antara dua kerangka acuan S dan S' ditunjukkan oleh tabel 1.4. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa komponen yang berubah dalam transformasi ini hanya pada arah sumbu x dan komponen waktu (t) saja.



Gambar 1.19

Koordinat S dan S'

Sumber : www.tvbelajar.wordpress.com

TOKOH

H.A Lorentz
(1853-1928)

Pada 1895, Lorentz mendapatkan seperangkat persamaan yang mentransformasikan kuantitas elektromagnetik dari suatu kerangka acuan ke kerangka acuan lain yang bergerak relatif terhadap yang pertama. Meski pentingnya penemuan itu baru disadari 10 tahun kemudian saat Albert Einstein mengemukakan teori relativitas khususnya.

Sumber : www.Wikipedia.org



**Tabel 1.4** transformasi Lorentz

S ke S'	S' ke S
$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
$y' = y$	$y = y'$
$z' = z$	$z = z'$
$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$t = \frac{t + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Selain dengan rumusan pada tabel 1.4 di atas. Rumusan transformasi Lorentz kadang-kadang disingkat dengan memasukan pengali γ yang disebut tetapan transformasi, yang nilainya ,

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad [1.17]$$

Dengan demikian rumusan transformasi untuk komponen x dan t dalam tabel 1.2 dapat dinyatakan sebagai berikut;

$$x = \gamma(x' + vt') \quad [1.18]$$

$$x' = \gamma(x - vt) \quad [1.19]$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right) \quad [1.20]$$

$$t = \gamma \left(t' + \frac{vx'}{c^2} \right) \quad [1.21]$$

b. Transformasi Kecepatan

Hukum fisika tidak berubah dalam kerangka acuan inersia. Besarnya kecepatan dapat ditentukan berdasarkan persamaan umum yaitu, $= dx/dt$.



Pada transformasi Lorentz, besar kecepatan u pada kerangka acuan S dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan $u_x = \frac{dx}{dt}$; $u_y = \frac{dy}{dt}$; $u_z = \frac{dz}{dt}$.

Sedangkan pada S' besar kecepatan u' dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan

$$u'_x = \frac{dx'}{dt}; \quad u'_y = \frac{dy'}{dt}; \quad u'_z = \frac{dz'}{dt}$$

Sekarang kita akan merumuskan komponen kecepatan dalam arah sumbu-X pada kerangka acuan S' , yaitu u'_x . Nilai u'_x ditentukan dengan rumus $u'_x = \frac{dx'}{dt}$... (i)

$$\text{Kita tentukan dulu } dx' = d\{\gamma(x - vt)\} = \gamma(dx - vdt) \quad \dots \text{(ii)}$$

Selanjutnya kita akan tentukan nilai

$$dt' = d\left\{\gamma(t - \frac{vx}{c^2})\right\} = \gamma(dt - \frac{vdx}{c^2}) \quad \dots \text{(iii)}$$

Berdasarkan persamaan (i), (ii), dan (iii) inilah kita akan memperoleh u'_x yaitu,

$$u'_x = \frac{\gamma(dx - vdt)}{\gamma(dt - \frac{vdx}{c^2})} = \frac{(dx - vdt)}{(dt - \frac{vdx}{c^2})} \quad \text{jika pembilang dan penyebut dibagi}$$

dengan dt maka akan diperoleh persamaan sebagai berikut;

$$u'_x = \frac{\left(\frac{dx}{dt} - v \frac{dt}{dt}\right)}{\left(\frac{dt}{dt} - \frac{v}{c^2} \frac{dx}{dt}\right)}$$

Dengan mengingat bahwa $dx/dt = u'_x$ kita peroleh

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}}$$

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}$$

[1.22]

Oleh karena arah gerak kerangka acuan S' terhadap kerangka acuan S sejajar dengan sumbu X, komponen kecepatan yang ada hanya pada arah sumbu X yaitu u'_x pada kerangka acuan S' ataupun u_x pada kerangka acuan S .

**Contoh Soal:**

1. Sebuah pesawat angkasa bergerak dengan kecepatan $0,4c$ terhadap pengamat yang diam di sebuah observatorium di Bumi. Pesawat angkasa ke-dua bergerak dengan kecepatan $0,3c$ relatif terhadap pesawat yang pertama. Berapa kecepatan pesawat ke-dua menurut pengamat yang di Bumi jika dihitung menurut relativitas Newton dan menurut relativitas Einstein?

Penyelesaian :

Diketahui :

$$v = 0,4c$$

$$u'_x = 0,3c$$

Ditanyakan

$$u_x = \dots ?$$

Jawab

:

- a. Menurut relativitas Newton

$$u'_x = u_x - v$$

Maka

$$\begin{aligned} u_x &= u'_x + v \\ &= 0,3c + 0,4c \\ &= 0,7c \end{aligned}$$

- b. Menurut relativitas Einstein

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}}$$

$$u_x = \frac{0,3c + 0,4c}{1 + \frac{(0,3c) \cdot (0,4c)}{c^2}}$$

$$\begin{aligned} u_x &= \frac{0,7c}{1,2} \\ &= 0,583c \end{aligned}$$

2. Yanto melihat dua pesawat garuda A dan B yang berjalan beriringan. Pesawat A mendekati bandara dengan kecepatan $0,08c$ dan pesawat B menjauhi bandara dengan kecepatan $0,06c$. Tentukan kecepatan pesawat garuda A menurut pilot pesawat garuda B.



Penyelesaian Jawab: Kecepatan pesawat A menurut pilot B dapat ditentukan dengan memilih pilot B sebagai kerangka acuan S dan Yanto sebagai kerangka acuan S' yang bergerak menjauhi bandara dengan kecepatan $-0,06c$.

$$\begin{aligned} u_x &= \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}} \\ &= \frac{0,08c + (-0,06c)}{1 + \frac{(0,08c)(-0,06c)}{c^2}} \\ &= \frac{0,02c}{0,995} \\ &= 0,020c \end{aligned}$$

3. Seorang pengamat yang diam di bumi mengamati sebuah benda langit P berjarak 4×10^8 meter dengan menggunakan teropong. Tiba-tiba sebuah pesawat antariksa melintasi pengamat itu dengan kecepatan konstan sebesar $0,2c$ lurus kearah benda P. Berapakah jarak benda P dari pesawat antariksa setelah 2 sekon?

Penyelesaian :

Pengamat yang diam di bumi berlaku sebagai kerangka acuan diam S, sedangkan pesawat antariksa yang bergerak dengan kecepatan konstan $v = 0,2c$ berlaku sebagai kerangka acuan bergerak S'. Dengan $t = 2$, $x = 4 \times 10^8$ meter, kita akan memperoleh nilai x' dari perumusan transformasi Lorentz yang sudah kita pelajari yaitu;

$$\begin{aligned} x' &= \gamma(x - vt) = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (x - vt) \\ &= \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,2)^2}{c^2}}} (4 \times 10^8 \text{ m} - (0,2)(3 \times 10^8 \text{ m/s})(2 \text{ s})) \\ &= \frac{1}{\sqrt{0,96}} (4 \times 10^8 \text{ m} - 1,2 \times 10^8 \text{ m}) = 2,86 \times 10^8 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi jarak benda P dari pesawat setelah 2 sekon adalah $2,86 \times 10^8$ m



Uji Formatif 2

Diskusikanlah dengan teman sebangkumu !

1. Apakah perbedaan prinsip antara transformasi Galileo dan transformasi Lorentz?
2. Sebuah titik **P** memiliki koordinat (x, y, z, t) dalam kerangka acuan **S**. Sebuah kerangka acuan lain, yaitu kerangka acuan **S'** bergerak terhadap kerangka acuan **S** dengan kecepatan v dalam arah sejajar sumbu y positif. Rumuskanlah koordinat **P** dalam kerangka acuan **S'** dengan komponen (x', y', z', t') jika, (a) nilai v jauh lebih kecil daripada c sehingga berlaku transformasi Galileo dan (b) nilai v mendekati c sehingga berlaku transformasi Lorentz!



Hasil Diskusi!





Pertanyaan Mendatar:

- ✓ (1)...dan Morley adalah ilmuwan yang membuktikan jika...(2)
sebenarnya tidak ada (tidak bisa dibuktikan keberadaannya).
- ✓ Ilmuwan penggagas teori relativitas khusus...(3)
- ✓ Detak waktu menjadi lebih lama bagi system yang bergerak... (4)
- ✓ Pada tahun 1945 Nagasaki dan Hiroshima diluluhlantakkan oleh sekutu menggunakan bom atom yangang merupakan konsep kesetaraan massa dan...(5)
- ✓ Akan terus bergerak kecuali ada gaya luar yang mempengaruhi...(6)

Menurun:

- ✓ Berpindah posisi...(7)
- ✓ Tidak Pasti...(8)
- ✓ Memiliki kelajuan 3×10^8 km/jam..(9)





KEGIATAN BELAJAR 3

POSTULAT TEORI RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN (TRK)



Gambar 1.9 Abu Ishak Al-Kindi
Sumber : www.fahrievka.blogspot.com

Namanya adalah Abu Ishak Al-Kindi (803-873 M) seorang muslim yang juga pernah menggagas konsep relativitas . Bahkan jauh sebelum Einstein mengeluarkan gagasan tentang relativitas . Walaupun Al-Kindi tidak mengeluarkan postulat seperti halnya Einstein, akan tetapi Dia telah mengungkapkan dasar-dasar teori relativitas dalam karyanya Al-Falsafa al-ula. Sayangnya, sangat sedikit umat Islam yang mengetahuinya. Menurut Al-Kindi, waktu hanya muncul ketika ada gerakan. Fisik bumi dan seluruh fenomena fisik adalah relatif. Relativitas,menurutnya, adalah esensi dari hukum eksistensi. Waktu, ruang, gerakan, benda semuanya relatif dan tak absolute.

Sumber: www.Republika.co.id

**Quis Fisika!**

Pernahkah kalian mensinkronkan (menyamakan) dua buah jam yang berbeda? Bagi sebagian dari kita, menyamakan(mensinkronkan) sebuah jam, mungkin bukanlah hal yang sulit. Akan tetapi tahukah kalian, bahwa cara yang sering kita gunakan mengabaikan waktu yang dibutuhkan oleh cahaya dari jarum jam untuk merambat sampai ke mata kita. Jika kita berada 1 m dari sebuah jam, maka arloji (jam) kita akan terlambat sekitar 3 ns (3×10^{-9} s). Tentu saja hal ini tidak akan membuat kita terlambat pergi ke sekolah. Tapi bagi para peneliti di laboratorium 3 ns adalah angka yang sangat istimewa.

Hal inilah yang membedakan antara TRK Einstein dan Relativitas Newton. Dalam TRK kelajuan cahaya di ruang hampa adalah sama ke segala arah. Hal inilah yang juga membuat Michelson dan Morley membuktikan bahwa eter tidak ada dan menyatakan bahwa kecepatan cahaya adalah konstan yang tidak bergantung pada pengamat.

Suatu ketika seorang fisikawan bernama De Wit merasa galau setelah mendengar berita mengenai percobaan Michelson-Morley. Dia merasakan sesuatu yang aneh mengenai hasil percobaan kecepatan cahaya.

Kecepatan cahaya muncul begitu saja sebagai satu temuan yang paling tidak masuk akal. Hal ini karena kecepatan cahaya tidak pernah berubah. Setelah galau seharian, akhirnya De wit melakukan tanya jawab dengan salah satu rekan kerjanya, maka tanya jawab pun terjadi " jadi cahaya selalu bergerak dengan kecepatan yang sama? Tanya seorang teman De Wit, " Begitu? Lalu apa anehnya? " tanyanya lagi. "Menurutku itu sangat aneh" jawab De Wit, "coba kalian jawab! "

1. Misalkan kita diam di depan sebuah lampu. Lampu tersebut kita matikan kemudian dihidupkan kembali, kira-kira berapa kecepatan cahayanya...?
2. Sekarang misal bola lampu tersebut diam dan sebuah benda bergerak menuju lampu dengan kecepatan 1 km/jam. Berapa kira-kira kecepatan cahayanya...?
3. Atau sebaliknya benda bergerak menjauhi lampu tersebut dengan kecepatan 1 km/sekon. Berapa kecepatan cahaya lampu tersebut ?

AYO KALIAN SIMPULKAN BERAPA KECEPATAN CAHAYANYA?



Teori relativitas khusus diumumkan tahun 1905, tidak lama setelah pembuktian terhadap eter gagal. Kenapa disebut teori relativitas khusus? Karena seperti namanya, hanya dapat diterapkan pada kasus khusus, yaitu dalam situasi pengamat bergerak dengan kecepatan konstan relatif terhadap satu sama lain dalam satu garis lurus. Teori relativitas khusus Einstein didasarkan pada dua postulat yaitu ;

1. Postulat pertama

Hukum-hukum fisika memiliki bentuk yang sama pada semua kerangka acuan inersia.

2. Postulat kedua

Kelajuan c cahaya di ruang hampa ke segala arah adalah sama untuk semua pengamat, tidak bergantung pada gerak sumber cahaya maupun

Dalam postulat pertama relativitas khusus, Einstein tetap mempertahankan tentang gagasan kerangka acuan inersial. Postulat ini merupakan perluasan dari teori relativitas Newton, yang tidak hanya memasukkan hukum-hukum mekanika tentang gerak saja, akan tetapi hukum-hukum fisika lainnya.



(Evaluasi diri)
MUHASABAH

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيمًا وَقُعُودًا
وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي
خَلْقِ الْسَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا
خَلَقْتَ هَذَا بِنِطِيلٍ سُبْحَانَكَ
فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ



(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka. (QS. Ali 'Imran :191)

Memahami keteraturan hukum-hukum alam, banyak pelajaran yang dapat kita ambil, Dengan mempelajarinya, berarti kita juga mempelajari hukum-hukum Allah SWT. Karenanya tidaklah sia-sia apa yang ada di langit dan di bumi.



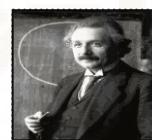
Postulat kedua memiliki implikasi yang sangat luas dalam hukum fisika. Penjumlahan kecepatan sebagaimana konsep transformasi Galileo tidak berlaku untuk cahaya. Menurut Einstein, waktu t dan waktu t' tidaklah sama sehingga transformasi Galileo dan teori relativitas Newton tidak dapat digunakan pada cahaya begitu juga pada benda atau partikel yang memiliki kecepatan tinggi mendekati kecepatan cahaya.

Teori relativitas Khusus Einstein, ditinjau dengan menggunakan transformasi Lorentz yang memasukkan besaran c sebagai kecepatan cahaya sehingga kecepatan, waktu, panjang dan massa semuanya bersifat relatif. Artinya dua orang pengamat dengan kerangka acuan yang berbeda akan mendapatkan hasil pengukuran yang berbeda.

Sebagian dari kalian mungkin ada yang bertanya, kenapa menggunakan kecepatan cahaya? Pertama, untuk menjelaskan tidak ada benda yang akan memiliki $1c$ (satu kecepatan cahaya atau $299.792.458$ meter per detik). Karena jika memiliki kecepatan sedemikian besar, bukan lagi kita menyebutnya benda tapi gelombang. Kedua, agar perbedaan tingkat kerelatifannya terlihat signifikan.

Catatan:

- ✚ kecepatan cahaya menurut standar Internasional (SI) adalah $299.792.458$ km/s atau $2,9979 \times 10^8$ m/s ($3 \cdot 10^8$ m/s)
- ✚ 1 jam cahaya = $1.079.252.848,80$ km, Sedangkan 1 tahun cahaya = $9.460.730.472.580,8$ km atau biasa dibulatkan menjadi 10 trilyun km.



**ALBERT
EINSTEIN
(1879-1955)**

Albert Einstein lahir di Ulm Jerman, pada tanggal 14 Maret 1879. Meninggal di Princeton, Amerika Serikat, 18 April 1955 pada umur 76 tahun. Einstein adalah seorang ilmuwan fisika teoretis yang dipandang luas sebagai ilmuwan terbesar dalam abad ke-20.

Dia mengembangkan teori relativity dan juga banyak menyumbang bagi pengembangan mekanika kuantum, mekanika statistik, dan kosmologi. Dia dianugerahi Penghargaan Nobel dalam Fisika pada tahun 1921 untuk penjelasannya tentang efek fotolistrik dan "pengabdianya bagi Fisika Teoretis".

Terminologi Waktu dalam Al-Qur'an

Secara umum waktu diartikan sebagai seluruh rangkaian saat ketika diproses, perbuatan atau keadaan berlangsung. Dalam hal ini skala waktu merupakan interval antara dua buah keadaan atau kejadian atau bisa juga lama berlangsungnya suatu kejadian. Aktifitas kehidupan manusia terikat oleh aturan. Salah satu yang mengaturnya adalah waktu.

Berbicara mengenai waktu, dalam tulisannya Qurais Shihab mengutip ungkapan Malik bin Nabi dalam bukunya *Syurut An-Nahdah (Syarat-syarat kebangkitan)*, yang artinya kira-kira sebagai berikut “*Tidak terbit fajar suatu hari, kecuali dia berseru,*” *Putra-putri Adam, aku waktu, aku ciptaan baru, yang menjadi saksi usahamu. Gunakan aku, karena aku tidak akan kembali lagi sampai hari kiamat*”.

Berkali-kali Allah SWT bersumpah atas nama waktu. Demi dhuha, demi fajar, demi subuh, demi cahaya merah pada waktu senja, demi malam, demi siang, dan demi masa. Al-Qur'an menggunakan lima terminologi tentang waktu yaitu *ajal* mengisyaratkan bahwa sesuatu ada batas waktu berakhirnya, hanya Allah SWT yang abadi. Seperti halnya dalam QS Yunus: 49 dan QS Al-Qashash: 28. Kata *Dahr* memberi kesan bahwa segala sesuatu pernah tiada dan eksistensinya terikat oleh waktu, contohnya dalam QS AL-Insaan : 1

هلْ أَتَىٰ عَلَىٰ إِلَٰئِنْسِنٍ حِينٌ مِّنَ الْدَّهْرِ لَمْ يَكُنْ شَيْئًا مَّذُكُورًا

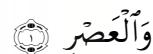
Artinya: *Bukankah telah datang atas manusia satu waktu dari masa, sedang Dia ketika itu belum merupakan sesuatu yang dapat disebut?*

Menurut Quraish Shihab *حين* dapat dipahami sebagai waktu secara mutlak , panjang atau pendek. Sedangkan *(الدهر)* Ia adalah wujud alam raya.



Alam semesta ada bahkan sebelum adanya manusia. Ayat ini juga mengingatkan kita tentang awal kehadiran kita ke Bumi ini agar kita tidak sombong, angkuh dan berpaling dari Tuhan Yang Maha Pencipta

Selanjutnya yaitu kata **Waqt'** diartikan sebagai batas akhir suatu kesempatan untuk melakukan pekerjaan dan kata **'ashr**. Kata **al-'ashar** dari segi kebahasaan menurut Ibnu Faris memiliki tiga makna yaitu: 1) ad-dahr (masa), 2) al-'usharah (perahan) dan 3) al-malja'(tempat berlindung). Dalam QS Al-'Ashr :1



Artinya: demi masa.

Al-Ashfahani menyebutkan bahwa kata 'ashr adalah masdar dari kata *'ashara* *Al-ma'shur artinya sesuatu yang diringkas. Dari pengertian di atas menurut Quraish Shihab yang benar adalah waktu secara umum. Dan yang terakhir adalah kata **dhuha*** :waktu ketika matahari naik sepenggalan di waktu pagi. Mujahid dan Al-kalbi mengartikan kata dhuha sebagai sinar matahari. Muhamad Abduh mengartikannya sebagai sinar matahari diwaktu pagi. Sementara itu Qatadah yang kemudian didukung oleh Al-Farra' dan Ibnu Qutaibah mengartikannya sebagai "panas teriknya".

Sebuah syair Arab mengibaratkan waktu seperti pedang. "*Al-Waqt ka al-saif. Fa in lam taqtha'hu qath'aka.*" Waktu laksana pedang. Oleh karena itu, jika kamu tidak memanfaatkan waktu dengan sebaik-baiknya, ia akan menebasmu. Ajaran pentingnya memanfaatkan waktu telah memotivasi para ilmuwan Muslim untuk menciptakan alat pengukur waktu, yakni jam. Selain didesak tuntutan hidup, pembuatan jam di dunia Islam juga didorong kebutuhan keagamaan. Dengan menguasai teknologi pembuatan jam, umat Islam dapat mengetahui waktu shalat.

Kecepatan cahaya dalam QS Al-Ma'aarij: 4

Adakah objek yang memiliki kecepatan melebihi kecepatan cahaya? Kecepatan cahaya yang telah banyak diteliti oleh para ilmuan terutama Einstein ternyata menghasilkan suatu harga yang terhingga (3×10^8 m/s). Terdapat beberapa ayat dalam Al-Qur'an yang menyiratkan tentang kecepatan cahaya, salah satunya yaitu QS Al-Ma'aarij, 70:4.

نَعْرُجُ الْمَلِئَكَةَ وَالرُّوحَ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ خَمْسِينَ أَلْفَ سَنَةً ﴿٤﴾

Artinya: malaikat-malaikat dan Jibril naik (menghadap) kepada Tuhan dalam sehari yang kadarnya limapuluhan ribu tahun.

Malaikat diciptakan dari partikel cahaya. Terdapat hal yang menarik yang ditulis oleh Ibnu Katsir dalam tafsirnya tentang ayat di atas. Dia berpendapat bahwa yang dimaksud dengan ar-ruh (الروح) adalah Jibril AS atau salah satu jenis ruh anak-anak adam yang sudah dicabut jasadnya.

Partikel cahaya menjadi material dasar penciptaan malaikat itu mampu bergerak dengan kecepatan sekitar 300.000 km/jam. Nilai dan angka ini hanya perkiraan manusia saja dan tidak membatasi kecepatan gerak malaikat pada 300.000km/jam dan tentu saja malaikat mampu bergerak lebih cepat dari itu. Kemudian kita lihat QS As-Sajdah, 32:5

يُدَبِّرُ الْأَمْرَ مِنْ السَّمَاءِ إِلَى الْأَرْضِ ثُمَّ يَعْرُجُ إِلَيْهِ فِي يَوْمٍ كَانَ مِقْدَارُهُ أَلْفَ سَنَةٍ

مِمَّا تَعْدُونَ ﴿٥﴾

Artinya: Dia mengatur urusan dari langit ke bumi, kemudian (urusan) itu naik kepadanya dalam satu hari yang kadarnya adalah seribu tahun menurut perhitunganmu.

Ahli tafsir berpendapat jika "Dia" dalam ayat QS As-Sajdah ayat 5 di atas adalah malaikat yang membawa urusan dari langit ke bumi yang kadarnya sama dengan 1000 tahun menurut perhitungan manusia. Dari keterangan ini sebenarnya tidak ada alasan lagi bagi manusia, khususnya kita untuk mengingkari kebenaran Al-Qur'an dan adanya kehidupan akhirat.



Uji Kompetensi 3

- Andai sebuah pesawat antariksā dengan kecepatan tertinggi yang masih diperbolehkan oleh postulat Einstein melintasi Bumi menuju Bulan yang berjarak 380.000 km dari Bumi. Sejak melintasi Bumi pesawat tersebut melaju dengan kecepatan konstan pada batas tertinggi kecepatannya. Berapa detik waktu yang dibutuhkan pesawat itu untuk menempuh jarak Bumi-Bulan?
- Jika dua berkas cahaya di udara bergabung membentuk pola interferensi pada sebuah detektor. Berapakah kelajuan berkas-berkas cahaya itu?

Hasil Diskusi





KEGIATAN BELAJAR 4

KONSEKUENSI POSTULAT RELATIVITAS KHUSUS EINSTEIN



Gambar 1.10
Sumber : www.wikipedia.org

Al Battani adalah seorang ahli astronomi dan matematikawan dari Arab. Al Battani lahir di Harran dekat Urfa. Salah satu pencapaiannya yang terkenal adalah tentang penentuan tahun matahari sebagai 365 hari, 5 jam, 46 menit dan 24 detik. Al Battani juga menemukan sejumlah persamaan trigonometri. Mengetahui jarak bumi matahari, alat ukur gravitasi, alat ukur garis lintang dan busur bumi pada globe dengan ketelitian sampai 3 desimal, C jauh sebelum Galileo

Sumber: <http://islamislogic.wordpress.com>



Konsekuensi Postulat Teori Relativitas Khusus Einstein

Teori Relativitas khusus (TRK) merupakan teori pengukuran objek dalam kerangka acuan inersia. Jangkauan analisis teori ini yang meliputi gerak dengan kecepatan tinggi, yaitu hampir mendekati kecepatan cahaya. Ternyata TRK memiliki akibat yang cukup menarik untuk diamati. Kontraksi (pengerutan panjang, dilatasi waktu serta kesetaraan massa dan Energi merupakan beberapa konsekuensi logis dari TRK yang akan segera kita pelajari.

1. Kontraksi Panjang

Pernahkah kalian memperhatikan mobil yang melaju dengan sangat cepat? Apa yang terjadi? Benar! Mobil tersebut terlihat lebih pendek dari panjang yang sebenarnya! Peristiwa ini disebut kontraksi panjang. Kontraksi panjang adalah *relatifnya hasil pengukuran panjang pada gerak relatif. Dengan kata lain, panjang yang terukur oleh pengamat yang bergerak terhadap benda atau objek yang diukur, terlihat lebih pendek dari panjang yang sebenarnya.*

Tinjaulah sebuah pesawat yang bergerak dengan kelajuan v dari titik A ke titik B, seperti pada gambar 1.21. Panjang dari A ke B adalah tetap (L_0). Seorang pengamat yang diam relatif terhadap titik A dan B akan mengukur panjang AB yang sebenarnya, yaitu L_0 .

Dipihak lain jarak AB menurut pilot (L), adalah $L = v\Delta t_0$. Dengan Δt_0 adalah selang waktu yang diperlukan pesawat untuk menempuh jarak AB menurut sang pilot dan Δt adalah selang waktu yang terukur oleh pengamat diam.

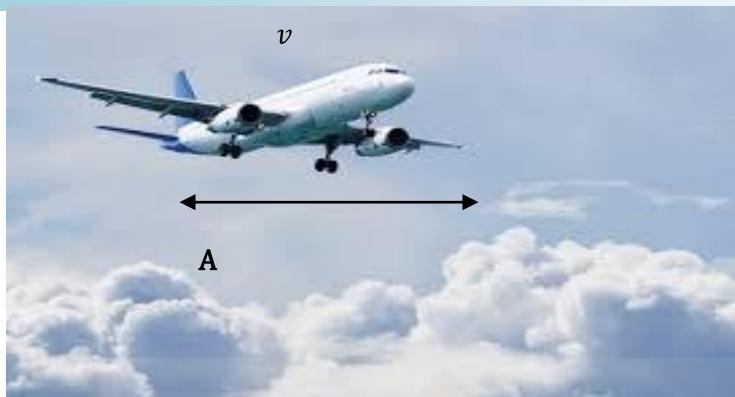
WAWASAN SAINS

kereta api yang memendek



Kereta api yang melaju dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya akan tampak lebih pendek, akan tetapi tingginya tidak berubah. Hal ini tidak tampak bila kecepatannya rendah. Sebuah mobil yang melaju 160km/jam akan tampak lebih kecil satu per dua triliun persen.

Sumber: Joko Budianto: 2009



Gambar 1.11 penyusutan panjang atau jarak.

Sumber : www.asiatravel.co.il

Kenapa bisa terjadi demikian? Karena, walaupun pilot bergerak, tetapi ia diam relatif terhadap pesawat sedangkan pengamat bergak relatif terhadap pilot. Jadi jarak AB menurut pengamat adalah $L_0 = v\Delta t$. Sehingga, perbandingan keduanya memiliki hubungan sebagai berikut :

$$\frac{L}{L_0} = \frac{v\Delta t_0}{v\Delta t} = \frac{\Delta t_0}{\Delta t} \quad [1.26]$$

Dari transformasi Lorentz kita peroleh;

$$\frac{\Delta t_0}{\Delta t} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad [1.27]$$

dengan demikian

$$\frac{L}{L_0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \text{ atau } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad [1.28]$$

Dengan

L = Panjang benda diukur oleh pengamat yang berada dalam kerangka acuan yang bergerak relatif terhadap kerangka acuan tempat benda tersebut berada.

Catatan:

Akibat kontraksi panjang:

- Benda yang bergerak cepat akan teramat lebih pendek daripada ukuran sebenarnya oleh pengamat diam
- Benda yang diam akan teramat lebih pendek daripada ukuran yang sebenarnya oleh pengamat yang bergerak cepat.



L_0 = Panjang benda yang diukur oleh pengamat yang berada di dalam kerangka yang sama dengan tempat benda.

v = Kelajuan relatif kerangka acuan s' terhadap kerangka acuan S

c = Kelajuan cahaya

Persamaan di atas menunjukkan bahwa panjang benda yang terukur oleh pengamat yang bergerak terhadap benda yang diukur akan terlihat lebih pendek dari panjang yang sebenarnya (L_0). Penyusutan panjang hanya terjadi sepanjang arah gerak, sedangkan semua komponen panjang lainnya (tegak lurus arah gerak) tidak mengalami penyusutan panjang.

Contoh soal :

1. Sebuah roket mempunyai panjang 100 m. Roket tersebut bergerak dengan kecepatan $0,8c$ (c = cepat rambat cahaya). Menurut orang di bumi, berapakah panjang roket tersebut selama bergerak ?

Penyelesaian:

Diket:

$$L_0 = 100 \text{ m}$$

$$v = 0,8c$$

Ditanya $L = \dots ?$

$$\text{Jawab : } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 100m \sqrt{1 - \frac{0,8c^2}{c^2}} = 60 \text{ m}$$

Jadi panjang roket tersebut menurut orang di bumi adalah 60 meter.

2. Jarak antara dua puncak gunung di bumi adalah 250 km. Tentukan jarak antara dua puncak gunung ini menurut pengamat yang berada dalam pesawat antariksa yang sedang bergerak dengan kecepatan $0,8c$.

Penyelesaian:

Diketahui

$$L_0 = 100 \text{ km}$$

$$v = 0,8c$$



Jarak antara dua puncak gunung menurut pengamat yang bergerak akan mengalami kontraksi panjang, yaitu;

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 250 \text{ km} \sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}} = (250 \text{ km})(0,6) = 150 \text{ km}$$

3. Sebuah kereta monorel berbentuk balok memiliki ukuran sesungguhnya panjang 11 m dan tinggi 12 meter serta lebar 2,5 meter. Tentukan volumenya menurut pengamat di pesawat antariksa yang bergerak dengan kecepatan $0,8c$ relatif terhadap kereta monorel dalam arah sejajar salah satu rusuknya.

Penyelesaian

Diketahui:

$$V_0 = p \times l \times t$$

$$L_0 = 12 \text{ meter}$$

$$v = 0,6 c$$

Rusuk yang sejajar dengan gerak pengamat akan mengalami kontraksi Lorentz, sementara rusuk lainnya tidak berubah.

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 11 \text{ m} \sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}} = (11 \times 10^3 \text{ m})(0,8) = 8,8 \times 10^3 \text{ m}$$

Jadi menurut pengamat yang bergerak, kereta monorel akan tampak seperti balok memiliki volume:

$$\begin{aligned} V_0 &= L \times l \times t \\ &= (8,8 \times 10^3) \times 12 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = 264 \times 10^3 \text{ m} \end{aligned}$$



Mari melakukan pengamatan:

Mengamati kontraksi panjang

Alat:

Kamera digital, computer, *software* pengolah gambar (seperti pisaca, magic photo, pain, adobe photoshop dll), tiang sepanjang 1 meter.

Cara Kerja:

1. Berdirilah di tepi jalan raya yang sering dilewati kendaraan dengan kecepatan tinggi.
2. Tempatkan tiang sedemikian sehingga selalu ikut terpotret.
3. Potretlah beberapa kendaraan yang melintas cepat di depanmu catat jenis kendaraan yang berhasil kamu potret.
4. Masukan gambar hasil bidikan kameramu ke computer, hitunglah panjang masing-masing kendaraan itu dengan cara membandingkannya dengan panjang tiang 1 meter dalam potret.
5. Carilah informasi tentang ukuran masing-masing kendaraan yang berhasil kamu potret
6. Bandingkan hasil perhitunganmu tentang ukuran kendaraan yang sedang bergerak, dalam potret dan ukuran normalnya.

Pertanyaan:

1. Seperti apakah hasil yang kamu perkirakan? Diskusikan lah dengan teman atau guru fisika mu!
2. Berikan pendapatmu mengenai kegiatan percobaan ini?

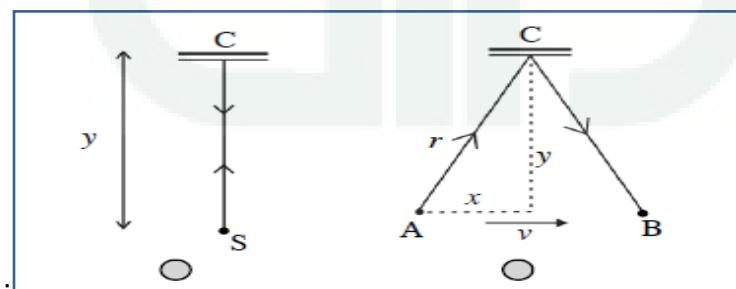




2. Dilatasi Waktu (*Time Dilatation*)

Salah satu akibat penting postulat Einstein mengenai waktu adalah peristiwa yang disebut pemuluran waktu atau dilatasi waktu. **Dilatasi waktu ialah fenomena waktu yang dirasakan oleh sesuatu yang diam terhadap kejadian akan terasa lebih lama dibandingkan dengan waktu yang ditempuh benda yang bergerak dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya.**

Hal ini terjadi karena waktu bukan besaran mutlak. Dengan kata lain ada perbedaan waktu yang terukur oleh pengamat yang memiliki kerangka acuan yang berbeda. Penemuan penemuan ilmu pengetahuan modern membawa kita pada kesimpulan bahwa waktu tidak bersifat mutlak (absolut) seperti halnya anggapan fisika Newton. Untuk memahami hal tersebut tinjaulah gambar 1.12 dibawah ini



Gambar 1.12 Lintasan cahaya menurut pengamat yang diam (a) dan yang bergerak (b) dengan kelajuan tetap terhadap kejadian

Sumber : Fisika SMA kelas XII oleh Aip Saipudin



WAWASAN SAINS

GPS

GPS (Global Positioning System) yang saat ini banyak dijumpai pada Handphone merupakan aplikasi dari teori relativitas umum dan relativitas khusus Einstein. GPS adalah alat untuk menunjukkan dimana posisi kita di bumi (Lintang, bujur dan ketinggian) dengan akurasi 5-10 m.

Konfigurasi GPS saat ini berupa jaringan 24 satelit di orbit tinggi sekitar bumi. Dalam hal ini jam satelite di orbit dibandingkan dengan jam di darat sebagai faktor koreksi pengiriman signal.

Sumber : www.astronomy.ohio-state.edu



Misalnya, kamu berdiri di titik **S** dengan menghidupkan sebuah senter, dan mengarahkan cahaya senter tersebut kesebuah cermin **C** yang berjarak y dari posisi kamu berada. Pengamat yang diam, dalam hal ini adalah kamu, akan mendapati cahaya datang dan cahaya pantul akan melewati lintasan yang sama seperti diperlihatkan pada gambar sebelah kiri. Waktu yang diperlukan cahaya untuk menempuh lintasan bolak-balik adalah adalah $\Delta t_0 = \frac{2y}{c}$.

Sementara itu misalkan ada seorang pengamat yang bergerak dengan kelajuan v terhadap peristiwa, akan melihat jika lintasan cahaya seperti gambar disebelah kanan. Dalam selang waktu Δt , cahaya telah menpuh jarak AB , yaitu $2x = v\Delta t$.

Selanjutnya kamu bisa menggunakan dalil pythagoras untuk memperoleh nilai r , yaitu resultan jarak yang ditempuh oleh cahaya,

$$r = \sqrt{y^2 + x^2} \text{ atau } r = \sqrt{y^2 + \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2} \quad [1.23]$$

Selang waktu yang dibutuhkan cahaya untuk menempuh lintasan ABC adalah sebagai berikut :

$$\Delta t = \frac{2r}{c} = \frac{2}{c} \sqrt{y^2 + \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2}$$

$$(\Delta t)^2 = \frac{4}{c^2} \left(y^2 + \left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2 \right) = \frac{4y^2}{c^2} + \frac{v^2}{c^2} (\Delta t)^2$$

$$(\Delta t)^2 - \frac{v^2}{c^2} (\Delta t)^2 = \frac{4y^2}{c^2}$$

$$(\Delta t)^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = \frac{4y^2}{c^2} \quad [1.24]$$



Bila kedua ruas diakarkan kemudian masukan persamaan $\Delta t_0 = \frac{2y}{c}$ maka akan diperoleh bahwa,

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

[1.25]

Dengan

Δt = selang waktu menurut pengamat yang bergerak terhadap kejadian (sekon).

Δt_0 = selang waktu menurut pengamat yang diam terhadap kejadian (sekon)

Terlihat bahwa selang waktu $\Delta t > \Delta t_0$ atau selang waktu yang diukur pengamat yang bergerak terhadap kejadian selalu lebih lama (mulur) dari waktu yang terukur oleh pengamat yang diam terhadap kejadian, (Δt_0) disebut waktu yang sebenarnya (*Proper time*). Salah satu fenomena dilatasi waktu yang terkenal adalah paradok kembar.



Agar lebih memahami, konsep dilatasi waktu ini, ayo lihat contoh di bawah ini.

Contoh soal!

1. Dua orang A dan B adalah anak kembar. Pada umur 20 tahun A pergi ke ruang angkasa dengan pesawat yang lajunya $0,8 c$ dan kembali ke bumi pada saat B berumur 30 tahun. Berapakah umur B menurut A yang baru kembali?

Jawab:

A bergerak bersama pesawat dengan $v = 0,8 c$ sehingga A sebagai kerangka yang diam, maka pertambahan umur yang ingin dihitung A adalah Δt_0 . Menurut B sebagai kerangka yang bergerak terhadap pesawat, selang waktu $\Delta t = 30 - 20 = 10$ tahun



$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$10 = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,8 c)^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{0,36}} = \frac{\Delta t_0}{0,6} \text{ sehingga } \Delta t_0 = 6 \text{ tahun}$$

Jadi menurut A, umur B seharusnya bertambah 6 tahun (Δt_0), bukan 10 tahun (Δt) dan menurut A umurnya B baru $20 + 6 = 26$ tahun.

2. Sebuah pesawat antariksa dengan kelajuan $0,9 c$ mengorbit bumi selama tujuh hari menurut awak pesawat. Berapa lama pesawat itu mengorbit menurut pengamat yang di bumi?

Penyelesaian:

Diketahui :

$$\Delta t_0 = 7 \text{ hari}$$

$$v = 0,9 c$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{7 \text{ hari}}{\sqrt{1 - \frac{(0,9 c)^2}{c^2}}} = \frac{7 \text{ hari}}{\sqrt{0,19}} = 16,050 \text{ hari} = 16 \text{ hari}$$

Jadi, menurut pengamat yang diam di bumi, pesawat antariksa tersebut telah mengorbit selama 16 hari

Waktu yang bersifat relatif, Tinjauan Qs Al-Kahfi ayat 18, 19, dan 25

Apakah kamu pernah mendengar tentang kisah Ashabul Kahfi?

Beberapa tokoh, seperti seperti Harun Yahya dan Achmad Baiquni menyebutkan beberapa ayat Al-Qur'an yang menunjukkan bahwa waktu bersifat relatif, dengan kata lain waktu adalah persepsi psikologis yang dipengaruhi oleh peristiwa, tempat dan kondisi. Sebagai contoh, Allah SWT membuat Ashabul Kahfi tertidur selama 309 tahun Hijriah atau 300 tahun menurut penanggalan tahun Masehi sedangkan Ashabul Kahfi merasa tidur hanya sehari atau setengah hari saja.



Kisah Ashabul Kahfi (Bahasa Arab: أَصْحَابُ الْكَهْفِ) merupakan suatu kisah tentang beberapa orang pemuda yang tertidur di dalam sebuah gua, dan hanya bangun tiga abad kemudian. Pemuda-pemuda beriman ini hidup di tengah masyarakat penyembah berhala dengan seorang raja yang zalim bernama Raja Decius dari Rom. Beberapa ratus tahun sebelum diutusnya Nabi Isa AS.

Kisah Ashabul Kahfi dalam QS Al-Kahfi ayat 18, 19, dan 25

وَتَحْسَبُهُمْ أَيْقَاظًا وَهُمْ رُقُودٌ ...

18. dan kamu mengira mereka itu bangun, Padahal mereka tidur.. (QS. Al-Kahfi : 18).

وَكَذَلِكَ بَعَثَنَا مِنْهُمْ لِيَتَسَاءَلُوا بَيْنَهُمْ قَالَ قَائِلٌ مِنْهُمْ كَمْ لَبِثْتُمْ
قَالُوا لَبِثْنَا يَوْمًا أَوْ بَعْضَ يَوْمٍ قَالُوا رَبُّكُمْ أَعْلَمُ بِمَا لَبِثْتُمْ
فَأَبَيَّثُوا أَحَدُكُمْ بِوَرْقَكُمْ هَذِهِ ...

Dan demikianlah Kami bangunkan mereka agar mereka saling bertanya diantara mereka sendiri. berkatalah salah seorang di antara mereka: sudah berapa lamakah kamu berada (disini?). mereka menjawab: "Kita berada (disini) sehari atau setengah hari". berkata (yang lain lagi): "Tuhan kamu lebih mengetahui berapa lamanya kamu berada (di sini). (QS. Al-Kahfi :19).

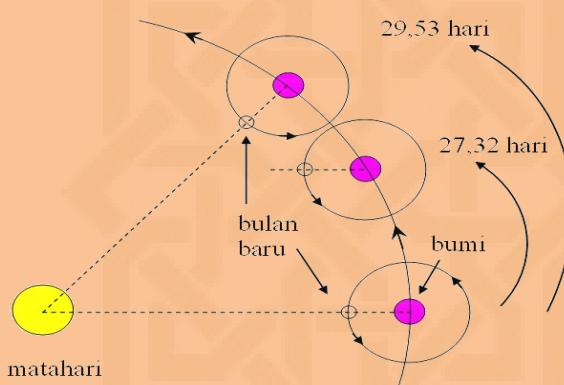
وَلَبِثُوا فِي كَهْفِهِمْ ثَلَاثَ مِائَةٍ سِنِينَ وَأَرْدَادُوا تِسْعًا

Dan mereka tinggal dalam gua mereka tiga ratus tahun dan ditambah sembilan tahun (lagi)(QS. Al-Kahfi: 25).

Sumber : Harun Yahya. Fakta-fakta yang mengungkap hakekat hidup. 2004

Teropong Islam Sains

Bagaimana 309 Hijriah sama dengan 300 tahun menurut penanggalan Masehi? Perlu kalian ketahui dalam bidang astronomi dikenal 2 macam sistem kalender, yaitu sistem sinodik yaitu kalender Bulan yang didasarkan pada penampakan semu gerak Bulan dan Matahari apabila dilihat dari Bumi. Berdasarkan sistem sinodik ini, 1 hari = 24 jam dan 1 bulan = 29,52059 hari. Kedua sistem sidereal, yaitu kalender bulan yang didasarkan pada pergerakan relatif Bulan dan Matahari terhadap bintang dan alam semesta. Berdasarkan sistem sideral ini satu hari akan sama dengan 23 jam 56 menit 4,0906 detik atau setara dengan 86164,0906 detik. Dan satu bulan setara dengan 27,321661 hari.



Gambar 1.23 Ilustrasi satu bulan sideris dan satu bulan sinodik

Sumber: Aliboron.wordpress.com

Kalender masehi yang mengacu pada perputaran Matahari bilangan hari dalam satu tahunnya adalah 365,2422 hari. Kalender lunlar (Qomariyah) atau kalender Hijriah, memiliki 12 bulan dalam setahun. Dengan menggunakan siklus sinodik Bulan, bilangan hari dalam satu tahunnya adalah ($12 \times 29,53059$ hari = 354,36708 hari). Hal inilah yang menjelaskan 1 tahun kalender hijriah lebih pendek sekitar 11 hari dibanding dengan 1 tahun kalender masehi.

$$300 \text{ tahun (masehi)} = 300 \times 365,2422 = 109.572,66 \text{ hari}$$

$$300 \text{ tahun (hijriah)} = 300 \times 354,36056 = 106.310,11 \text{ hari}$$

Selisih jumlah hari = $109.572,66 - 106.310,11 = 3.262,55$ hari. Maka, jika diubah ke dlm satuan tahun,

$$3.262,55 : 365,2422 = 8,93256 \text{ tahun Masehi (dibulatkan menjadi 9 tahun)}$$

$$3.262,55 : 354,36056 = 9,20669 \text{ tahun Hijriah (dibulatkan menjadi 9 tahun)}$$

**Tabel 1.5** Perhitungan kalender masehi dan kalender hijriah dalam kisah Ashabul kahfi

Masehi		Hijriah
365 hari	Selisih 11 hari	354 hari
300 tahun		300 tahun
$300 \times 365,2422 = 109.572,66$ hari	11 hari \times 300 tahun $109.572,66 - 106.310,11 = 3.262,55$	$300 \times 354,36056 = 106.310,11$
$3.262,55 : 365,2422 = 8,93256$ tahun Masehi (dibulatkan menjadi 9 tahun)		$3.262,55 : 354,36056 = 9,20669$ tahun Hijriah (dibulatkan menjadi 9 tahun)

Menurut Agus Purwanto, seorang alumnus Universitas Hiroshima Jepang dalam bukunya Ayat-ayat semesta, fenomena waktu yang dapat dikaitkan dengan waktu 300 tahun masehi dan 309 tahun hijriah adalah Pengeseran Hari Raya Idul fitri maupun Idhul Adha yang selalu maju (sekitar) sebelas hari setiap tahunnya. Sebagai contoh, Idhul Fitri tahun 2006 berlangsung 23/24 Oktober, sedangkan pada tahun 2007 berlangsung 12/13 Oktober, tetapi hari Natal umat Nasrani selalu tetap, yakni jatuh pada tanggal 25 Desember.

Banyak pelajaran yang dapat kita ambil dari kisah Ashabul Kahfi tersebut, salah satunya yaitu, seberat apapun masalah dan kesulitan yang kita hadapi, hendaklah kita tetap mempertahankan keimanan dan keyakinan kita terhadap Tuhan Yang Yang Maha Esa.

Seperti halnya dengan pemuda Ashabul Kahfi, Karena mereka tetap mempertahankan keyakinan mereka terhadap Allah SWT, maka dengan pertolongan Allah SWT, Ashabul Kahfi tetap sehat dan tidak mengalami penuaan walaupun sudah melewati waktu berabad-abad.



Inilah keagungan Allah SWT, yang Maha Menciptakan. Karena Ia yang menciptakan waktu, keberadaan-Nya tidak dibatasi oleh waktu. Disisi lain, manusia dibatasi oleh waktu yang ditakdirkan Allah SWT. Waktu terasa cepat jika kita mendapat kebahagiaan. Tapi sebaliknya, jika kita mendapat musibah, waktu terasa sangatlah lama. Oleh karenanya memanfaatkan waktu sebaik-baiknya dan mengisinya dengan kegiatan yang positif tidak akan membuat waktu yang kita miliki tidak terbuang dengan sia-sia.

3. Kecepatan Relatif dalam TRK

Ayo kita cermati kasus berikut bu Erna berdiri di pinggir stasiun saat mengantarkan Syifa yang akan pergi keluar kota. Kereta yang pada mulanya diam mulai bergerak dengan kecepatan konstan sebesar u . Seorang penumpang bernama Taka berjalan searah dengan gerakan kereta dengan kecepatan u'_x relatif terhadap kereta.

Dalam kasus ini kita Bu Erna sebagai kerangka acuan diam S dan Kereta sebagai kerangka acuan bergerak S sehingga kita memiliki;

v = kecepatan kereta relative terhadap Bu erna.

u'_x = kecepatan Taka relatif terhadap kereta.

Maka menurut transformasi Lorentz, kecepatan Taka menurut Bu Erna memenuhi hubungan: (ayo lihat kembali persamaan 1.22)

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}}$$

4. Massa dan Momentum Relativistik .

Pada zaman fisika klasik, massa dianggap sebagai besaran yang tetap. Akan tetapi menurut relativitas Einstein, massa yang bergerak dengan kecepatan v yang tinggi akan berubah menurut persamaan :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$



Dengan m_0 adalah massa benda diam. Hubungan antara massa benda diam m_0 dengan massa benda bergerak memenuhi hubungan $m = \gamma m_0$ dengan demikian momentum suatu benda yang bergerak akan berubah mengikuti persamaan di bawah ini,

$$p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

dengan:

p = momentum relativistik (Ns)

m = massa relativistik (kg), dan

m_0 = massa diam (kg)

Hal tersebut menunjukkan jika massa yang bergerak menjadi lebih besar daripada massa diamnya.

Contoh soal!

Massa diam elektron adalah $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg. tentukan massa dan momentum relativistik yang bergerak dengan kecepatan $0,9c$

Penyelesaian:

Diketahui: $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg

$v = 0,9c$

Ditanyakan: m dan P ?

Jawab:

a. Massa relativistik elektron

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31}}{\sqrt{1 - \frac{0,81c^2}{c^2}}} = 2,09 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

b. Momentum relativistik

$$P = m \cdot v = 2,09 \cdot 10^{-30} \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 10^8$$

$$= 5,636 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}$$

Alhamdulillah, yang ini juga ada contoh soalnya... Ayo belajar lagi..



Hikmah (^ - ^)

Seperti halnya Elektron, semakin cepat gerakannya, maka massanya juga semakin besar. Sedangkan kita sebagai musalim, kita diharuskan untuk berusaha untuk mencapai apa yang kita inginkan, apa yang kita cita-citakan. Hidup harus kita landaskan untuk senantiasa bekerja keras. Dan tidak bermalas-malasan.

Ingin.... ALLAH SWT tidak akan mengubah nasib suatu kaum kecuali ia sendiri yang berusaha mengubahnya dengan berkerja keras, dan kemudian bertawakal kepada ALLAH SWT.





Hore.. ada teka-teki lagi...

ASAH ILMIAH



Permainan untuk mengasah ingatan dan kecermatan

K	E	R	A	N	G	K	A	O	A	C	U	A	N	Y	L
E	A	B	R	N	M	O	M	E	N	T	U	M	E	O	O
C	D	C	E	I	N	S	T	E	I	N	H	K	W	A	R
E	D	I	L	A	T	A	S	I	K	M	P	O	T	L	E
P	G	G	A	L	I	L	E	O	T	I	A	N	O	K	N
A	E	E	T	E	R	Y	O	B	I	N	N	I	N	I	T
T	N	E	I	N	E	R	S	I	A	A	J	C	H	N	Z
A	K	D	F	K	O	C	A	H	A	Y	A	I	E	D	Y
N	U	K	L	I	R	A	I	S	H	I	N	W	K	I	W
W	M	A	S	S	A	O	H	A	Y	O	G	A	I	N	A
Y	A	K	I	S	O	B	A	K	O	N	S	T	A	N	K
I	N	T	E	R	F	E	R	O	M	E	T	E	R	I	T
N	A	M	A	E	N	E	R	G	I	W	A	T	A	S	U
M	Y	K	O	N	T	R	A	K	S	I	E	R	I	Z	A



Ayo.. siapa yang cepat memukau 20 kata yang berhubungan dengan materi yang sedang kita pelajari!!!!.



KEGIATAN BELAJAR 5

KESETARAAN MASSA DAN ENERGI



Gambar 1.13 PLTN

Sumber : www.postkotanews.com

Teori Einstein tentang kesetaraan massa dan energi telah membuka kemungkinan baru untuk memperoleh energi dari pemecahan atau penggabungan massa. Rumus kesetaraan dari Einstein yang sangat sederhana dan terkenal menyatakan bahwa energi sama dengan massa dikalikan dengan kuadrat kecepatan cahaya. Salah satu hasil Teknologi yang didasarkan pada persamaan tersebut adalah Pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Saat ini PLTN telah dikembangkan di negara-negara maju seperti Jepang sebagai sumber energi alternatif.

Sumber: www.batan.go.id



Tahukah kalian bahwa ilmu pengetahuan, merupakan alat atau kekuatan untuk mendukung kesejahteraan manusia, contohnya adalah energi nuklir. **Pernahkah kalian mendengar kata energi nuklir?**

Energi nuklir adalah salah satu aplikasi ilmu fisika yang melibatkan hukum kesetaraan massa dan energi. Teknologi nuklir ini melibatkan reaksi inti atom dan memiliki banyak aplikasi yang sangat bermanfaat untuk kesejahteraan manusia, seperti detektor asap dan reaktor nuklir. Reaktor nuklir dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik untuk kebutuhan manusia. Negara maju seperti Jepang memenuhi sebagian kebutuhan energi listrik yang bersumber dari energi nuklir, sehingga Negara Jepang maju dengan sangat pesatnya terutama dibidang Teknologi.

Akan tetapi ilmu pengetahuan juga akan menyebabkan bencana dan kerusakan manakala manusia yang memanfaatkan dan menggunakan tanpa dilantasi keimanan dan ketaqwaan kepada Tuhan yang Maha Esa. Tentu kalian masih ingat bukan, tahun 1945 selain peristiwa penting kemerdekaan Negara kita Indonesia, pada tahun itu juga di Jepang tepatnya kota Nagasaki dan Hiroshima terjadi peristiwa besar yang merupakan salah satu aplikasi ilmu fisika. Peristiwa apa itu? Benar yaitu peledakan bom atom di dua kota Jepang oleh sekutu. Bom atom merupakan aplikasi dari teori relativitas khusus.

WAWASAN SAINS
Bom Atom dan Energi Nuklir



Teori relativitas Khusus mengemukakan bahwa massa dan energi saling terkait. Oleh karena kecepatan Cahaya sangat besar, suatu massa yang kecil dapat diubah menjadi tenaga yang sangat besar.

Pada tahun 1939, Einstein mengirim surat kepada Presiden AS, Roosevelt, mengemukakan bahwa hubungan massa dan energi dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan tenaga listrik atau membuat bom atom agar dipakai sebagai pencegah dalam perang dunia kedua.

Energi nuklir merupakan aplikasi dari kesetaraan massa dan energi. Energi nuklir yang dihasilkan dalam mekanisme inti atom dan reaksi nuklir begitu besar. Bayangkan, 1 kg massa inti yang mengalami pembelahan dapat menghasilkan energi sebesar puluhan juta kilowatt jam (kWh). Ini sama saja dengan energi yang dapat digunakan untuk menyalakan lampu 100 W selama 30 ribu tahun

Sumber : Aip Saripudin. 2009 dan heruvee.wordpress.com



Pada tahun 1905 Einstein menyatakan bahwa ada kesetaraan antara massa dan energi pada benda yang bergerak mendekati kecepatan cahaya. Benda yang dimaksud adalah partikel subatomik. Menurut Einstein, benda yang bergerak dengan kelajuan v akan memikiki energi kinetik sebesar,

$$\begin{aligned} EK &= mc^2 - m_0c^2 \quad \text{dengan, } EK = \text{Energi kinetik relativistik} \\ mc^2 &= E = \text{Energi total} \\ m_0c^2 &= \text{Energi diam,} \end{aligned}$$

Sehingga energi kinetik dapat ditulis ;

$$\begin{aligned} EK &= \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0c^2 \\ &= m_0c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \end{aligned}$$

Konsep kesetaraan massa dan energi yang diaplikasikan dalam pembuatan nuklir terbukti banyak memberikan manfaat untuk kesejahteraan masyarakat. Akan tetapi di samping sangat bermanfaat, nuklir juga sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kerusakan apabila tidak dipergunakan secara bijaksana. Seperti halnya bom atom yang menghancurkan kota Nagasaki dan Hiroshima. Oleh karena itu pengetahuan akan teknologi dan alam harus dilandasi oleh keimanan akan Tuhan yang Maha Esa.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَحْهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَةَ اللَّهِ قَرِيبٌ

مِنَ الْمُحْسِنِينَ

dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.

**CONTOH SOAL**

1. Sebuah elektron yang mempunyai massa diam m_0 bergerak dengan kecepatan $0,6 c$. Hitunglah energi kinetik elektron tersebut ?

Jawab:

Karena elektron bergerak dengan $v = 0,6 c$ maka massa relativistiknya adalah:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Energi kinetik elektron: $E_k = (m - m_0) c^2$

$$\begin{aligned} E_k &= \left[\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \right] c^2 \\ &= \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right] m_0 c^2 \\ &= \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} - 1 \right] m_0 c^2 \\ &= 0,25 E_0 \end{aligned}$$

Jadi energi kinetik elektron yang bergerak = 0,25 kali energi diamnya.

2. Agar Energi kinetik benda bernilai 25% energi diamnya dan c adalah kelajuan cahaya dalam ruang hampa, maka benda harus bergerak dengan kelajuan....

Penyelesaian

Diketahui

$$E_k = 25 \% E_0$$

$$E_k = 25 \% m_0 c^2$$



$$25\%m_0c^2 = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) m_0 c^2$$

$$25\% = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1,25$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{1,25} = 0,8$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = 0,64$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - 0,64$$

$$v^2 = 0,36c^2$$

$$v = 0,6c$$

UJI FORMATIF 4

1. Suatu partikel memiliki energy diam E_m sedang bergerak dengan energy kinetic E_n dan kecepatan v sedemikian rupa, sehingga $\frac{v}{c} = 0,990E_n/E_m$ maka besar E_n/E_m adalah....
2. Jika sebuah partikel yang massanya m bergerak dengan kelajuan $\frac{3}{5}c$ (dengan c = kelajuan cahaya dalam ruang hampa) maka carilah besaran-besaran berikut ini :
 - a. momentum linier
 - b. Energi kinetik
 - c. Energi total
 - d. Energi diam.



Uji Percobaan Teori Relativitas Khusus Einstein

Keberadaan eter yang tidak bisa dibuktikan oleh Michelson-Morley. Pada masa . kini telah dilakukan percobaan ulang dengan beragam variasi dan perbaikan kepekaan yang terus ditingkatkan. Akan tetapi semua percobaan kembali gagal membuktikan keberadaan eter dan perubahan laju cahaya, meskipun dengan ketelitian percobaan yang telah ditingkatkan hingga sepuluh kali dari percobaan semula. Di bawah ini adalah beberapa percobaan yang mendukung ramalan-ramalan teori relativitas khusus.

1. Pemuluran Waktu.

Pemuluran waktu atau bahasa kerennya dilatasi waktu (*time dilation*), jika kamu tahu informasi tentang peluruhan muon yang diciptakan sinar kosmik. Contoh lain dari efek pemuluran waktu adalah peluruhan partikel elementer berkecepatan tinggi yang diselidiki di laboratorium. Partikel elementer adalah partikel yang ada di alam artinya keberadaan partikel tersebut tidak diciptakan di laboaratorium.

Salah satu partikel tersebut adalah partikel yang disebut meson pi yang memiliki usia hidup sebesar 26 nano sekron atau sekitar 26×10^{-9} detik. Setelah dilakukan pengukur di laboratorium meson pi yang bergerak dengan kecepatan $\frac{v}{c} = 0,93$ ternyata usia hidupnya menjadi 63,7 nano sekron dalam kerangka acuan laboratorium. Usia hidup ini ternyata lebih lama daripada usia hidup sejatinya dikarenakan adanya efek pemuluran waktu.

Berita Sains

Sebuah perusahaan game MIT GAME Lab mengumumkan sebuah game untuk pendidikan. Game Open Source ini bernama *A Slow Speed of Light*. Game ini ditunjukan untuk menjelaskan sebuah teori yang digagas oleh Albert Einstein, yaitu teori relativitas khusus yang saat ini sedang kita pelajari. Tujuan pembuatan game ini sangat sederhana. Para peneliti dari MIT bertujuan agar dengan game ini, para gamer bisa memahami teori relativitas khusus yang rumit dengan cara yang lebih sederhana. Kalian ingin mencobanya? Lihat langsung ke situs resmi MIT.

Gamelab/MIT.edu



2. Paradoks Kembar.

Kebenaran ramalan relativitas khusus mengenai paradoks kebar memang tidak dapat dilakukan secara langsung dengan menerbangkan seorang anak yang memiliki kembaran dan salah satunya diterbangkan keluar angkasa. Akan tetapi percobaan idetik dapat dilakukan dan terbukti kebenaranya yaitu, ketika dua buah jam atom identik (sama/kembar) yang kemudian kita sinkronkan dengan sangat teliti. Salah satu jam atom ditempatkan dalam pesawat dan dibawa mengelilingi bumi dengan kecepatan tinggi, dan yang satu disimpan di laboratorium. Ternyata seperti yang diprediksikan jam yang dibawa mengelilingi bumi mengalami perlambatan atau lebih muda daripada jam yang disimpan di laboratorium. Dalam percobaan ini kita menggunakan dua jam berketelitian tinggi yang didasarkan pada getaran atom cesium yang mampu mengukur beda waktu pembacaan kedua jam tersebut hingga ketelitian 10^{-7} detik.

PROYEK :

BERKELANA MENCARI PLANET EINSTEIN



Buatlah kelompok belajar dan gunakan informasi berikut ini:

Teori relativitas, terbukti sangat bermanfaat. Teori relativitas berhasil digunakan untuk menemukan sebuah planet baru yang diberi nama planet Einstein. Planet Einstein adalah planet gas panas yang ukurannya 25 persen lebih besar dari Jupiter. Planet ini berjarak 2.000 tahun cahaya dari Bumi, satu tahun di planet ini setara dengan 1,5 hari di Bumi. **Carilah artikel terkait dengan planet Einstein.** Nama lain planet ini adalah Kepler 76_b.





MARI MENGANALISIS



Cermatilah cerita di bawah ini dan diskusikan. Di suatu malam, saat kita sedang asyik tidur dengan lelap di tempat tidur kita yang nyaman. Tiba-tiba seluruh jagad raya mengembang sehingga ukurannya menjadi seribu kali lebih besar dari ukuran semula. Seluruh jagad raya ini maksudnya semua benda di bumi dan di luar bumi, mulai dari benda-benda mati sampai semua jenis makhluk hidup, termasuk kita sendiri yang sedang lelap tertidur. Karena kita sedang asyik bermimpi, kita tidak menyadari kejadian ini. Sewaktu kita terbangun di pagi harinya, apa kita bisa merasakan bahwa semuanya sudah menjadi lebih besar? Apa kita bisa merasakan perbedaannya?

Kemudian jika hanya tubuh kita yang tiba-tiba mencuat menjadi sangat kecil (ingat film fiksi Peterpen?) sedangkan seluruh jagad raya tetap pada ukurannya semula. Tidak ada satu pun yang berubah ukuran kecuali tubuh kita sendiri. Wah, sudah pasti kita langsung panik karena kita bisa langsung merasakan perbedaan itu. Kita langsung tahu apa yang terjadi karena kita bisa melihat bahwa sekeliling kita tiba-tiba tampak seperti raksasa. Baju yang kita pakai tiba-tiba kedodoran, dan cincin yang biasa melingkar manis di jari kita tiba-tiba tampak seperti lingkaran raksasa yang berat dan menyeramkan karena hampir jatuh menimpa tubuh kerdil kita itu. Tetapi, apakah itu berarti bahwa tubuh kita yang mengecil, atau sekeliling kita yang tiba-tiba membesar?



RANGKUMAN



1. Dalam relativitas Newton, ruang dan waktu dianggap mutlak dan berlaku transformasi Galileo.
2. Prinsip relativitas Newton menyatakan bahwa hukum-hukum gerak berlaku sama pada semua kerangka acuan inersia dan hanya berlaku untuk kecepatan-kecepatan rendah.
3. Kerangka acuan inersia adalah kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan konstan (tidak mengalami percepatan).
4. Transformasi Galileo menggunakan landasan konsep fisika klasik. Persamaan-persamaan dalam transformasi Galileo antara lain:

$$x' = x - vt$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$vx' = vx - v$$

$$v_y' = \frac{dy'}{dt} = \frac{dy}{dt} = v_y$$

$$v_z' = \frac{dz'}{dt} = \frac{dz}{dt} = v_z$$

$$a_x' = \frac{dv_x'}{dt} = \frac{dv_x}{dt} = a_x$$

$$a_y' = \frac{dv_y'}{dt} = \frac{dv_y}{dt} = a_y$$

$$a_z' = \frac{dv_z'}{dt} = \frac{dv_z}{dt} = a_z$$

5. Teori relativitas khusus Einstein didasarkan atas dua postulat, yaitu :
 - a. **Postulat pertama**

Hukum-hukum fisika memiliki bentuk yang sama pada semua kerangka acuan inersia.

**b. Postulat kedua**

Kelajuan c cahaya diruang hampa kesegala arah adalah Sama untuk semua pengamat, tidak bergantung pada gerak sumber cahaya maupun pengamat

6. Persamaan dalam transformasi Lorentz yaitu:

$$x' = k(x - vt)$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$t' = \frac{t + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

7. Aturan penjumlahan kecepatan berdasarkan relativitas Einstein adalah :

$$u = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x v}{c^2}}$$

$$u'_x = \frac{u_x - v}{1 - \frac{u_x v}{c^2}}$$

8. Kontraksi panjang adalah peristiwa di mana ukuran panjang akan terkesan lebih pendek jika diukur dari titik acuan diam yang bergerak relatif terhadap benda.Kontraksi panjang dirumuskan sebagai berikut :

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$



9. Dilatasi waktu adalah peristiwa di mana waktu akan berjalan lebih lambat jika dilihat dari acuan yang bergerak relatif terhadap kerangka acuan diam. Besarnya dilatasi waktu dirumuskan sebagai :

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

10. Besarnya massa relativistik dirumuskan sebagai :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

11. Momentum relativistik dinyatakan sebagai :

$$p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

12. Energi relativistik dirumuskan sebagai berikut:

$$EK = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$$

$$= m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$



فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan(5) Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan(6). (Q.S Alam Nasyrah:5-6)

Ayo.. jangan lupa untuk membaca Basmallah ya!

Dihalaman berikutnya ada latihan soal. Ayo kita coba dengan sebaik-baiknya. Ingat sesudah ada kesulitan pasti ada kemudahan!



SOAL-SOAL LATIHAN.....



Uji Kompetensi



- A. Jawablah soal-soal dibawah ini dengan jawaban yang menurut anda paling benar!
1. Kerangka acuan dimana hukum kesatu Newton bisa berlaku adalah...
 - a. Kerangka acuan inersia.
 - b. Eter.
 - c. Kerangka acuan Galileo.
 - d. Kerangka absolute.
 - e. Titik acuan.
 2. Hipotesis eter dari Huygens sebagai medium rambatan gelombang cahaya tidak benar, percobaan yang membuktikan tidak adanya eter adalah
 - a. percobaan Compton.
 - b. percobaan Davidsone dan Germer.
 - c. percobaan Michelson dan Morley.
 - d. percobaan Lorentz.
 - e. percobaan Galileo.
 3. Dalam percobaan Michelson-Morley digunakan suatu alat yang digunakan untuk mendeteksi adanya eter. Alat tersebut disebut

a. Detektor .	d. Interferometer
b. Pectrometer	e. Reflector
c. Imulator	
 4. Kelajuan cahaya diruang hampa, menurut Postulat Einstein adalah?
 - a. Sama, tidak bergantung pada gerak pengamat.
 - b. Tergantung pada gerak pengamat.
 - c. Tergantung pada letak pengamat.
 - d. Tergantung pada kecepatan sumber cahaya
 - e. Tergantung pada gerak sumber dan pengamat.



5. Salah satu postulat relativitas Einstein adalah
 - a. Selang waktu pengamat yang diam dan selang waktu pengamat yang bergerak tidak sama.
 - b. Panjang benda saat diam dan panjang benda saat bergerak tidak sama.
 - c. massa benda saat diam dan massa benda saat bergerak tidak sama.
 - d. Kecepatan cahaya dalam vakum adalah sama untuk semua pengamat baik diam maupun bergerak.
 - e. Semua gerakan benda di atas permukaan bumi memiliki kecepatan mutlak.
6. Sebuah pesawat bergerak dengan kecepatan $0,6c$ terhadap Bumi. Dari pesawat ditembakkan peluru dengan kecepatan $0,5c$ searah dengan pesawat. Kecepatan peluru terhadap Bumi adalah
 - a. c
 - b. $0,2c$
 - c. $0,5c$
 - d. $0,6c$
 - e. $0,8c$
7. Sebuah gugus bintang bila ditempuh dengan sebuah pesawat ruang angkasa, dari Bumi memerlukan waktu 20 tahun. Bila kelajuan pesawat tersebut $0,9998 c$. Maka jarak sebenarnya jarak gugus bintang tersebut ke Bumi adalah...
 - a. Mendekati 20 tahun cahaya.
 - b. Mendekati 40 tahun cahaya.
 - c. Mendekati 100 tahun cahaya.
 - d. Mendekati 400 tahun cahaya.
 - e. Mendekati 1.000 tahun cahaya.
8. Seorang pedagang asongan berjalan di dalam kereta dengan laju $0,5$ m/s berlawanan dengan arah gerak kereta. Jika kereta bergerak dengan kecepatan 72 km/jam, maka berapakah kecepatan orang itu relatif



- terhadap orang di luar kereta ...? (diketahui orang di luar kereta sedang berlari searah gerak kereta dengan kecepatan 2 m/s).
- $17,5 \text{ m/s}$
 - $8,5 \text{ m/s}$
 - $20,5 \text{ m/s}$
9. Sebuah kereta api bergerak dengan kecepatan tetap 18 km/jam melewati stasiun. Ari yang berada di atas kereta api berlari dengan kecepatan 5 km/jam terhadap kereta api dengan arah berlawanan. Jika Ira yang duduk di stasiun melihat Ari, maka menurut Ira kecepatan Ari adalah ...
- 13 km/jam
 - 23 km/jam
 - 5 km/jam
 - 25 km/jam
 - 18 km/jam
10. Yana dan Yanu adalah sepasang anak kembar. Karena kecintaannya akan astronomi, Yana memutuskan untuk menjadi astronot dan berkelana diantariksa dengan menggunakan pesawat yang memiliki kecepatan $0,8c$. Setelah 15 tahun, Yana memutuskan untuk pulang ke Bumi. Maka, menurut Yanu yang diam di Bumi, perjalanan Yana menghabiskan waktu berapa tahun...?
- 6 tahun
 - 9 tahun
 - 15 tahun
 - 20 tahun
 - 25 tahun
11. Perbandingan dilatasi waktu untuk sistem yang bergerak dengan kecepatan $0,8c$ ($c = \text{kecepatan cahaya}$) dengan sistem yang bergerak kecepatan $0,6c$ adalah...
- $3 : 4$
 - $4 : 3$
 - $9 : 2$
 - $9 : 16$
 - $16 : 9$



12. Besar kecepatan sebuah mistar (panjang 2 m) agar panjangnya teramati sebesar 1 m dari labolatorium adalah...
- a. $\frac{c}{2}$ d. $\frac{2c}{2}$
b. $\frac{\sqrt{3}}{2}c$ e. $\frac{\sqrt{2}}{3}$
c. $\frac{c}{3}$
13. Jarak antara Gunung Anak Krakatau adalah 42 km dari pantai. Berapakah jaraknya jika diamati oleh pengamat yang berada dalam pesawat ruang angkasa yang bergerak dengan kecepatan $0,8 c$...?
a. 8,5 km b. 11,2 km c. 20 km d. 21,5 km e. 25,2 km
14. Jika kelajuan partikel $0,6c$ perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya adalah...
- a. $5 : 3$ d. $25 : 4$
b. $25 : 9$ e. $8 : 5$
c. $5 : 4$
15. Agar massa benda menjadi dua kali massa diamnya, maka benda harus bergerak dengan kecepatan
- a. $\frac{1}{2}c$ d. $2c$
b. $\frac{1}{2}\sqrt{3}c$ e. $2,5c$
c. c
16. Hubungan antara energi dan massa dituliskan dalam bentuk rumus:
 $E = mc^2$, rumusan ini dikemukakan oleh...?
a. Planck
b. Rutherford
c. Compton
d. Thompson
e. Einstein.



17. Sebuah benda memiliki massa diam sebesar 2 kg. Berapa massa benda yang teramati saat bergerak dengan kecepatan $0,8c$
- a. 12 kg e. 3,3 kg
b. 36 kg d. 62 kg
c. 63 kg
18. Kecepatan suatu benda yang massanya 125% lebih besar dari massa diamnya adalah ...
- a. $1,25 c$ d. $0,6 c$
b. c e. $0,64c$
c. $0,8 c$
19. Energi diam sebuah elektron 0,5 MeV dan massa elektron 5 kali massa diamnya. Energi kinetik elektron tersebut adalah ...
- a. 0,5 MeV c. 1,5 MeV e. 2,5 MeV
b. 1,0 Me V d. 2,0 MeV
20. Sebuah electron memiliki massa diam m_0 bergerak dengan kecepatan $0,6 c$, maka energy kinetiknya adalah...?
- a. $0,25 m_0 c^2$
b. $0,36 m_0 c^2$
c. $m_0 c^2$
d. $1,80 m_0 c^2$
e. $2,80 m_0 c^2$



Selamat kamu sudah
menyelesaikan latihan
tahap pertama (^-^).
Ayo lanjut kelatihan
berikutnya ya!



B. Dengan materi yang sudah kamu pelajari jawablah pertanyaan berikut ini dengan langkah-langkah pengeraannya!

1. Jelaskan dengan bahasamu sendiri, postulat Einstein untuk teori relativitas khusus!
2. Sebuah koin dijatuhkan bebas dalam sebuah mobil yang bergerak dengan kelajuan tetap terhadap orang yang diam di pinggir jalan. Jelaskan berlakunya prinsip relativitas Newton oleh pengamat yang berada di dalam mobil dan pengamat yang berada di pinggir jalan.
3. Berdasarkan efek dilatasi waktu, daerah mana, kutub utara atau dikatulistiwa yang memiliki harapan hidup lebih lama?
4. Sebuah pesawat bergerak dengan kelajuan $0,6c$ terhadap bumi. Tentukan perubahan luas lapangan sepak bola yang terukur oleh pengamat dalam pesawat jika luas lapangan 7500 m^2 dan lebarnya 75 m ! (Jawab: 6000 m^2)
5. Proton dengan massa diam $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ bergerak dengan kelajuan $0,6c$. Tentukan energi diam gerak proton (E_0). Gunakan $E_0 = m_0 c^2$ (Jawab : 900 MeV)

C. Diskusikan dan jawablah dengan temanmu cerita-cerita di bawah

Cerita satu.

1. Prof Ian melakukan perjalanan dari Jakarta-Cilacap yang berjarak sekitar 500 km, sehingga untuk menempuhnya dengan mobil mobil memerlukan waktu kira-kira 5 jam dengan laju 100km/jam . Hitunglah,
 - a. Berapa banyak usia Prof Ian yang berkang selama 5 jam perjalannya?
 - b. Sejauh berapakah jarak 500 km, memendek menurut Profesor?
 - c. Berapa banyak massa 1000 kg mobil ini bertambah selama perjalannya dari Jakarta ke Cilacap?



Cerita dua

Bayangkanlah kita sedang naik sebuah pesawat luar angkasa untuk melakukan sebuah penelitian. Kita diharuskan untuk menekan sebuah tombol setiap lima belas menit sekali untuk mengirimkan sinyal ke Bumi. Ketika kecepatan pesawat kita terus menerus bertambah, teman-teman kita yang di Bumi melihat sinyal-sinyal yang kita kirim ke Bumi berinterval tujuh belas menit dan kemudian dua puluh lima menit. Setelah beberapa hari kemudian, teman kita keheranan mendapati bahwa sinyal yang kita kirim datang setiap dua hari sekali. Ketika kecepatan pesawat semakin bertambah akhirnya sinyal yang kita kirim berinterval tahunan bahkan berinterval sempai puluhan tahun. Sementara itu kita tidak mengetahui kebingungan teman-teman di Bumi. Sejauh pengetahuan kita penelitian berjalan sesuai rencana, meskipun kita menjadi bosan dengan rutinitas kita menekan tombol setiap lima belas menit sekali. Takala kita kembali kebumi beberapa tahun kemudian (waktu kita sendiri), kita mendapati bahwa kita telah berkelana selama berabad-abad (menurut waktu Bumi).

Menurutmu hukum fisika apa yang dapat menjelaskan peristiwa tersebut? Sebutkan peristiwa serupa yang dapat dijelaskan dengan hukum tersebut!



Mudah kan d(^_^)b.

Kalian Pasti Bisa!!

**PENILAIAN MANDIRI (SELF ASSESSMENT)**

Cocokkan jawaban Anda dengan menggunakan kunci jawaban uji kompetensi yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban kamu yang benar, kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kamu terhadap materi dalam modul ini.

Rumus :

Jumlah jawaban Anda yang benar

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah jawaban yang benar}}{15} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan yang kamu capai :

90 % - 100% = Baik sekali

80 % - 89% = Baik

70% - 79 % = Cukup

< 70% = Kurang

Apabila tingkat penguasaan kamu telah mencapai 80 % atau lebih berarti kamu sudah menguasai materi di atas. Bagus ! Tetapi apabila nilai tingkat penguasaan kamu masih di bawah 80 %, Alangkah baiknya jika kamu mengulangi materi , terutama bagian yang belum kamu kuasai.





GLOSARIUM

- 1. Dilatasi waktu** Prinsip yang diramalkan teori relativitas khusus Einstein bahwa selang waktu tidaklah mutlak,namun relatif terhadap gerakan pengamat.
- 2. Eter medium** Hipotesis yang dulu diyakini diperlukan untuk membantu perambatan radiasi elektromagnetik. Kini eter dianggap tidak diperlukan dan didalam teori modern radiasi elektromagnetik dapat merambat melalui vakum. Keberadaan eter pertama kali diragukan setelah percobaan Michelson-Morley.
- 3. Interferometer** Alat yang dirancang untuk menghasilkan pita-pita interferensi optis untuk mengukur panjang gelombang, menguji kedataran permukaan, mengukur jarak yang pendek.
- 4. Kerangka acuan** Suatu perspektif dari mana suatu sistem diamati. Dalam bidang fisika, suatu kerangka acuan memberikan suatu pusat koordinat relatif terhadap seorang pengamat yang dapat mengukur gerakan dan posisi semua titik yang terdapat dalam sistem, termasuk orientasi obyek di dalamnya.
- 5. Kelajuan cahaya** Sebuah konstanta fisika yang disimbolkan dengan huruf c , singkatan dari *celeritas* (yang dirujuk dari bahasa Latin) yang berarti "kecepatan". Konstanta ini sangat penting dalam fisika dan bernilai 299.792.458 meter per detik.
- 6. Kerangka acua** Suatu kerangka acuan yang-bergerak dengan kecepatan konstan dimana hukum inersia berlaku.
- 7. Kontraksi Panjang** Pemendekan (penyusutan) panjang benda menurut pengamat yang bergerak mendekati kecepatan cahaya.



8. **Massa** Jumlah materi dalam benda
9. **Muhasabah** Evaluasi diri sebagai salah satu *pesan Rasulullah SAW*, sangatlah penting dilakukan oleh setiap diri orang Muslim. Dengan sering melakukan muhasabah yang sesungguhnya, ia akan mengetahui berbagai kelemahan, kekurangan dan kesalahan yang ia lakukan.
10. **Proton** Partikel elementer dengan nomor massa 1 dan muatan listrik positif sebesar muatan elektron
11. **Relativitas Einstein** Teori relativitas yang menyelidiki gerak-gerak benda yang kecepatannya mendekati kecepatan cahaya. Dapat juga digunakan untuk gerak benda kecepatan rendah.
12. **Relativitas Newton** Teori relativitas yang menjelaskan gerak-gerak benda yang kecepatannya jauh di bawah kecepatan cahaya.
13. **Sinar gamma** Gelombang elektromagnetik dari pancaran inti atom zat radioaktif yang mempunyai panjang gelombang antara 10^{-10} m sampai 10^{-14} m

ACUAN JAWABAN UJI KOMPETENSI**A. Pilihan Ganda**

1. A
2. C
3. D
4. A
5. D
6. C
7. E
8. C
9. D
10. E
11. D

B. Soal Isian

1. Pelajari kegiatan belajar 1
2. Pelajari Kegiatan belajar 2
3. Pelajari Kegiatan belajar 3





DAFTAR PUSTAKA

BUKU :

- As-Suyuthi, jalaluddin, Jalaluddin Muhammad Ibnu Ahmad Al-Mahally, Tafsir jalalain, (dalam bentuk Ebook).
- Baiquni, Ahmad. 1996. *al-Qur'an Ilmu Pengetahuan dan Kealaman*. Yogyakarta: PT Dana Bhakti Primayasa.
- Beiser, Arthur. 1981. *Konsep Fisika Modern*. Jilid 3. Terjemahan The Houw Liang Ph.D. Jakarta: Erlangga.
- Budianto, Joko. 2009. *FISIKA Untuk SMA/MA kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Departemen Agama RI, Al-Qura'an dan Tafsirnya, Jilid V, Perpustakaan Nasional, Jakarta.
- Dewan Redaksi ensiklopedia islam, Ensiklopedi Islam, PT Ichtiar Baru Van Hoeve, Jakarta
- Einstein, Albert.2005. *Relativitas: Teori Khusus dan Umum*. (Diterjemahkan oleh Like Wilardjo-Kepustakaan Popular Gramedia). Three River Press. (Buku asli diterbitkan 1916).
- Firdaus, Feris. 2004. *ALAM SEMESTA Sumber ilmu, hukum dan informasi ketiga setelah Al-Qur'an dan Al-Sunnah*. Yogyakarta : Insania Citra Press.
- Handayani, Sri & Ari, Damari. 2009. *FISIKA Untuk SMA/MA kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Hideo, Nitta & Yamamoto, Masafumi,Dkk. 2011. *The Manga Guide To Relativity*. San fransisco. No Starch Press, Inc (Buku Asli Manga de wakaru soutaiseiriron, published by Ohmsha, Ltd. of Tokyo, Japan, Tahun 2009)
- Isaacson, Walter. 2013. *Einstein: Kehidupan dan Pengaruhnya bagi Dunia*. (Diterjemahkan oleh Mursid Wijanarko, Bentang). London: Pocket Book. (Buku asli diterbitkan tahun 2008).
- Katsir, ibnu, add-dimasyqi. Tafsir Ibnu Katsir.(Dalam bentuk Buku Elektronik).
- Krane, Kenneth. 1992. *Fisika Modern*. Terjemahan Hans J. Wospakrik. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia



- McEvoy, J.P & Oscar, Z. 2001, *Mengenal Teori Kuantum For Beginner.* (Diterjemahkan oleh Ahmad Baiquni, MIZAN). Canbridge: Icon Book Ltd.(Buku Asli diterbitkan tahun1996).
- Murtono.2008. Konsep Cahaya dalam Al-Qur'an. Kaunia, VI, 2. 147-158.
- Purwanto, Agus.2012. *Nalar Ayat-ayat Semesta.* Bandung : Mizan
———2013. *Ayat-ayat semesta.*Cetakan ke V. Bandung: Mizan
- Saripudin, Aip. Dkk. 2009. *Bahan Ajar Fisika Kelas XII.* Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Safaatun.2013. *Modul IPA Terpadu Untuk SMP/MTs Semester Gangsal.* Pendidikan Fisika: Uin Sunan Kalijaga.
- Shihab.Quraish.1998. *Wawasan Al-Qur'an: Tafsir Maudhu'I atas Pelbagai Persoalan Umat.*Bandung : Mizan
- Shihab.Quraish.2002. *TAFSIR AL-MISBAH, Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an, Volume 8.* Jakarta: Lentera Hati.
- Siswanto. 2011. *Paradigma Integrasi Interkoneksi dalam kajian Islam (Studi atas Pemikiran Amin Abdullah).* Surabaya: Program Pascasarjana Institut Agama Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Siswanto & Sukaryadi. 2009. *Kompetensi FISIKA Untuk SMA/MA Kelas XII.* Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Surya, Yohanes. 2004. *Fisika untuk Semua: Mengenal Sejarah Fisikawan Asia Serba-serbi dan Kompetisi Fisika.* Jakarta:PT Bina Sumber Daya MIPA .
- Supiyanto. 2007.*FISIKA Untuk SMA kelas XII.* Jakarta: Phibeta
- Sutrisno, Joko. 2008. *Teknik Penyusunan Modul.* Jakarta: Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan, Dirjen Manejemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Depdiknas.
- Yahya, Harun. 2004. *Fakta-fakta yang Mengungkap Hakekat Hidup.* Bandung: PT Syaamil Cipta Media.
- Zukaf, Gary. 2003. *Makna Fisika Baru dalam Kehidupan.*(Buku Asli berjudul The Dancing Wu Li Masters diterjemahkan oleh A. Prihantoro & F.A Fudiartanto). Yogyakarta : Kreasi Wacana.



WEBSITE

<http://edukasi.kompasiana.com>

<http://flowerillust.com/background.html>

<http://www.fumira.jp/cut/school/index2.htm>

http://users6.nofeehost.com/alquranonline/Alquran_Tafsir.asp

<http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/>

<http://www.infoastronomy.co.vu.wordpress.com>

<http://islamiclogic>

Www.Wikipedia.Org

www.Astronomy.Ohio-State.Edu

www.batan.go.id

www.Asia.Travel.co.il

www.hruvee.wordpress.com

www.airaminwayeinnta.blogspot.com.

www.Republika.co.id

www.sains.Kompas.com

www.turindo.co.id

www.cinta-wisata.blogspot.com

www.infoastronomi.co.id

www.staf.fisika.ui.ac.id

www.fisikom.com

www.Tvbelajar.com



Biografi Penulis

- ❖ Nama : Ade Enawati.
- ❖ Alamat : Cilacap-Jawa Tengah
- ❖ Tempat Tanggal Lahir : Cilacap, 08 Oktober 1989
- ❖ Pendidikan Formal
 - ✓ SD Negeri Palugon 01
 - ✓ SMP Negeri I Majenang
 - ✓ Madrasah Aliyah Negeri Majenang
- ❖ Contact Person
 - ✓ Line : Feltro89
 - ✓ Ade_ernawatibegitu@yahoo.com
 - ✓ www.ernawati89.tumblr.com
 - ✓ www.palugon-village.blogger.com