

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN
HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI
OPTIKA**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan



Oleh :

Beni Saputro
Pendidikan Fisika I 2104
14302241047

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN
HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI**

OPTIK

Disusun oleh :

Beni Saputro

NIM 14302241047


Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Fisika



Yusman Wiyatmo, M.Si
NIP 19680712 199303 1 004

Yogyakarta, Juli 2018
Disetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Supahar, M.Si
NIP 19680315 199412 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Beni Saputro

NIM : 14302241047

Program Studi : Pendidikan Fisika

Judul TAS : PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN

KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK

MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA

PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIKA

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 12 Juli 2018

Yang menyatakan,



Beni Saputro
NIM 14302241047

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN
HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI
OPTIK**

Disusun oleh:

Beni Saputro
NIM 14302241047

Telah dipertahankan didepan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 27 Juli 2018

TIM PENGUJI

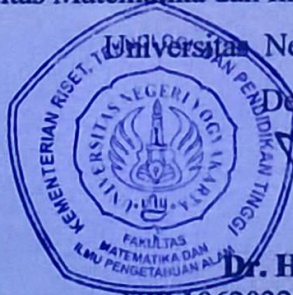
Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Supahar, M.Si Ketua Penguji		23 - 8 - 2018
Dr. Edi Istiyono, M.Si Penguji Pendamping		23 - 8 - 2018
Prof. Dr. Mundilarto Penguji Utama		21 - 8 - 2018

Yogyakarta, 23 Agustus 2018

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Hartono

NIP.19620329 198702 1 002

PERSEMBAHAN

Bismillah

Untuk almarhum Ayah di sisi Allah yang sedang menunggu keluarganya

Untuk Ibu yang senantiasa ada, memberikan segalanya

Untuk Kakak yang sedang menanti kelahiran buah hatinya

Untuk Adik yang segera menyusul dan mengakhiri kuliahnya

Untuk seluruh keluargaku

Untuk teman – temanku

Untuk semua yang sudah membantuku

MOTTO

Ingatlah kamu kepada-Ku, niscaya Aku ingat (pula) kepadamu ...

(Q.S Al Baqarah : 152)

**Jagalah Allah, Dia akan menjagamu, jagalah Allah, Dia senantiasa
bersamamu ...**

(H.R Tirmidzi)

**Bila kamu tak tahan lelahnya belajar, maka kamu akan menanggung
perihnya kebodohan**

(Imam Syafi'i)

**Jika yang kau berikan hanya sisa – sisa, maka jangan berharap apa yang
kau dapatkan tak lebih dari hanya sisa – sisa**

(Hary Wibowo)

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIKA

Oleh:
Beni Saputro
14302241047

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah (1) untuk menghasilkan produk instrumen penilaian yang layak untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi pokok optika, dan (2) untuk mendeskripsikan pencapaian kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika peserta didik SMA N 1 Rowokele.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model 4-D dari Thiagarajan yang dilengkapi dengan langkah pengembangan tes oleh Mardapi. Tahap – tahap yang dilakukan meliputi tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Instrumen penilaian yang dikembangkan berupa soal bentuk pilihan ganda yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika. Validitas instrumen penilaian dilakukan oleh guru fisika SMA. Uji coba terbatas dilakukan pada 23 peserta didik kelas XI MIPA 8 di SMA N 5 Yogyakarta. Uji coba secara luas dilakukan pada 260 peserta didik yang terdiri dari peserta didik kelas XI MIPA SMA N 5 Yogyakarta dan kelas XI MIPA di MA N 2 Yogyakarta. Penggunaan instrumen penilaian yang dikembangkan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika dilakukan di SMA N 1 Rowokele yang melibatkan 79 peserta didik. Analisis data dilakukan dengan aplikasi *Quest* dan *Parscale* untuk mengetahui (1) Kecocokan Item Instrumen (*fit MNSQ*), (2) Reliabilitas, (3) Indeks Kesukaran, dan (4) Fungsi Informasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) diperoleh instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika sebanyak 20 butir soal yang layak digunakan, dengan kriteria valid dengan indeks V Aikens pada rentang 0,94 sampai 1,00, reliabel dengan nilai *reliability of estimates* 0,97 yang masuk dalam kategori sangat reliabel dan fungsi informasi pada rentang -1,7 sampai 1,8 , cocok (*fit*) dengan Model Rasch yang dibuktikan dengan nilai infit MNSQ antara 0,81 sampai 1,28 dan mean 0,99, dan memenuhi syarat tingkat kesukaran butir (b) dengan rentang tingkat kesukaran berada antara -1,62 sampai 1,23 dengan mean 0,0 (2) Kemampuan berpikir tingkat tinggi (Θ) materi optika di SMA N 1 Rowokele masuk dalam kategori rendah dengan rentang nilai Θ antara -2,68 sampai 1,36 dengan mean -0,9.

Kata kunci: pengembangan instrumen, penilaian, kemampuan berpikir tingkat tinggi, Fisika, optika, SMA.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan Judul “Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Untuk Mengukur Pencapaian Hasil Belajar Fisika Peserta Didik SMA Kelas XI Materi Optika” dapat disusun sesuai dengan harapan, Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Dr. Hartono selaku Dekan FMIPA yang memberikan persetujuan pelaksanaan TAS.
2. Dr. Supahar, M.Si. selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat, dan semangat selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
3. Ketua Penguji, Sekertaris, dan Penguji yang sudah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TAS ini.
4. Yusman Wiyatmo, M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika dan Ketua Program Studi Pendidikan Fisika beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TAS ini.
5. Kepala Sekolah beserta guru dan jajaran karyawan SMA N 5 Yogyakarta yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian TAS ini.

6. Kepala Sekolah beserta guru dan jajaran karyawan MA N 2 Yogyakarta yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian TAS ini
7. Kepala Sekolah beserta guru dan jajaran karyawan SMA N 1 Rowokele yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian TAS ini
8. Parwata,S.Pd selaku guru fisika SMA N 5 Yogyakarta dan Sri Purwati, M.Pd selaku guru fisika MA N 2 Yogyakarta yang berkenan menjadi validator instrument TAS yang telah memberikan saran/masukkan untuk perbaikan dan bantu selama proses pengambilan data TAS.
9. Semua pihak, yang secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan TAS ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak diatas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah Subhana Wata'ala. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan TAS ini masih terdapat banyak kekurangan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbakan penulis di masa mendatang.

Yogyakarta, 12 Juli 2018
Penulis

Beni Saputro
NIM 14302241047

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	7
 BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori	
1. Hakikat Fisika.....	8
2. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika.....	15
3. Penilaian dalam Pembelajaran Fisika.....	30
4. Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika.....	40
5. Materi Optika.....	56
B. Penelitian yang Relevan.....	75
C. Kerangka Berpikir.....	76

D. Pertanyaan Penelitian	78
BAB III. METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian.....	79
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	83
C. Subjek Penelitian.....	83
D. Jenis Data.....	83
E. Instrumen Penelitian.....	84
F. Teknik Pengumpulan Data.....	84
G. Teknik Analisis Data.....	85
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	
1. Tahap <i>Define</i> (Pendefinisian).....	87
2. Tahap <i>Design</i> (Perancangan).....	90
3. Tahap <i>Develop</i> (Pengembangan).....	105
4. Tahap <i>Disseminate</i> (Penyebarluasan).....	109
B. Pembahasan	
1. Kelayakan Instrumen Soal.....	110
2. Estimasi Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika di SMA N 1 Rowokele.....	117
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. KESIMPULAN.....	119
B. SARAN.....	120
DAFTAR PUSTAKA.....	121
LAMPIRAN.....	123

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Konversi nilai kuantitatif menjadi kualitatif.....	29
Tabel 2. Level kemampuan berpikir tingkat tinggi.....	29
Tabel 3. Kriteria Validitas.....	53
Tabel 4. Kriteria reliabilitas.....	54
Tabel 5. Kisi – kisi.....	92
Tabel 6. Sebaran butir menurut indikator.....	101
Tabel 7. Sebaran butir menurut materi.....	102
Tabel 8. Indeks V Aiken tiap butir soal.....	106
Tabel 9. Nilai <i>infit MNSQ</i> tiap butir soal.....	112
Tabel 10. Nilai tingkat kesukaran (<i>Thresholds</i>) tiap butir soal.....	115
Tabel 11. Urutan butir berdasarkan tingkat kesulitan, materi, dan ranah kognitif yang dinilai.....	116
Tabel 12. Sebaran nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI SMA N 1 Rowokele.....	118

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Cahaya polikromatik yang dilewatkan pada prisma.....	57
Gambar 2. Skema percobaan Young.....	59
Gambar 3. Difraksi celah tunggal.....	60
Gambar 4. Difraksi pada kisi.....	62
Gambar 5. Gelombang tali yang melewati celah.....	65
Gambar 6. Diagram sederhana mata manusia.....	66
Gambar 7. Pembentukan bayangan pada mata penderita miopi.....	67
Gambar 8. Pembentukan bayangan pada mata penderita hipermetropi.....	68
Gambar 9. Pembentukan bayangan pada mata penderita astigmatisma.....	69
Gambar 10. Mikroskop.....	71
Gambar 11. Pembentukan bayangan yang terjadi pada mikroskop..	71
Gambar 12. Pembentukan bayangan yang terjadi pada teropong bumi.....	75
Gambar 13. Peta Konsep Optika.....	90
Gambar 14. Sebaran <i>infit MNSQ</i>	112
Gambar 15. Nilai <i>reliability of estimate</i>	113
Gambar 16. Fungsi informasi dan SEM instrumen tes.....	114
Gambar 17. Sebaran tingkat kesukaran (<i>thresholds</i>).....	115

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian	
1. Surat keputusan dosen pembimbing.....	124
2. Surat permohonan ijin penelitian dari fakultas.....	126
3. Surat rekomendasi penelitian dari Kesbangpol.....	127
4. Surat rekomendasi penelitian dari Dikpora Yogyakarta.....	129
5. Surat rekomendasi penelitian dari Kemenag Yogyakarta.....	130
6. Surat rekomendasi penelitian dari pemprov Jawa Tengah.....	131
Lampiran 2 Instrumen Penelitian	
1. Butir soal sebelum validasi.....	133
2. Butir soal setelah validasi.....	145
Validasi Isi Instrumen	
Lampiran 3	
1. Validasi oleh ahli.....	158
2. Koreksi dan saran dari ahli terhadap butir soal.....	162
Hasil analisis butir soal	
Lampiran 4	
1. Hasil analisis butir soal setelah uji coba.....	180
2. Hasil analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika SMA N 1 Rowokele.....	198
Dokumentasi	
Lampiran 5	
1. Sampel lembar jawab peserta didik.....	201
2. Dokumentasi pengambilan data.....	204

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Saat ini kita berada pada abad 21 yang ditandai dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat, sehingga sains dan teknologi merupakan salah satu landasan penting dalam pembangunan bangsa. Pelajaran sains diharapkan dapat menghantarkan peserta didik memenuhi kemampuan abad 21. Berikut kemampuan yang diperlukan pada abad 21, yaitu: 1) ketrampilan belajar dan berinovasi yang meliputi berpikir kritis dan mampu menyelesaikan masalah, kreatif dan inovatif, serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi; 2) ... (silabus mata pelajaran SMA/MA, 2016). Selain itu salah satu tujuan Mata Pelajaran Fisika di SMA agar peserta didik memiliki kemampuan mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif (BSNP, 2006: 160). Dengan demikian kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skill*) menjadi kemampuan yang dibutuhkan pada abad 21 agar dapat bersaing dalam era globalisasi.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi di SMA 5 Yogyakarta, MA N 2 Yogyakarta, dan SMA N 1 Rowokele masih rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil ujian nasional fisika pada tahun 2017. SMA N 5 Yogyakarta pada tahun 2017 memiliki rerata UN mapel fisika 69,96 ; MA N 2 Yogyakarta memiliki rerata 58,68 ; dan SMA N 1 Rowokele memiliki

rerata 52,50. Prestasi belajar fisika rendah dapat disebabkan karena proses pembelajaran atau model asesmennya yang tidak tepat (Edi Istiyono,2013). Dengan asesment yang tepat maka peserta didik akan terpacu untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bidang fisika.

Penilaian menjadi hal yang penting dalam dunia pendidikan. Dalam dunia pendidikan, penilaian atau asesmen (*assessment*) diartikan sebagai prosedur yang digunakan untuk mendapatkan informasi untuk mengetahui taraf pengetahuan dan keterampilan peserta didik yang hasilnya akan digunakan untuk keperluan evaluasi (Bambang Subali, 2012 : 1). Taraf pengetahuan diwujudkan dalam bentuk data kuantitatif. Untuk memperoleh data kuantitatif dapat dilakukan pengukuran melalui tes dan nontes. Tes merupakan metode pengukuran yang menggunakan alat ukur yang berbentuk satu set pertanyaan untuk mengukur sampel tingkah laku dan jawabannya dapat dikategorikan benar dan salah. Nontes merupakan metode pengukuran yang menggunakan alat ukur untuk mengukur sampel tingkah laku, tetapi jawabannya tidak dikategorikan benar dan salah, misalnya positif dan negatif, setuju dan tidak setuju, suka dan tidak suka (Bambang Subali, 2012 : 1-2).

Penilaian dengan menggunakan tes dibedakan menjadi tes tertulis dan wawancara. Dalam buku panduan penelitian yang diterbitkan BNSP tahun 2007, Tes tertulis adalah suatu teknik penilaian yang menuntut jawaban secara tertulis, baik berupa pilihan atau isian. Tes yang jawabannya berupa pilihan meliputi pilihan ganda, benar salah dan

menjodohkan, sedangkan tes yang jawabannya berupa isian berbentuk isian singkat dan uraian.

Tes tertulis berbentuk pilihan ganda merupakan bentuk tes yang paling umum digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir pada mata pelajaran fisika peserta didik SMA di Indonesia. Hal ini karena tes tertulis berbentuk pilihan ganda memiliki banyak kelebihan. Kelebihan dari tes pilihan ganda (*Multiple Choice Test*) dalam buku yang ditulis oleh Eko Putro Widoyoko (2009) adalah (1) butir soal tes pilihan ganda dapat digunakan untuk mengukur segala level tujuan pembelajaran kognitif, mulai dari yang paling sederhana sampai dengan yang paling kompleks. (2) karena karakteristik butir soal pilihan ganda hanya menuntut waktu mengerjakan sangat minim, sehingga setiap perangkat tes dapat mencakup hampir seluruh cakupan mata pelajaran. (3) penskoran hasil tes dapat dilakukan secara objektif, sehingga bisa dikoreksi oleh siapapun bahkan dapat menggunakan teknologi yang lebih efisien seperti *scanner*. (4) Tipe butir dapat menuntut kemampuan peserta tes untuk membedakan berbagai tingkatan kebenaran. (5) jumlah pilihan jawaban lebih dari dua, sehingga mengurangi keinginan peserta tes untuk menebak. (6) tipe butir soal pilihan ganda memungkinkan dilakukan analisis butir soal secara baik. Butir – butir dapat disusun dengan dilakukan uji coba terlebih dahulu, sehingga dapat dilakukan perbaikan dan pengembangan. (7) tingkat kesukaran butir dapat diatur, dengan hanya mengubah tingkat homogenitas alternatif jawaban. (8) informasi yang diperoleh lebih kaya.

Tes pilihan ganda yang digunakan di SMA untuk mengukur hasil

belajar mata pelajaran Fisika baru mengukur kemampuan: mengingat, memahami, dan menerapkan. Jadi tes pilihan ganda yang digunakan di SMA baru mengukur kemampuan berpikir tingkat rendah (Lower Order Thinking (LOT)) belum mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi Fisika (PhysHOT) (Edi Istiyono, 2013).

Penelitian yang dilakukan oleh Edi Istiyono (2013) di 10 SMA yang melibatkan 1001 peserta didik di Yogyakarta telah menghasilkan instrumen penilaian yang layak digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA kelas XI, tetapi belum mencakup keseluruhan materi yang diajarkan. Salah satu materi yang belum tercakup adalah materi optika.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka perlu adanya penelitian untuk mengembangkan instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi untuk peserta didik SMA mata pelajaran fisika dengan bentuk pilihan ganda. Instrumen yang akan dikembangkan terdiri dari soal tes dan pedoman penilaian. Untuk memfokuskan penelitian, maka materi pokok dari mata pelajaran fisika yang akan diambil untuk penelitian adalah materi pokok optika pada kelas XI SMA/MA.

Instrumen penilaian yang telah dikembangkan perlu digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika disalah satu SMA untuk mengetahui sejauh mana kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika pada SMA tersebut.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat ditentukan berbagai identifikasi masalah yaitu:

1. Peringkat kemampuan berpikir tingkat tinggi Indonesia yang masih rendah di SMA N 5 Yogyakarta, MA N 2 Yogyakarta, dan SMA N 1 Rowokele berdasarkan nilai ujian nasional fisika tahun 2017.
2. Instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA yang masih belum banyak diaplikasikan.
3. Instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA materi optika yang belum banyak tersedia.
4. Tes pilihan ganda yang digunakan di SMA baru mengukur kemampuan berpikir tingkat rendah (Lower Order Thinking (LOT)) belum mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi Fisika (PhysHOT)

C. Pembatasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan yang dibahas untuk mengefektifkan penelitian ini, maka penelitian ini dibatasi pada masalah:

1. Instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA yang masih belum banyak diaplikasikan.
2. Instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik SMA materi optika yang belum banyak tersedia.

3. Tes pilihan ganda yang digunakan di SMA baru mengukur kemampuan berpikir tingkat rendah (Lower Order Thinking (LOT)) belum mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi Fisika (PhysHOT).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang ditentukan, maka dapat ditentukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan instrumen penilaian yang dikembangkan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi pokok optika dilihat dari validitas, fit dengan RM, reliabilitas dan tingkat kesukaran butir ?
2. Bagaimanakah deskriptif pencapaian kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika peserta didik SMA N 1 Rowokele ?

E. Tujuan Penelitian

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

1. Untuk membuat produk instrumen penilaian yang layak untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi pokok optika.
2. Untuk mendeskripsikan pencapaian kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika peserta didik SMA N 1 Rowokele.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Bagi peneliti:

Menambah ilmu pengetahuan dan wawasan tentang dunia pendidikan sebelum masuk ke dalam dunia pendidikan

2. Bagi guru:

Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi atau bahan pertimbangan sebagai bentuk instrumen penilaian yang mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi pokok optika.

3. Bagi siswa:

Meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam materi fisika terutama materi pokok optika.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat Fisika

Para ahli mendefinisikan fisika dengan definisi yang berbeda. Fisika merupakan bagian dari ilmu pengetahuan yang tujuannya mempelajari bagian – bagian dari alam serta interaksi yang terjadi diantara bagian – bagian tersebut, termasuk menerangkan sifat – sifatnya dan gejala – gejala lainnya yang dapat diamati (Sutedjo,2005). Dalam sumber lain, fisika adalah ilmu yang mempelajari sifat – sifat dan gejala – gejala yang terdapat pada benda mati (Barus dan Poernomo Imam,1997).

Bob Foster (2006:2) mengungkapkan fisika adalah ilmu yang mempelajari gejala – gejala alam dan benda – benda mati. Marthen Kanginan (2007:2) mendefinisikan fisika adalah ilmu yang terutama mempelajari hubungan antara materi dan energi. Dalam sumber lain dituliskan bahwa fisika merupakan ilmu sains tentang dunia fisik yang paling fundamental, mempelajari prinsip – prinsip dasar dari alam semesta (Serway Jewett,2009).

Marcello Alonso dan Edward J finn (1991) mendefinisikan fisika sebagai suatu ilmu yang tujuannya mempelajari komponen materi dan saling antar – aksinya (aksi – reaksi) sehingga dapat menerangkan sifat materi dalam benda, sebagaimana gejala alam lain yang kita

amati. Ni Ketut Lasmi (2016) mengungkapkan fisika sebagai cabang dari sains merupakan ilmu pengetahuan alam yang mempelajari materi dan energi serta interaksi antara keduanya.

Dari pengertian oleh ahli yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa fisika adalah cabang ilmu sains yang mempelajari materi dan energi serta interaksi yang terjadi sehingga dapat menjelaskan sifat – sifat dan gejala – gejala alam yang terjadi.

Mundilarto (2008) Fisika merupakan aktivitas manusia yang bertujuan menemukan keteraturan alam melalui pengamatan, pengukuran dan eksperimen. Sebagai bangun pengetahuan, Fisika tersusun atas fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori, sedangkan sebagai aktivitas Fisika merupakan cara berpikir yang bersifat dinamis dalam rangka menemukan kebenaran suatu ilmu.

Sumaji (1990:28) menyatakan bahwa komponen proses pembelajaran Fisika ada 7, antara lain: (1) Fisika dapat melatih peserta didik berpikir logis, kritis dan memberikan dasar pemahaman terhadap alam sekitar, serta memberikan dasar kepada peserta didik melanjutkan studi; (2) Fisika dapat memupuk sikap ilmiah pada diri peserta didik; dan (3) Fisika memupuk minat peserta didik terhadap sains dan teknologi. Dengan demikian pelajaran IPA khususnya Fisika mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, objektif, memutuskan sesuatu berdasarkan data yang tetap dengan menggunakan metode ilmiah, dan kemampuan untuk komunikasi ilmiah.

Collete dan Chiappetta (dalam Zuhdan K. Prasetyo, 2004) yang menyatakan bahwa Sains, pada hakikatnya merupakan: 1) pengumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*); 2) cara atau jalan berpikir (*a way of thinking*); 3) cara untuk penyelidikan (*a way of investigating*).

Sesuai dengan definisi fisika yang telah dikemukakan, fisika merupakan cabang dari ilmu sains sehingga hakikat fisika sama dengan hakikat sains. Dapat diambil kesimpulan bahwa hakikat fisika merupakan 1) pengumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*); 2) cara atau jalan berpikir (*a way of thinking*); 3) cara untuk penyelidikan (*a way of investigating*).

1) Sains sebagai kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*).

Hasil – hasil penemuan dari kegiatan kreatif para ilmuwan selama berabad – abad dikumpulkan dan disusun secara sistematis menjadi kumpulan pengetahuan yang dikelompokkan sesuai bidang kajiannya, misalnya fisika, biologi, kimia, dan sebagainya. Didalam fisika, kumpulan pengetahuan tersebut berupa: fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, maupun model.

Fakta – fakta sains memberikan landasan bagi konsep, prinsip, dan teori. Fakta merupakan suatu kebenaran dan keadaan objek atau benda, serta mempresentasikan pada apa yang diamati. Fakta sains dapat didefinisikan berdasarkan 2 (dua) kriteria yaitu dapat diamati secara langsung dan dapat ditunjukkan atau didemonstrasikan setiap waktu.

Oleh karena itu, fakta terbuka bagi siapa saja untuk mengamatinya. Namun demikian, harus diingat bahwa tidak semua fakta dapat ditunjukkan setiap saat, misalnya letusan gunung api, gerhana matahari atau gerhana bulan dan sebagainya.

Konsep merupakan abstraksi dari kejadian – kejadian, objek – objek atau fenomena – fenomena yang memiliki sifat atau atribut tertentu, misalnya konsep tentang panas atau kalor, konsep ion, atom, molekul dan sebagainya. Dalam pelajaran fisika ada konsep – konsep yang mudah dipahami oleh peserta didik, tetapi ada yang sukar. Sukar mudahnya suatu konsep untuk dipahami tergantung pada tingkat abstraksi atau keabstrakan dari konsep tersebut.

Prinsip dan Hukum sering digunakan secara bergantian karena keduanya dianggap sebagai sinonim. Kedua hal tersebut dibentuk dari fakta – fakta dan konsep – konsep bersifat lebih umum daripada fakta, tetapi juga berkaitan dengan fenomena yang dapat diamati. Sebagai contoh tentang hukum – hukum gas dan hukum Newton tentang gerak dapat diamati dibawah kondisi tertentu.

Selain mendeskripsikan fenomena alam dan mengklasifikannya, fisika juga berusaha menjelaskan sesuatu yang tersembunyi atau tidak dapat diamati secara langsung. Untuk mencapai hal itu disusunlah teori, misalnya teori atom, teori kinetik gas, teori relativitas dan sebagainya. Suatu teori tidak pernah berubah menjadi fakta atau hukum, melainkan tetap bersifat

tentatif sampai ia terbukti tidak benar atau direvisi.

Hawking (1998) mengungkapkan kita tidak dapat membuktikan kebenaran suatu teori meskipun banyak hasil eksperimen mendukung teori tersebut, karena kita tidak pernah yakin bahwa waktu yang akan datang hasilnya tidak akan terkontradiksi dengan teori tersebut. Di pihak lain kita dapat membuktikan kebenaran suatu teori cukup dengan satu bukti yang menyimpang. Dengan demikian, teori memiliki fungsi yang berbeda dibandingkan dengan fakta, konsep, maupun hukum.

Model merupakan representasi atau wakil dari sesuatu yang tidak dapat kita lihat. Model sangat berguna dalam membantu kita dalam menjelaskan dan memahami suatu teori. Misalnya model atom Bohr membantu kita dalam menjelaskan teori atom. Contoh yang lain model gerhana membantu kita dalam menjelaskan peristiwa gerhana bulan maupun gerhana matahari. Model sistem tata surya membantu kita dalam memahami gerak planet – planet mengelilingi matahari.

2) Sains sebagai cara berpikir (*a way of thinking*)

Sains merupakan aktifitas manusia yang ditandai dengan *proses berpikir* yang berlangsung di dalam *pikiran* orang – orang yang berkecimpung dalam bidang itu. Kegiatan mental para ilmuwan memberikan gambaran tentang rasa ingin tahu (*curiosity*) dan hasrat manusia untuk memahami fenomena alam. Para ilmuwan didorong oleh rasa ingin tahu, imajinasi, dan alasan

yang kuat berusaha menggambarkan dan menjelaskan fenomena alam. Pekerjaan mereka oleh ahli filsafat IPA dan ahli psikologi kognitif dipandang sebagaimana kegiatan kreatif dimana ide – ide dan penjelasan dari suatu gejala alam disusun di dalam pikiran. Oleh karena itu, argumentasi para ilmuwan dalam bekerja memberikan rambu – rambu penting yang berhubungan dengan hakikat sains.

Kecerundungan para ilmuwan untuk menemukan sesuatu tampaknya terdorong atau termotivasi oleh *rasa percaya* bahwa hukum – hukum alam dapat disusun dari hasil observasi dan dijelaskan melalui pikiran dan alasan. Selain itu rasa percaya bahwa alam semesta ini dapat dipahami juga didorong oleh keinginan untuk menemukan sesuatu (rasa ingin tahu bawaan lahir). Rasa ingin tahu tersebut tampak pada anak – anak yang secara konstan melakukan eksplorasi terhadap lingkungan mereka dan seringnya mereka bertanya *mengapa* sesuatu dapat terjadi.

Lebih dari itu rasa ingin tahu merupakan karakteristik para ilmuwan yang memiliki ketertarikan pada fenomena alam, yang bahkan kadang – kadang jauh di luar jangkauan pikiran orang pada umumnya. Nicolas Copernicus, misalnya dengan berani menyatakan bahwa *matahari merupakan pusat sistem tata surya (heliocentris)*, padahal saat itu paham yang dianut adalah paham geosentris dimana bumi dianggap sebagai pusat sistem tata surya. Masih banyak contoh ilmuwan yang memiliki rasa ingin tahu

yang begitu besar, misalnya Newton, Benjamin Franklin, Faraday dan sebagainya.

3) Sains sebagai cara penyelidikan (*a way of investigating*).

Sains sebagai cara penyelidikan memberikan ilustrasi tentang pendekatan – pendekatan yang digunakan dalam menyusun pengetahuan. Di dalam Sains kita mengenal banyak metode, yang menunjukkan usaha manusia untuk menyelesaikan masalah. Sejumlah metode yang digunakan oleh para ilmuwan tersebut berdasarkan pada observasi dan prediksi, misalnya astronomi. Metode yang lain berdasarkan pada keinginan laboratorium atau eksperimen yang memfokuskan pada hubungan sebab akibat.

Oleh karena itu, orang yang ingin memahami fenomena alam dan hukum – hukum yang berlaku harus mempelajari objek – objek dan kejadian – kejadian di alam. Objek dan kejadian alam tersebut harus diselidiki melalui eksperimen dan observasi serta dicari penjelasannya melalui proses pemikiran untuk mendapatkan alasan atau argumentasinya. Jadi pemahaman tentang *proses* yaitu cara bagaimana informasi ilmiah diperoleh, diuji, dan divalidasikan merupakan hal yang sangat penting dalam sains.

Dari penjelasan yang telah dipaparkan dapat diambil kesimpulan bahwa hakikat fisika merupakan kumpulan pengetahuan (fakta, konsep, prinsip, hukum, teori dan model), cara berpikir (aktivitas yang berlangsung didalam pikiran karena adanya rasa ingin tahu) dan cara

untuk penyelidikan (bagaimana informasi diperoleh, diuji, dan divalidasikan).

2. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika

a. Taksonomi Bloom untuk ranah kognitif

Pada tahun 1956 Benjamin Bloom seorang ahli psikologi pendidikan pada Universitas Chicago mengklasifikasi kompetensi perilaku (*behavioral objectives*) ke dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Klasifikasi ini disebut *Taxonomy of Educational Objectives* yang menggambarkan secara hierarkhis kompetensi dari paling sederhana menuju tingkat – tingkat yang lebih kompleks.

Taksonomi Bloom untuk ranah kognitif terdiri dari enam tingkatan yaitu pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), penerapan (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*).

Pengetahuan (*knowledge*) merupakan kemampuan mengingat materi (istilah, satuan, simbol, lambang, definisi, nama, ciri – ciri, faktor – faktor) yang pernah dipelajari. Kata kerja operasional, misalnya : mendefinisikan, mengidentifikasi, mengenal, menyebutkan, menggambarkan, membuat daftar, menunjukan, menyatakan, dan lain sebagainya.

Pemahaman (*comprehension*) merupakan kemampuan memahami materi (konsep, prinsip, pengertian, rumus, grafik, tabel, diagram, metode, prosedur) yang dipelajari. Kata kerja operasional, misalnya : menjelaskan, menyimpulkan, membedakan, menyatakan kembali,

mengidentifikasi, menginterpretasi, menggambarkan, mendeskripsikan, mengubah, merumuskan, memberi contoh, memprediksi, dan lain sebagainya.

Penerapan (*application*) merupakan kemampuan menggunakan informasi atau pengetahuan yang telah dikuasai untuk memecahkan masalah dalam situasi barundan nyata. Kata kerja operasional, misalnya : menerapkan, menghubungkan, memecahkan, menggunakan, menunjukkan, menentukan, menghitung, memprediksi, menyusun, menemukan, mengubah, mendemonstrasikan, mengembangkan, mengoperasikan, mengorganisasi, menginterpretasi, mengilustrasikan, memilih, mempraktikan, dan lain sebagainya.

Analisis (*analysis*) merupakan kemampuan menganalisis, memerinci, mengurai suatu pokok yang bersifat umum ke dalam komponen atau bagian dan menelaah bagian – bagian itu serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian dan pemahaman yang tepat dari arti keseluruhan. Kata kerja operasional, misalnya : menganalisis, membedakan, membandingkan, melakukan eksperimen, membuktikan, mengklasifikasi, mengamati, menemukan, menyelidiki, menjabarkan, dan lain sebagainya.

Sintesis (*synthesis*) merupakan kemampuan untuk menggabungkan beberapa komponen atau bagian dari suatu informasi menjadi suatu kesimpulan yang bersifat umum. Kata kerja operasional, misalnya : menyusun, mendesain, mengembangkan, merancang, merumuskan, menghasilkan, merencanakan, memformulasikan, menciptakan,

mengorganisasi, mengontruksi, membangun, menggeneralisasi, mengombinasikan, menghubungkan, memodifikasi, memprediksi, dan lain sebagainya.

Evaluasi (*evaluation*) merupakan kemampuan mempertimbangkan hal yang baik dan hal yang buruk dan memutuskan untuk mengambil tindakan tertentu. kata kerja operasional, misalnya : menyimpulkan, mengkritisi, menilai, memilih, membandingkan, mempertimbangkan, memutuskan, menyeleksi, mengevaluasi, mengapresiasi, berargumentsi, mengukur, dan lain sebagainya.

b. Revisi Taksonomi Bloom

Anderson dan Krathwol pada tahun 2000 telah melakukan revisi taksonomi Bloom untuk ranah kognitif yang disebut *Taxonomy for Learning, Theacing, and Assesing* meliputi mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*), menerapkan (*applying*), menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*).

Mengingat (*remembering*) merupakan mengenal kembali pengetahuan yang telah disimpan di dalam memori. Mengingat adalah ketika memori digunakan untuk mengenal kembali pengetahuan – pengetahuan yang pernah diperoleh.

Memahami (*understanding*) merupakan membangun arti dari berbagai jenis materi yang ditandai dengan kemampuan menginterpretasi, memberi contoh, mengklasifikasi, merangkum, menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan.

Menerapkan (*applying*) merupakan melakukan atau menggunakan suatu prosedur melalui pelaksanaan atau penerapan pengetahuan. Menerapkan berkaitan dan mengacu pada situasi dimana materi yang telah dipelajari digunakan untuk menghasilkan produk seperti model, penjelasan, atau simulasi.

Menganalisis (*analyzing*) merupakan mengurai materi atau konsep ke dalam bagian – bagian, mengkaji hubungan antar bagian – bagian untuk mempelajari struktur atau tujuan secara keseluruhan. Kegiatan mental yang tercakup didalamnya adalah membedakan, mengorganisasi, dan mengidentifikasi.

Mengevaluasi (*evaluating*) merupakan membuat kebijakan berdasarkan pada kriteria dan standar melalui pengamatan dan peninjauan. Kritik atau saran, rekomendasi, dan laporan adalah beberapa contoh produk yang dihasilkan dari proses evaluasi.

Menciptakan (*creating*) merupakan mengombinasikan elemen – elemen untuk membentuk bangun keseluruhan yang logis dan fungsional. Mengorganisasi ulang elemen – elemen ke dalam pola atau struktur yang baru melalui proses pembangkitan, perencanaan, atau produksi. Penciptaan memerlukan penggabungan atau sintesis bagian – bagian ke dalam cara, pola, bentuk, atau produk yang baru.

Berdasarkan taksonomi Bloom yang direvisi oleh Lorin W Anderson dan David R Krathwhol, ada enam tingkatan dalam ranah kognitif yaitu mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*), menerapkan (*applying*), menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi

(*evaluating*), dan menciptakan (*creating*). Beberapa ahli membagi tingkatan berpikir menjadi dua kelompok, yaitu kelompok berpikir tingkat rendah atau lower order thinking (LOT) dan kelompok berpikir tingkat tinggi atau higher order thinking (HOT). Dalam seminar yang dilakukan oleh Haratua Tiur Maria dijelaskan bahwa ahli yang bernama Ramirez dan Ganaden (2008), mengelompokkan soal-soal yang mengukur kemampuan berpikir. Enam tingkatan tersebut dibagi menjadi kemampuan berpikir tingkat rendah (LOTS) yang meliputi mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*) serta menerapkan (*applying*) dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) yang meliputi menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*).

c. Taksonomi Marzano

Robert Marzano, seorang peneliti pendidikan terkemuka, telah mengusulkan apa yang disebutnya “Sebuah Taksonomi Baru dari Tujuan Pendidikan. Dikembangkan untuk menjawab keterbatasan dari taksonomi Bloom yang telah digunakan secara luas serta situasi terkini, model kecakapan berpikir yang dikembangkan Marzano memadukan berbagai faktor yang berjangkauan luas, yang mempengaruhi bagaimana peserta didik berpikir, dan menghadirkan teori yang berbasis riset untuk membantu para guru memperbaiki kecakapan berpikir para peserta didiknya.

Taksonomi baru yang dikembangkan Marzano dibuat dari tiga sistem (sistem diri, sistem metakognitif, dan sistem kognitif) dan

Domain Pengetahuan, yang kesemuanya penting untuk berpikir dan belajar.

1) Sistem Diri

Sistem Diri merupakan cara diri memutuskan apakah melanjutkan kebiasaan yang dijalankan saat ini atau masuk dalam aktivitas baru. Sebagaimana diketahui oleh para guru, memberikan peserta didik petunjuk dalam berbagai strategi kognitif, meskipun dengan berbagai kecakapan metakognitif, tidak selalu cukup untuk memastikan bahwa mereka akan belajar.

Para guru juga sering terkejut mendapati bahwa seorang peserta didik telah menyelesaikan sebuah tugas yang menurut mereka terlalu jauh atau terlalu sulit. Berbagai situasi ini terjadi karena akar dari seluruh pelajaran adalah Sistem Diri Sendiri. Sistem ini meliputi berbagai sikap, keyakinan dan perasaan yang menentukan motivasi seseorang untuk menyelesaikan tugas. Berbagai faktor yang berkontribusi untuk motivasi adalah: kepentingan, keefektifan dan emosi.

Kepentingan berhubungan saat seorang peserta didik berhadapan dengan sebuah tugas pelajaran, satu dari berbagai tanggapannya adalah untuk menentukan bagaimana pentingnya tugas tersebut untuknya. Apakah ini sesuatu yang ingin peserta didik pelajari atau sesuatu yang ia yakini peserta didik butuhkan untuk pelajari. Akankah pelajaran membantunya menyelesaikan tujuan yang telah ditentukan di awal.

Keefektifan, sebagaimana dijelaskan oleh seorang pembuat teori pelajaran sosial, Albert Bandura (1994), mengacu pada keyakinan banyak orang mengenai kemampuan mereka menyelesaikan sebuah tugas dengan sukses. Peserta didik dengan tingkat keefektifan yang tinggi menghadapi berbagai tugas yang menantang, dengan keyakinan bahwa mereka memiliki berbagai sumber untuk sukses. Para peserta didik menjadi terlibat secara dalam, dalam tugas-tugas ini, fokus pada pengerjaan tugas dan mengatasi berbagai tantangan.

Bandura menjelaskan beberapa cara dimana para peserta didik dapat mengembangkan berbagai perasaan keefektifan diri sendiri. Cara yang paling kuat adalah melalui berbagai pengalaman sukses. Pengalaman harus apakah terlalu sulit atau terlalu mudah. Mengulang kesalahan melemahkan keefektifan diri sendiri, tetapi sukses yang berlebihan pada berbagai tugas sederhana menggagalkan rasa dari fleksibilitas yang dibutuhkan untuk tetap fokus pada berbagai tugas yang sulit.

Emosi sesuatu yang sangat penting. Meskipun para peserta didik tidak dapat mengendalikan emosinya yang berhubungan dengan pengalaman belajar, perasaan ini memiliki dampak besar pada motivasi. Pelajar yang efektif menggunakan kecakapan metakognitifnya untuk membantu mereka berdamai dengan berbagai tanggapan emosional dan mengambil keuntungan dari berbagai tanggapan positif. Sebagai contoh, seorang peserta didik

dengan emosi negatif yang membaca berbagai materi teknis dapat memutuskan untuk membaca buku teks kimianya saat terjaga, lebih daripada sesaat sebelum tidur.

2) Sistem Metakognitif

Sistem Metakognitif mengatur berbagai tujuan dan menjaga tingkat pencapaian tujuan-tujuan tersebut. Marzano, dkk. (1988) mengajukan delapan komponen utama dari proses berpikir yakni pembentukan konsep, pembentukan prinsip, pemahaman, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, penelitian, penyusunan, dan berwacana secara oral.

Secara sederhana metakognisi diartikan sebagai kesadaran seseorang tentang proses berpikirnya pada saat melakukan tugas tertentu dan kemudian menggunakan kesadaran tersebut untuk mengontrol apa yang dilakukan. Sistem ini menentukan berbagai tujuan dan membuat berbagai keputusan tentang informasi apa yang dibutuhkan dan proses kognitif apa yang sangat sesuai dengan tujuan. Seseorang tersebut kemudian memantau berbagai proses dan membuat perubahan sebagaimana yang dibutuhkan. Kontrol diri atau self-control memegang peranan yang sangat penting dalam metakognisi. Tiga faktor utama yang merupakan bagian dari kontrol diri tersebut adalah komitmen, sikap, dan perhatian.

3) Sistem Kognitif

Marzano memecah Sistem Kognitif ke dalam empat komponen: penarikan pengetahuan, pemahaman, analisis, dan penggunaan pengetahuan. Setiap proses terbentuk dari seluruh proses sebelumnya. Pemahaman, sebagai contoh, membutuhkan penarikan pengetahuan; analisis membutuhkan pemahaman, dan seterusnya.

Penarikan Pengetahuan melibatkan pemanggilan kembali informasi dari ingatan tetap. Pada tingkat pemahaman ini, peserta didik lebih banyak memanggil berbagai fakta, urutan, atau proses tepat saat mereka ada.

Pemahaman merupakan tingkat yang lebih tinggi, Pemahaman menuntut identifikasi apa yang penting untuk diingat dan menempatkan informasi ke dalam berbagai kategori yang sesuai. Oleh karena itu, kecakapan awal dari pemahaman, sintesis, membutuhkan identifikasi dari komponen-komponen paling penting dari sebuah konsep dan penghilangan semua hal yang tidak signifikan. Sebagai contoh, peserta didik yang belajar tentang ekspedisi Lewis dan Clark seharusnya sulit untuk mengingat rute yang diambil para penjelajah tetapi tidak sulit untuk mengingat berapa banyak senjata yang mereka bawa. Tentu saja, apa yang penting untuk dipertimbangkan dari berbagai konsep tergantung pada konteks yang dipelajari, jadi informasi yang masuk tentang sebuah topik akan bervariasi terhadap situasi dan peserta didik.

Informasi diatur dalam berbagai kategori yang membuatnya lebih efisien untuk dicari dan digunakan. Grafik Organiser, seperti peta dan tabel, mendorong proses kognitif ini. Alat bantu berpikir interaktif seperti misalnya Alat Bantu Ranking Visual yang memungkinkan peserta didik untuk membandingkan pengujian mereka dengan yang lain, Alat Bantu Melihat Alasan yang membantu peserta didik membuat peta system, dan Alat Bantu Menunjukkan Bukti, yang mendukung pembuatan argument yang baik, juga memberikan tujuan dari mewakili pengetahuan.

Analisis lebih kompleks dibanding pemahaman sederhana, proses kognitif dalam Analisis adalah penyesuaian, pengklasifikasian, analisis kesalahan, dan Spesifikasi. Dengan terlibat dalam proses-proses ini, para pelajar dapat menggunakan apa yang mereka pelajari untuk menghasilkan berbagai wawasan baru dan menemukan berbagai cara menggunakan apa yang telah mereka pelajari dalam berbagai situasi baru.

Tingkat akhir dari proses kognitif membahas penggunaan pengetahuan. Marzano menyebut berbagai proses ini sebagai Penggunaan Pengetahuan, atau Menggunakan Pengetahuan. Proses menggunakan pengetahuan adalah berbagai komponen penting dari berpikir untuk pelajaran berbasis proyek. Proses menggunakan pengetahuan memasukkan berbagai proses yang digunakan oleh banyak orang saat mereka ingin menyelesaikan sebuah tugas tertentu.

Pengambilan keputusan, sebuah proses kognitif melibatkan pengujian berbagai pilihan untuk menentukan pilihan yang paling sesuai untuk tindakan. Pemecahan masalah terjadi saat sebuah rintangan ditemui dalam pencapaian sebuah tujuan. Sub-kecakapan untuk proses ini adalah memuat identifikasi dan analisis masalah.

Pertanyaan percobaan melibatkan pembangunan berbagai hipotesis tentang fenomena fisik atau psikologis, membuat berbagai percobaan, dan menganalisa hasil. Investigasi mirip dengan pertanyaan percobaan tetapi melibatkan berbagai kejadian masa lalu, masa sekarang dan masa depan. Tidak seperti pertanyaan percobaan yang memiliki berbagai aturan tertentu untuk bukti berdasar pada analisis statistik, investigasi membutuhkan berbagai argument yang logis.

Dalam sebuah pertanyaan percobaan, para pelajar mengamati dan mencatat langsung data tentang fenomena. Dalam investigasi, informasi tidak didapat langsung. Informasi datang dari penelitian dan berbagai opini orang lain melalui tulisan, pembicaraan, dan pekerjaan lain.

4) Domain Pengetahuan

Secara tradisional, fokus dari sebagian besar pengajaran adalah komponen pengetahuan. Para peserta didik diasumsikan membutuhkan sejumlah besar pengetahuan sebelum mereka dapat berpikir secara serius tentang sebuah mata pelajaran. Sayangnya,

dalam ruang kelas tradisional, pengajaran jarang didorong untuk dapat lebih daripada sekedar penumpukan pengetahuan, menjadikan para peserta didik bermental “filling cabinet” yang penuh dengan beragam fakta, yang sebagian besar dengan cepat terlupakan setelah ujian akhir.

Pengetahuan adalah sebuah faktor penting dalam berpikir. Tanpa adanya kecukupan informasi tentang mata pelajaran, sistem-sistem yang lain hanya bekerja sedikit sekali dan tidak akan dapat merekayasa proses belajar dengan sukses. Sebuah mobil bertenaga tinggi dengan semua fitur teknologi terakhir tetaplah membutuhkan bahan bakar untuk menjadikannya berfungsi. Pengetahuan adalah bahan bakar yang memberi tenaga pada proses berpikir.

Marzano mengidentifikasikan tiga kategori dari pengetahuan: informasi, prosedur mental dan prosedur fisik. Secara sederhana, bayangkanlah informasi adalah sebagai “apa” dari pengetahuan, dan berbagai prosedur terkait adalah “bagaimana caranya”.

Informasi terdiri dari pengorganisasian beragam gagasan, seperti prinsip-prinsip, penyederhanaan, dan rincian, seperti kamus istilah dan fakta-fakta. Berbagai prinsip dan penyederhanaan tersebut penting karena hal-hal tersebutlah yang memungkinkan kita untuk dapat menyimpan lebih banyak informasi dengan usaha yang lebih sedikit dengan menempatkan beragam konsep ke dalam berbagai kategori. Sebagai contoh,

seseorang dapat saja tidak pernah mendengar tentang seekor akbash, tetapi begitu seseorang mengetahui bahwa hewan itu tergolong seekor anjing, maka seseorang tersebut setidaknya akan mengetahui sedikit tentang akbash tersebut.

Prosedur mental dapat mencakup mulai dari beragam proses yang rumit, seperti menulis sebuah kertas kerja yang penuh istilah sampai kepada tugas-tugas yang lebih sederhana seperti taktik, algoritma, dan juga aturan-aturan tunggal. Taktik, sebagaimana membaca peta, terdiri atas sekumpulan kegiatan yang tidak perlu dilakukan dalam keteraturan yang khusus. Algoritma, sebagaimana divisi penghitung yang panjang, mengikuti sebuah aturan kaku yang tidak berubah oleh situasi. Aturan-aturan tunggal, seperti yang mencakup aturan permodelan, hanya berlaku secara khusus untuk beberapa instansi khusus pula.

Prosedur fisik memiliki beberapa tingkatan. Tingkatan prosedur fisik dalam proses belajar bervariasi tergantung mata pelajaran. Kemampuan fisik yang dibutuhkan untuk membaca buku, sebagai contoh, tidak lebih dari gerakan mata kiri ke mata kanan dan koordinasi minimum yang dibutuhkan untuk membalikkan halaman buku. Di sisi lain, pendidikan jasmani dan kejuruan membutuhkan beragam proses fisik yang luas dan canggih, seperti bermain tenis atau membuat seperangkat mebel.

Berbagai faktor yang berkontribusi untuk proses-proses fisik yang efektif termasuk di dalamnya adalah kekuatan,

keseimbangan, keterampilan, ketangkasan, kecekatan, dan juga kelincahan serta kecepatan bergerak. Banyak pula ragam kegiatan yang dapat para peserta didik nikmati di waktu senggangnya seperti berolahraga atau memainkan permainan elektronik membutuhkan prosedur fisik yang lebih halus.

Berdasarkan definisi dan pengertian yang telah dipaparkan, peneliti membatasi penelitian pada Taksonomi Bloom yang telah direvisi oleh Anderson dan Krathwol sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika adalah kemampuan menggunakan pengetahuan dan keterampilan untuk memecahkan masalah yang rumit meliputi menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*) dalam bidang fisika.

Nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi dianalisis menggunakan program *Quest*. Kemampuan tersebut diperoleh dari nilai Θ berdasarkan hasil estimate dengan skala logits pada program *Quest*.

Setelah nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi (Θ) di peroleh, maka nilai tersebut dikonversikan menjadi data kualitatif. Menurut Syaifudin Azwar (1998 : 163) konversi nilai Θ menjadi data kualitatif dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Konversi nilai kuantitatif menjadi kualitatif (Syaifudin Azwar, 1998).

Interval kemampuan	Level
$M_i + 1,5SB_i < \Theta$	Sangat tinggi
$M_i + 0,5SB_i < \Theta \leq M_i + 1,5SB_i$	Tinggi
$M_i - 0,5SB_i < \Theta \leq M_i + 0,5SB_i$	Sedang
$M_i - 1,5SB_i < \Theta \leq M_i - 0,5SB_i$	Rendah
$\Theta < M_i - 1,5SB_i$	Sangat rendah

Dengan keterangan sebagai berikut :

Θ : estimasi kemampuan

M_i : rerata skor ideal

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

SB_i : simpangan baku ideal

$$= \frac{1}{6} (\text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimum ideal})$$

Jika dimasukan skor maksimal ideal pada program *Quest* untuk ketelitian 95% adalah 2 dan skor minimum ideal adalah -2 maka konversi nilai kuantitatif ke kualitatif dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Level kemampuan berpikir tingkat tinggi

Interval kemampuan	Level
$1,00 < \Theta$	Sangat tinggi
$0,30 < \Theta \leq 1,00$	Tinggi
$- 0,30 < \Theta \leq 0,30$	Sedang
$-1,00 < \Theta \leq - 0,30$	Rendah
$\Theta < -1,00$	Sangat rendah

3. Penilaian Dalam Pembelajaran Fisika

a. Pengertian penilaian

Penilaian merupakan salah satu dari istilah yang digunakan dalam pendidikan. Selain penilaian terdapat istilah *examination* (ujian), *assesment* (penilaian), *measurement* (pengukuran), dan *evaluation* (evaluasi). Keempat istilah tersebut saling berhubungan. Suharsimi Arikunto (2012) mengungkapkan ujian adalah kegiatan untuk mengetahui seberapa tinggi tingkat keberhasilan siswa. Untuk mengetahui seberapa tinggi tingkat keberhasilan peserta didik maka perlu dilakukan pengukuran.

Anas Sudijono (1995) mengartikan *measurement* atau pengukuran sebagai kegiatan yang dilakukan untuk mengukur sesuatu. Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan sesuatu dengan atau atas dasar ukuran tertentu. Hasil ujian dan pengukuran akan digunakan dalam penilaian. Penilaian digunakan untuk menafsirkan apakah peserta didik memiliki tingkat pengetahuan yang rendah, sedang, atau tinggi berdasarkan kriteria tertentu. Selanjutnya hasil dari penilaian akan digunakan sebagai bahan evaluasi. Anas Sujidono (1995) memberikan pengertian evaluasi sebagai suatu kegiatan atau proses untuk menilai sesuatu. Evaluasi digunakan untuk menilai apakah pembelajaran sudah berlangsung dengan baik atau belum dan memperbaiki kesalahan – kesalahan yang terjadi selama proses pembelajaran.

Penilaian menjadi hal yang penting dalam dunia pendidikan. Dalam dunia pendidikan, penilaian atau asesmen (*assessment*) diartikan sebagai prosedur yang digunakan untuk mendapatkan informasi untuk mengetahui taraf pengetahuan dan keterampilan peserta didik yang hasilnya akan digunakan untuk keperluan evaluasi (Bambang Subali, 2012 : 1).

Definisi yang lain dikemukakan bahwa *assesment* atau penilaian dapat diartikan sebagai kegiatan menafsirkan data hasil pengukuran berdasarkan kriteria maupun aturan – aturan tertentu (Eko Putro Widoyoko, 2009). Dari sumber lain, penilaian adalah proses pengumpulan dan penggunaan informasi oleh guru untuk memberikan keputusan terhadap hasil belajar peserta didik berdasarkan tahapan kemajuan belajarnya sehingga didapatkan profil kemampuan peserta didik sesuai dengan kompetensi yang ditetapkan dalam kurikulum (Mundilarto, 2010).

Dalam silabus mata pelajaran SMA/MA mata pelajaran fisika (Kemendikbud, 2016), penilaian hasil belajar fisika adalah proses pengumpulan informasi atau bukti tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam ranah sikap (spiritual dan sosial), pengetahuan, dan keterampilan, dilakukan secara terencana dan matematis, selama dan/atau setelah proses belajar fisika suatu kompetensi, satu semester, satu tahun untuk satu muatan /mata pelajaran fisika, dan untuk menyelesaikan pendidikan pada suatu satuan pendidikan SMA.

Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa penilaian atau *assesment* adalah pengumpulan informasi tentang taraf pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik, kemudian ditafsirkan dengan aturan – aturan tertentu yang hasilnya akan digunakan untuk evaluasi.

b. Pencapaian hasil belajar fisika

Belajar terjadi karena interaksi seseorang dengan lingkungannya yang akan menghasilkan suatu perubahan tingkah laku pada berbagai aspek, diantaranya pengetahuan, sikap, dan keterampilan (Asep J dan Abdul H, 2013). Abdillah (dalam Aunurrahman, 2013) mengemukakan bahwa belajar adalah suatu usaha sadar yang dilakukan individu dalam perubahan tingkah laku baik melalui latihan dan pengalaman yang menyangkut aspek – aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik untuk memperoleh tujuan tertentu.

Belajar pada dasarnya merupakan sebuah proses untuk melakukan perubahan perilaku seseorang, baik lahiriah maupun batiniah (suryabrata, Masrun, dan Martianah dalam Nur G dan Rini R, 2014). Dalam definisi yang lain, belajar menjadi suatu proses yang memungkinkan individu untuk lebih adaptif (Kolb, 1984 dalam Nur G dan Rini R, 2014).

Dari sumber yang lain, belajar merupakan proses hidup yang sadar atau tidak harus dijalani semua manusia untuk mencapai berbagai macam kompetensi, pengetahuan, keterampilan, dan sikap (Heri Rahyubi, 2014).

Dari definisi belajar yang telah dikemukakan dapat disimpulkan bahwa belajar adalah proses perubahan dari berbagai aspek baik kognitif, afektif, maupun psikomotor yang dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu dan dilakukan dengan sadar.

Sesuai dengan pengertian penilaian dan sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia (Permendikbud RI) nomor 23 tahun 2016 tentang standar penilaian bab II pasal 3 ayat 1, penilaian meliputi 3 aspek, yaitu penilaian sikap (ranah afektif), penilaian pengetahuan (ranah kognitif), dan penilaian keterampilan (ranah psikomotor).

Penilaian sikap (ranah afektif) merupakan kegiatan yang dilakukan oleh pendidik untuk memperoleh informasi deskriptif mengenai perilaku peserta didik (Permendikbud RI nomor 23 tahun 2016 tentang standar penilaian bab II pasal 3 ayat 2). Penilaian sikap (ranah afektif) menurut Krathwol (1964) meliputi jenjang kemampuan menerima (*receiving*), kemampuan merespon (*responding*), kemampuan menilai atau memaknakan (*valuing*), kemampuan mengorganisasi (*organizing*), dan kemampuan yang dikarakterisasi oleh suatu nilai atau gabungan nilai (*value complex*) yang akan terbentuk suatu *life stile*.

Penilaian pengetahuan (ranah kognitif) merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengukur penguasaan pengetahuan peserta didik (Permendikbud RI nomor 23 tahun 2016 tentang standar penilaian bab II pasal 3 ayat 3).

Penilaian pengetahuan (ranah kognitif) menurut taksonomi Bloom meliputi jenjang ingatan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*) yang merupakan kemampuan terendah dari mengerti (*understanding*), penerapan (*aplication*), analisis (*analysis*), sintesis (*synthesis*), dan evaluasi (*evaluation*).

Kemudian taksonomi Bloom direvisi oleh Lorin W Anderson dan David R Krathwhol sehingga ada enam tingkatan dalam ranah kognitif yaitu mengingat (*remember*), memahami (*understand*), menerapkan (*apply*), menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*). Enam tingkatan tersebut dibagi menjadi kemampuan berpikir tingkat rendah yang meliputi mengingat (*remember*), memahami (*understand*) serta menerapkan (*apply*) dan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang meliputi menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*).

Penilaian keterampilan (ranah psikomotor) merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengukur kemampuan peserta didik menerapkan pengetahuan dalam melakukan tugas tertentu Permendikbud RI nomor 23 tahun 2016 tentang standar penilaian bab II pasal 3 ayat 4).

Penilaian keterampilan (ranah psikomotor) menurut Harrow meliputi jenjang gerak refleks atau gerak otomatis (*reflex movements*), gerak dasar pokok (*basic-foundamental movements*), kemampuan perseptual (*perceptual abilities*), kemampuan fisik (*physical abilities*), dan gerak terlatih (*skilled movements*).

Penelitian ini fokus untuk aspek yang akan diteliti adalah terbatas pada penilaian pengetahuan (ranah kognitif).

c. Teknik penilaian

Teknik Penilaian secara garis besar digolongkan menjadi dua macam yaitu teknis tes dan teknik non-tes (Daryanto,2008). Teknik tes dibedakan meliputi tes lisan, tes tulisan, dan tes tindakan. Teknik non-tes meliputi observasi, kuisioner, wawancara, skala sikap, sosiometri, studi kasus, dan cheklist.

1) Teknik Tes

Tes adalah serentetan pertanyaan atau latihan atau alat lain yang digunakan untuk mengukur keterampilan pengetahuan, intelegensi, kemampuan atau bakat yang dimiliki oleh individu atau kelompok. Teknik tes dibedakan meliputi tes lisan, tes tulisan, dan tes tindakan.

Ngalim Purwanto (2009) mengemukakan tes lisan adalah suatu bentuk tes yang menuntut respon dari peserta didik dalam bentuk mengemukakan ide – ide dan pendapat – pendapat secara lisan. Peserta didik akan mengucapkan jawabandengan kata – kata sendiri sesuai dengan pertanyaan – pertanyaan ataupun perintah yang diberikan.

Ngalim Purwanto (2009) mengemukakan tes tertulis diberikan kepada seseorang atau sekelompok peserta didik pada waktu dan tempat yang sama untuk soal tertentu yang sama juga. Dalam tes tertulis pertanyaan dan jawaban disampaikan secara tertulis. Tes

tertulis secara garis besar dibedakan menjadi dua yaitu tes obyektif dan tes uraian.

Tes performa (tindakan) merupakan bentuk tes yang menuntut jawaban peserta didik dalam bentuk perilaku, tindakan/perbuatan, unjuk kerja, atau keterampilan untuk melakukan tugas – tugas tertentu. Peserta didik bertindak atau mempraktikan dan mendemonstrasikan sesuai dengan apa yang diperintahkan atau ditanyakan (<http://digilib.uinsby.ac.id/9880//Bab2.pdf>).

2) Teknik non-Tes

Teknik non-tes meliputi observasi, kuisisioner, wawancara, skala bertingkat, sosiometri, studi kasus, dan checklist.

Observasi atau pengamatan sebagai alat penilaian banyak digunakan untuk mengukur tingkah laku individu ataupun proses terjadinya suatu kegiatan yang diamati, baik dalam situasi yang sebenarnya maupun dalam situasi buatan (Nana Sudjana, 1989:84). Dengan kata lain, observasi dapat mengukur atau menilai hasil dan proses belajar misalnya tingkah laku siswa pada waktu belajar, tingkah laku guru pada waktu mengajar, kegiatan diskusi siswa, partisipasi siswa dalam simulasi, dan penggunaan alat peraga pada waktu mengajar. Melalui pengamatan dapat diketahui bagaimana sikap dan perilaku siswa, kegiatan yang dilakukannya, tingkat partisipasi dalam suatu kegiatan, proses kegiatan yang dilakukannya, kemampuan, bahkan hasil yang diperoleh dari kegiatannya.

Wawancara dapat digunakan untuk menilai hasil dan proses belajar. Kelebihan wawancara adalah bisa kontak langsung dengan peserta didik sehingga dapat mengungkapkan jawaban secara lebih bebas dan mendalam. Lebih dari itu, hubungan dapat dibina lebih baik sehingga peserta didik lebih bebas mengemukakan pendapatnya. Melalui wawancara data bisa diperoleh dalam bentuk kualitatif dan kuantitatif (Nana Sudjana, 1989:68).

Kuisisioner hampir sama dengan wawancara. Kelebihan kuisisioner dibandingkan wawancara ialah sifatnya yang praktis, hemat waktu, tenaga, dan biaya. Kelemahannya adalah jawaban yang diberikan sering tidak objektif, lebih – lebih bila pertanyaannya kurang tajam yang memungkinkan peserta didik berpura – pura. Cara penyampaian kuisisioner ada yang langsung dibagikan kepada peserta didik, yang setelah diisi atau dikumpulkan lagi. Ada juga yang dikirim melalui pos. Cara kedua belum menjamin terkumpulnya kembali sesuai dengan jumlah yang dibagikan. Oleh karena itu, sebaiknya pengiriman kuisisioner dibuat lebih dari yang diperlukan.

Alternatif jawaban yang ada dalam kuisisioner bisa juga ditransformasikan dalam bentuk simbol kuantitatif agar membentuk data interval. Caranya ialah dengan jalan memberi skor terhadap setiap jawaban berdasarkan kriteria tertentu (Nana Sudjana, 1989:70 – 71).

Skala menggambarkan suatu nilai yang berbentuk angka terhadap hasil pertimbangan. Biasanya angka – angka yang digunakan diterangkan pada skala dengan jarak yang sama. Meletakkannya secara bertingkat dari yang rendah ke yang tinggi. Dengan demikian maka skala ini dinamakan skala bertingkat. Kita dapat menilai hampir segala sesuatu dengan skala. Dengan maksud agar pencatatannya dapat objektif, maka penilaian terhadap penampilan atau penggambaran kepribadian seseorang disajikan dalam bentuk skala (Daryanto, 2008 : 29).

Sosiometri adalah salah satu cara untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menyesuaikan dirinya, terutama hubungan sosial peserta didik teman sekelasnya. Dengan teknik sosiometri dapat diketahui posisi seorang peserta didik dalam hubungan sosialnya dengan peserta didik yang lain. Misalnya, diketahui peserta didik yang terisolasi dari teman – temannya, peserta didik yang paling disenangi teman – temannya, peserta didik yang akrab dengan beberapa peserta didik tertentu seperti tiga serangkai, dan peserta didik yang memiliki hubungan mata rantai.

Sosiometri dapat dilakukan dengan cara menugaskan kepada semua peserta didik di kelas tersebut untuk memilih satu atau dua temannya yang paling dekat atau yang paling akrab. Usahakan dalam kesempatan memilih tersebut agar tidak ada peserta didik yang berusaha melakukan kompromi untuk saling memilih

supaya pilihan tersebut bersifat netral, tidak diatur sebelumnya (Nana Sudjana, 1989 : 98 – 99).

Studi kasus pada dasarnya mempelajari secara intensif seorang individu yang dipandang mengalami suatu kasus tertentu. misalnya mempelajari secara khusus anak yang nakal, anak yang tidak bisa bergaul dengan orang lain, anak yang selalu gagal belajar, atau anak pandai, anak yang paling disukai teman – temannya. Kasus – kasus tersebut (pilih salah satu yang paling diperlukan) dipelajarinya secara mendalam dan dalam kurun waktu yang lama. Mendalam artinya mengungkapkan semua variable yang menyebabkan terjadinya kasus tersebut dari berbagai aspek yang mempengaruhi dirinya. Tekanan utama dalam studi kasus adalah mengapa individu melakukan apa yang dilakukannya dan bagaimana tingkah lakunya dalam kondisi dan pengaruhnya terhadap lingkungan (Nana Sudjana, 1989 : 94 – 95).

Ceklist adalah deretan pertanyaan (yang biasanya singkat – singkat), dimana responden yang dievaluasi tinggal membubuhkan tanda cek ditempat yang sudah disediakan (Daryanto, 2008 : 32).

Penelitian akan menggunakan teknik tes tertulis karena lebih efisien dan bisa digunakan untuk peserta didik yang banyak dalam waktu yang bersamaan.

4. Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika

a. Teknik pengembangan instrumen penilaian

Pengembangan instrumen kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika menggunakan model 4D (*four-D models*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan. Model 4D dibagi menjadi 4 tahapan yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebarluasan).

1) *define* (pendefinisian)

tahap *define* (pendefinisian) bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat – syarat pengembangan. Tahap *define* terdiri atas analisis kebutuhan, analisis peserta didik analisis tugas, dan analisis konsep

2) *design* (perancangan)

tahap *design* (perancangan) bertujuan untuk membuat rancangan awal dari instrumen yang akan dikembangkan. Tahap *design* terdiri atas penetapan bentuk instrumen, penyusunan kisi – kisi, dan perancangan instrumen.

3) *develop* (pengembangan)

tahap *develop* (pengembangan) bertujuan untuk mengembangkan instrumen yang dirancang agar sesuai dan layak untuk digunakan secara luas. Tahap *develop* terdiri atas pengembangan awal instrumen dari rancangan, penilaian oleh ahli, uji coba terbatas, dan uji coba secara luas. Dari setiap

tahapan akan dilakukan revisi untuk memperbaiki instrumen yang dikembangkan.

4) *disseminate* (penyebarluasan)

tahap *disseminate* (penyebarluasan) bertujuan untuk menyebarkan instrumen yang sudah layak digunakan ke lembaga pendidikan yang membutuhkan.

Mardapi (dalam Siswanto,2017) menuliskan ada delapan langkah yang perlu ditempuh dalam mengembangkan tes hasil atau prestasi belajar, yaitu seperti dijelaskan berikut ini.

1) Menyusun spesifikasi tes

Spesifikasi tes berisi tentang uraian yang menunjukkan keseluruhan karakteristik yang harus dimiliki suatu tes.

Penyusunan spesifikasi tes mencakup kegiatan :

- a) Menentukan tujuan tes
- b) Menyusun kisi – kisi tes
- c) Memilih bentuk tes
- d) Menentukan panjang tes

2) Menulis soal tes

Penulisan soal merupakan langkah menjabarkan indikator menjadi pertanyaan – pertanyaan yang karakteristiknya sesuai dengan perincian pada kisi – kisi yang telah dibuat.

3) Menelaah soal tes

Menelaah tes dilakukan untuk memperbaiki soal jika dalam pembuatannya masih ditemukan kesalahan atau kekurangan.

Akan lebih baik jika telaah dilakukan oleh sejumlah orang yang terdiri dari para ahli.

4) Melakukan ujicoba tes

Uji coba dapat digunakan sebagai sarana memperoleh data empirik tentang tingkat kebaikan soal yang telah disusun. Melalui uji coba dapat diperoleh data tentang reliabilitas, validitas, dan tingkat kesukaran.

5) Menganalisis butir soal

Menganalisis butir soal adalah untuk mengetahui masing – masing butir soal tersebut layak atau tidak dengan mengetahui nilai reliabilitas, validitas, dan tingkat kesukaran.

6) Memperbaiki tes

Setelah diujicobakan dan dianalisis maka langkah berikutnya adalah melakukan perbaikan – perbaikan tentang bagian soal yang masih belum sesuai dengan yang diharapkan. Ada kemungkinan beberapa soal sudah baik sehingga tidak perlu direvisi dan beberapa butir harus dibuang atau direvisi.

7) Merakit tes

Setelah diperbaiki maka langkah berikutnya adalah merakit butir soal tersebut menjadi satu kesatuan tes.

8) Melaksanakan tes

Tes yang telah disusun diberikan kepada peserta didik untuk dikerjakan. Pelaksanaan tes sesuai dengan waktu yang ditentukan. Dalam melaksanakan tes memerlukan pengawasan agar tes

tersebut benar – benar dikerjakan sendiri oleh peserta didik tanpa ada kerja sama ataupun kecurangan.

9) Menafsirkan hasil tes

Hasil tes menghasilkan data kuantitatif yang berupa skor. Skor ini kemudian ditafsirkan sehingga menjadi nilai, yaitu rendah, menengah, atau tinggi. Tinggi rendahnya nilai ini selalu dikaitkan dengan acuan penilaian.

Dari kedua teknik pengembangan tersebut memiliki beberapa kesamaan pada tahap perkembangannya. Misal dalam menyusun spesifikasi tes dan menulis soal tes termasuk dalam tahap *design* (perancangan) pada 4D Models.

Dari pengertian tersebut, maka teknik yang akan digunakan adalah 4D models dengan menambahkan unsur dari delapan langkah Mardapi, sehingga teknik pengembangan yang akan digunakan sebagai berikut :

1) *define* (pendefinisian)

Tahap *define* (pendefinisian) bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat – syarat pengembangan. Tahap *define* terdiri atas analisis kebutuhan, analisis peserta didik analisis tugas, dan analisis konsep

2) *design* (perancangan)

Tahap *design* (perancangan) bertujuan untuk membuat rancangan awal dari instrumen yang akan dikembangkan. Tahap *design* merupakan tahap menyusun spesifikasi tes yang terdiri dari

penetapan bentuk instrumen, penyusunan kisi – kisi, dan perancangan instrumen.

3) *develop* (pengembangan)

Tahap *develop* (pengembangan) bertujuan untuk mengembangkan instrumen yang dirancang agar sesuai dan layak untuk digunakan secara luas. Tahap *develop* terdiri atas pengembangan awal instrumen dari rancangan, penilaian oleh ahli, uji coba terbatas, uji coba secara luas, dan menganalisis butir soal. Dari setiap tahapan akan dilakukan revisi untuk memperbaiki instrumen yang dikembangkan.

4) *disseminate* (penyebarluasan)

Tahap *disseminate* (penyebarluasan) bertujuan untuk menyebarkan instrumen yang sudah layak digunakan ke lembaga pendidikan yang membutuhkan. Tahap tersebut terdiri dari melaksanakan tes dan menafsirkan hasil tes.

b. Bentuk – bentuk tes tertulis

Dalam buku panduan penilaian yang diterbitkan BSNP tahun 2007 (dalam Bambang Subali, 2012 : 52-53), tes tertulis adalah suatu teknik penilaian yang menuntut jawaban secara tertulis, baik berupa pilihan atau isian. Tes yang jawabannya berupa pilihan meliputi pilihan ganda, benar – salah, dan menjodohkan. Sedangkan tes yang jawabannya berupa isian, berbentuk isian singkat atau uraian.

Bentuk tes tertulis yang digunakan di lembaga pendidikan dilihat dari segi sistem penskorannya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tes

objektif dan tes subjektif (Eko Putro Y, 2009 : 46). Tes objektif memberi pengertian bahwa siapa saja yang memeriksa lembar jawaban tes akan menghasilkan skor yang sama sedangkan tes subjektif adalah tes yang penskorannya dipengaruhi oleh pemberi skor.

1) Tes objektif

Tes objektif memberi pengertian bahwa siapa saja yang memeriksa lembar jawaban tes akan menghasilkan skor yang sama. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa tes objektif adalah tes yang penskorannya bersifat objektif, yaitu hanya dipengaruhi oleh objek jawaban atau respon yang diberikan oleh peserta tes. Tes objektif memiliki beberapa bentuk yaitu bentuk soal jawaban singkat, benar – salah, menjodohkan, dan pilihan ganda (Nana Sudjana, 1989).

Bentuk soal jawaban singkat merupakan soal yang menghendaki jawaban dalam bentuk kata, bilangan, kalimat, atau simbol dan jawabannya hanya dinilai benar atau salah.

Tes bentuk soal jawaban singkat cocok untuk mengukur pengetahuan yang berhubungan dengan istilah terminologi, fakta, prinsip, metode, prosedur, dan penafsiran data yang sederhana.

Kebaikan bentuk soal jawaban singkat adalah : menyusun soal relatif mudah, kecil kemungkinan peserta didik memberi jawaban dengan cara menebak, menuntut peserta didik untuk dapat

menjawab dengan singkat dan tepat, dan hasil penilaiannya cukup objektif.

Kelemahan bentuk soal jawaban singkat adalah : kurang dapat mengukur aspek pengetahuan yang lebih tinggi, memerlukan waktu yang agak lama untuk menilainya sekalipun tidak selama bentuk uraian, dan menyulitkan pemeriksaan apabila jawaban peserta didik membingungkan pemeriksa.

Bentuk soal benar – salah adalah bentuk tes yang soal – soalnya berupa pernyataan. Sebagian dari pernyataan itu merupakan pernyataan yang benar dan sebagian lagi merupakan pernyataan yang salah. Pada umumnya bentuk soal benar – salah dapat dipakai untuk mengukur pengetahuan peserta didik tentang fakta, definisi, dan prinsip.

Kebaikan bentuk soal benar – salah adalah : pemeriksaan dapat dilakukan dengan cepat dan objektif dan soal dapat disusun dengan mudah.

Kelemahan bentuk soal benar – salah adalah : kemungkinan menebak dengan benar jawaban setiap soal adalah 50%, kurang dapat mengukur aspek pengetahuan yang lebih tinggi karena hanya menuntut daya ingat dan pengenalan kembali, dan banyak masalah yang tidak dapat dinyatakan hanya dengan dua kemungkinan (benar dan salah).

Bentuk soal menjodohkan terdiri atas dua kelompok pernyataan yang paralel. Kedua kelompok pernyataan ini berada

dalam satu kesatuan. Kelompok sebelah kiri merupakan bagian yang berisi soal – soal yang dicari jawabannya pada kelompok sebelah kanan. Dalam bentuk yang paling sederhana, jumlah soal sama dengan jumlah jawabannya, tetapi sebaiknya jumlah jawaban yang disediakan dibuat lebih banyak daripada soalnya karena hal ini akan mengurangi kemungkinan peserta didik menjawab betul dengan hanya menebak.

Kebaikan bentuk soal menjodohkan adalah : penilaiannya dapat dilakukan dengan cepat dan objektif, tepat digunakan untuk mengukur kemampuan bagaimana mengidentifikasi antara dua hal yang berhubungan, dan dapat mengukur ruang lingkup pokok bahasan atau sub pokok bahasan yang lebih luas.

Kelemahan bentuk soal menjodohkan adalah : hanya dapat mengukur hal – hal yang didasarkan atas fakta dan hafalan dan sukar untuk menyenangkan materi atau pokok bahasan yang mengukur hal – hal yang berhubungan.

Tes Pilihan Ganda (*Multiple Choice Test*) adalah tes yang setiap butir soal memiliki jumlah alternatif jawaban lebih dari satu. Peserta tes diminta untuk memilih salah satu pilihan jawaban yang tepat. Tipe tes pilihan ganda (*Multiple Choice Test*) merupakan tes yang paling populer dan banyak digunakan dalam kelompok tes objektif karena banyak sekali materi yang dicakup (Eko Putro W, 2009:59).

Setiap tes pilihan ganda terdiri dari dua bagian, yaitu pokok soal (*stem*) dan pilihan jawaban. *Stem* mungkin dalam bentuk pertanyaan atau pernyataan. Bila dalam bentuk pertanyaan, merupakan pertanyaan yang lengkap dan peserta tes diminta menjawab pertanyaan. Bila dalam bentuk pernyataan, merupakan pernyataan yang belum lengkap dan peserta tes diminta melengkapi pernyataan. Sedangkan pilihan jawaban terdiri dari beberapa alternatif jawaban. Salah satu dari pilihan jawaban tersebut benar dan yang pilihan jawaban yang lain sebagai pengecoh. Pilihan jawaban terdiri dari 2 sampai 5 alternatif pilihan. Untuk peserta didik tingkat SMA/MA umumnya menggunakan 5 alternatif pilihan jawaban.

Kebaikan bentuk soal pilihan ganda adalah : materi yang diujikan dapat mencakup sebagian besar dari bahan pengajaran yang telah diberikan, jawaban peserta didik dapat dikoreksi (dinilai) dengan mudah dan cepat dengan menggunakan kunci jawaban, dan jawaban untuk setiap pertanyaan sudah pasti benar atau salah sehingga penilaiannya bersifat objektif.

Kelemahan bentuk soal pilihan ganda adalah : kemungkinan untuk melakukan tebakan jawaban masih cukup besar dan proses berpikir peserta didik tidak dapat dilihat dengan nyata.

2) Tes subjektif

Tes subjektif adalah tes yang penskorannya dipengaruhi oleh pemberi skor. Selain dipengaruhi oleh jawaban atau respon yang

diberikan oleh peserta tes, juga dipengaruhi oleh subjektivitas pemberi skor, sehingga dengan jawaban yang sama dapat memiliki skor yang berbeda oleh pemberi skor yang berlainan. Tes subjektif yang biasa digunakan dalam dunia pendidikan adalah tes uraian atau tes esai.

Tes uraian adalah pertanyaan yang menuntut peserta didik menjawabnya dalam bentuk menguraikan, menjelaskan, mendiskusikan, membandingkan, memberikan alasan, dan bentuk lain yang sejenis sesuai dengan tuntutan pertanyaan dengan menggunakan kata – kata dan bahasa sendiri. (Nana Sudjana, 1989:35). Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa peserta didik akan dituntut mengeluarkan kemampuan yang sudah diperoleh dan menjabarkannya lewat tulisan.

Tes uraian menurut Nana Sudjana dibagi menjadi tiga, yaitu tes uraian bebas, tes uraian terbatas, dan tes uraian berstruktur.

Tes uraian bebas mengandung pengertian bahwa jawaban peserta didik tidak dibatasi, bergantung pada pandangan peserta didik itu sendiri. Hal ini disebabkan oleh isi pertanyaan uraian bebas yang bersifat umum.

Tes uraian terbatas mengandung pengertian bahwa bentuk pertanyaan telah diarahkan kepada hal – hal tertentu atau ada pembatasan tertentu. Pembatasan bisa dari segi ruang lingkungannya, sudut pandang menjawabnya, dan indikator – indikatornya.

Tes uraian berstruktur mengandung pengertian bahwa bentuk pertanyaan atau soal sudah memiliki jawaban. Soal berstruktur dipandang sebagai bentuk antara soal – soal objektif dan soal – soal esai. Soal berstruktur merupakan soal jawaban singkat sekalipun bersifat terbuka dan bebas menjawabnya. Soal yang berstruktur berisi unsur – unsur pengantar soal, seperangkat data, dan serangkaian subsoal.

Kebaikan bentuk soal uraian adalah : dapat mengukur proses mental yang tinggi atau aspek kognitif tingkat tinggi, dapat mengembangkan kemampuan berbahasa, baik lisan maupun tulisan, dengan baik dan benar sesuai dengan kaidah – kaidah bahasa, dapat melatih kemampuan berpikir teratur atau penalaran, yakni berpikir logis, analitis, dan sistematis, mengembangkan keterampilan pemecahan masalah (*problem solving*), dan adanya keuntungan teknis seperti mudah membuat soalnya sehingga tanpa memakan waktu yang lama, guru dapat secara langsung melihat proses berpikir peserta didik.

Kelemahan bentuk soal uraian adalah : sampel tes sangat terbatas sebab dengan tes ini tidak mungkin dapat menguji semua bahan yang telah diberikan, sifatnya sangat subjektif, baik dalam menanyakan, dalam membuat pertanyaan, maupun dalam cara memeriksanya, dan tes ini biasanya kurang reliabel, mengungkap aspek yang terbatas, pemeriksaannya memerlukan waktu yang

lama sehingga tidak praktis bagi kelas yang jumlah peserta didiknya relatif besar.

Dari berbagai tes yang sudah dikemukakan dan dijelaskan, penelitian akan menggunakan tes tertulis berupa pilihan ganda. Pengambilan tes ini berdasarkan pada yang ada pada tes pilihan ganda membuat tes pilihan ganda banyak digunakan untuk tes-tes dalam skala besar, misalnya ujian nasional dan ujian masuk perguruan tinggi. Lebih dari itu, tes pilihan ganda dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kognitif tingkat tinggi (*Higher Order Thinking skill* atau HOTS) yang lebih praktis dan objektif (Edi Istiyono, 2013). Sehingga tes pilihan ganda cocok untuk instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi.

c. Karakteristik tes

Karakteristik atau kriteria tes yang baik menurut (Asep J dan Abdul H, 2008) terdiri dari kesahihan/validitas, keajegan/reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran.

1) Validitas

Sebuah tes disebut valid apabila tes itu dapat tepat mengukur apa yang hendak diukur. Dengan kata lain, tes yang valid adalah tes yang dapat mengukur hasil belajar yang hendak diukur. Validitas sering diartikan juga sebagai ketepatan atau kesahihan. Ada 3 jenis validitas tes yaitu validitas isi, validitas konstruk, dan validitas berdasar kriteria. Dalam penelitian ini hanya berfokus pada validitas isi karena dalam penelitian ini untuk mengukur

tingkat kevalidan soal sebelum diujicobakan melalui penilaian dari ahli atau praktisi (*expert judgement*).

Azwar (2015 : 42) menyatakan validitas isi merupakan validitas yang diestimasi lewat pengujian terhadap kelayakan atau relevansi isi tes melalui analisis rasional oleh panel yang berkompeten atau melalui *expert judgement*. Ketika ahli yang memberi penilaian lebih dari satu maka digunakan analisis dengan menggunakan V aiken untuk mendapatkan hasil instrumen yang digunakan dalam penelitian valid atau tidak.

Untuk mendapatkan indeks V Aiken (Kowsalya dkk 2012: 702) menggunakan rumus :

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \quad (1)$$

$$s = r - I_0$$

Dengan keterangan sebagai berikut :

V = indeks V aiken

I_0 = angka penilaian validitas terkecil (misal 1)

c = angka penilaian validitas tertinggi (misal 10)

r = angka penilaian validitas yang diberi validator

n = jumlah validator

Setelah validator memberikan penilaian pada lembar validasi maka akan didapatkan nilai dari Indeks V Aiken untuk tiap butir soal. Nilai indeks V aiken kemudian dikonversikan menjadi data kualitatif dengan rentang indeks antara 0 sampai 1.

Kriteria validitas menurut Suharsimi Arikunto (2012 : 89) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Validitas (Suharsimi Arikunto, 2012)

Nilai V	Tingkat Validitas
0,80 – 1,00	Sangat tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Sedang
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat rendah

Oleh karena itu agar instrumen yang dibuat layak untuk digunakan maka perlu divalidasi dulu oleh ahli agar diketahui nilai dari kevalidan instrumen yang dibuat.

Adapun validitas dalam model Rasch adalah sesuai atau fit dengan model (Hambleton dan Swaminathan, 1985:73). Dengan demikian, validitas untuk instrumen yang analisisnya dengan model Rasch 1 PL dapat dilihat dari kecocokan atau fit terhadap model.

Butir soal dinyatakan layak jika *fit* dengan *RM* (*Rasch Model*). Menurut disertasi Edi Istiyono tahun 2013, item dikatakan *fit* pada

model jika nilai INFIT MNSQ antara 0,77 sampai 1,30. Jika lebih atau kurang dari itu maka butir soal akan ditolak.

2) Reliabilitas

Reliabilitas sebuah tes adalah tes yang memberikan hasil yang tetap atau ajeg. Dengan kata lain, jika para peserta didik diberikan tes yang sama pada waktu yang berlainan, maka setiap peserta didik akan tetap berada pada ranking yang sama dalam kelompoknya. Jika dihubungkan dengan validitas, maka validitas adalah ketepatan, sedangkan reliabilitas adalah ketetapan.

Nilai reliabilitas soal didapatkan dari nilai *Reliability of estimate* yang didapat dari analisis dengan program *Quest*. Klasifikasi tingkat reliabilitas butir soal tes menurut Suharsimi Arikunto (2012 : 75) dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kriteria reliabilitas (Suharsimi Arikunto, 2012)

Nilai Alpha (<i>Reliability of estimate</i>)	Tingkat reliabilitas
0,00 – 0,20	Kurang reliabel
> 0,20 – 0,40	Agak reliabel
> 0,40 – 0,60	Cukup reliabel
> 0,60 – 0,80	Reliabel
> 0,80 – 1,00	Sangat reliabel

Penggunaan fungsi informasi dan SEM tes lebih akurat bila dibandingkan dengan penggunaan reliabilitas karena: (a) bentuknya tergantung hanya pada butir-butir dalam tes, (b)

mempunyai estimasi kesalahan pengukuran pada setiap level abilitas. Jadi, untuk estimasi reliabilitas berdasarkan analisis butir soal digantikan dengan menggunakan fungsi informasi dan SEM karena fungsi informasi dan SEM jauh lebih akurat dari pada reliabilitas (Edi Istiyono, 2013).

3) Daya pembeda

Daya pembeda soal adalah kemampuan suatu soal untuk membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan peserta didik dengan kemampuan rendah (siswanto, 2017). Angka yang menunjukkan besarnya daya beda disebut indeks diskriminitasi (D). Indeks diskriminasi berkisar antara 0 sampai 1.

4) Tingkat kesukaran

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sukar (siswanto, 2017). Analisis tingkat kesulitan butir soal diperoleh dari nilai *thresholds* yang terdapat pada masing – masing butir soal setelah dianalisis dengan *Quest*. Menurut Hambleton dan Swaminathan menuliskan tingkat kesukaran butir yang baik mempunyai rentang -2 sampai +2 ($-2,0 < b < 2,0$) . Nilai -2 menunjukkan butir soal sangat mudah dan +2 menunjukkan butir soal sangat sulit.

Dari penjelasan yang telah dipaparkan, maka karakteristik tes yang baik dalam penelitian ini akan difokuskan pada validitas, reliabilitas, dan tingkat kesulitan butir soal. Validitas akan mencakup

validitas isi dan *fit* dengan model. Reliabilitas mencakup nilai *reliability of estimate* dan fungsi informasi.

Analisis item dilakukan dengan menggunakan pendekatan IRT. Kalibrasi didasarkan pada satu parameter yakni hanya didasarkan pada tingkat kesukaran (b) sehingga disebut model satu parameter logistik atau model 1-PL atau disebut Model Rasch (*Rasch Model*) (Subali dan Suyata, 2011 : 4). Hal ini dikarenakan skala yang digunakan adalah skala dikotomis, yakni hanya membedakan skor menjadi dua kategori yaitu skor 0 untuk kategori salah dan skor 1 untuk kategori benar. Sehingga tes pilihan ganda cocok menggunakan analisis dengan menggunakan model Rasch.

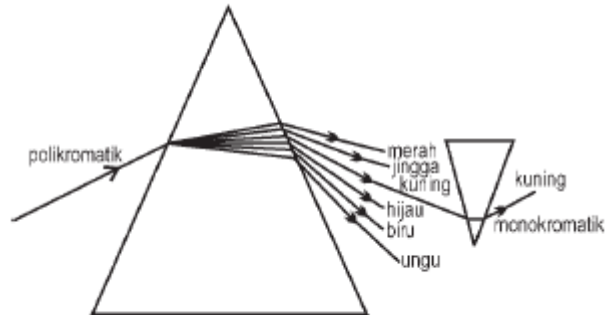
5. Materi Optika

a. Optika Fisis

1) Spektrum dan dispersi cahaya

Dispersi yaitu peristiwa terurainya cahaya putih menjadi cahaya yang berwarna-warni, seperti terjadinya pelangi. Pelangi merupakan peristiwa terurainya cahaya matahari oleh butiran-butiran air hujan. Peristiwa peruraian cahaya ini disebabkan oleh perbedaan indeks bias dari masing-masing cahaya, di mana indeks bias cahaya merah paling kecil, sedangkan cahaya ungu memiliki indeks bias paling besar. Cahaya putih yang dapat terurai menjadi cahaya yang berwarna-warni disebut cahaya polikromatik sedangkan cahaya tunggal yang tidak bisa diuraikan lagi disebut cahaya monokromatik. Peristiwa dispersi juga terjadi apabila

seberkas cahaya putih, misalnya cahaya matahari dilewatkan pada suatu prisma seperti pada Gambar berikut:



Gambar 1. Cahaya polikromatik yang dilewatkan pada prisma (Suharyanto & Karyono, 2009)

Cahaya polikromatik jika dilewatkan pada prisma akan terurai menjadi warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu. Kumpulan cahaya warna tersebut disebut spektrum. Lebar spektrum yang dihasilkan oleh prisma tergantung pada selisih sudut deviasi antara cahaya ungu dan cahaya merah. Selisih sudut deviasi antara cahaya ungu dan merah disebut sudut dispersi yang dirumuskan :

$$\varphi = Du - Dm \quad (2)$$

Jika sudut pembias prisma kecil ($<15^\circ$) dan n menyatakan indeks bias prisma serta medium di sekitar prisma adalah udara, maka besarnya sudut dispersi dapat dinyatakan :

$$\varphi = (nu - nm)\beta \quad (3)$$

Dengan :

ϕ = sudut dispersi

D_u = sudut deviasi cahaya merah

D_m = sudut deviasi cahaya ungu

n_m = indeks bias cahaya merah

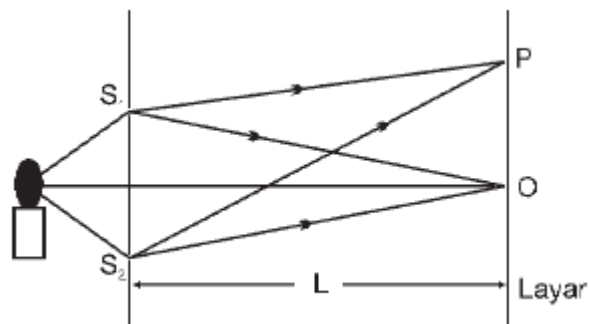
n_u = indeks bias cahaya ungu

β = sudut pembias prisma

2) Interferensi

Interferensi cahaya adalah perpaduan antara dua gelombang cahaya. Agar interferensi cahaya dapat teramati dengan jelas, maka kedua gelombang cahaya itu harus bersifat koheren. Dua gelombang cahaya dikatakan koheren apabila kedua gelombang cahaya tersebut mempunyai amplitudo, frekuensi yang sama dan pada fasenya tetap. Ada dua hasil interferensi cahaya yang dapat teramati dengan jelas jika kedua gelombang tersebut berinterferensi. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperkuat (bersifat konstruktif), maka akan menghasilkan garis terang yang teramati pada layar. Apabila kedua gelombang cahaya berinterferensi saling memperlemah (bersifat destruktif), maka akan menghasilkan garis gelap yang teramati pada layar.

Percobaan yang dilakukan oleh Thomas Young dan Fresnel pada dasarnya adalah sama, yang membedakan adalah dalam hal mendapatkan dua gelombang cahaya yang koheren. Thomas Young mendapatkan dua gelombang cahaya yang koheren dengan menjatuhkan cahaya dari sumber cahaya pada dua buah celah sempit yang saling berdekatan, sehingga sinar cahaya yang keluar dari celah tersebut merupakan cahaya yang koheren. Sebaliknya Fresnel mendapatkan dua gelombang cahaya yang koheren dengan memantulkan cahaya dari suatu sumber ke arah dua buah cermin datar yang disusun hampir membentuk sudut 180° , sehingga akan diperoleh dua bayangan sumber cahaya. Sinar yang dipantulkan oleh cermin I dan II dapat dianggap sebagai dua gelombang cahaya yang koheren. Skema percobaan Young terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. Skema percobaan Young (Suharyanto & Karyono, 2009)

Interferensi maksimum akan terjadi sesuai dengan persamaan,

$$p = \frac{n\lambda L}{d} \quad (4)$$

Dengan

p = jarak garis terang ke terang pusat (m)

d = jarak antara dua celah (m)

L = jarak celah ke layar (m)

λ = panjang gelombang (m)

n = orde interferensi (0,1,2,3,...)

Interferensi minimum akan terjadi sesuai dengan persamaan

$$\frac{dp}{L} = \frac{(2n+1) \lambda}{2} \quad (5)$$

Dengan

p = jarak garis gelap ke terang pusat (m)

d = jarak antara dua celah (m)

L = jarak celah ke layar (m)

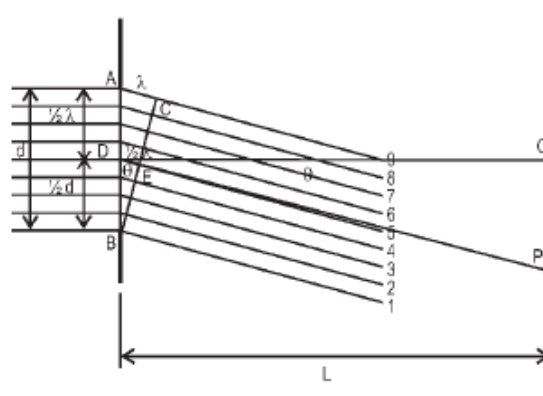
λ = panjang gelombang (m)

n = orde interferensi (0,1,2,3,...)

3) Difraksi

Apabila permukaan gelombang melewati sebuah celah sempit, di mana lebar celah lebih kecil daripada panjang gelombangnya, maka gelombang tersebut akan mengalami lenturan. Peristiwa ini disebut *difraksi* atau *lenturan*. Difraksi terdiri dari difraksi celah tunggal dan difraksi pada kisi.

Difraksi/lenturan cahaya pada celah tunggal akan menghasilkan garis terang/interferensi maksimum pada layar yang berjarak L dari celah apabila selisih lintasan antara cahaya yang datang dari A dan B adalah $(2n + 1) \frac{1}{2} \lambda$, kemudian akan terjadi garis gelap atau interferensi minimum jika selisih lintasannya adalah $(2n) \frac{1}{2} \lambda$.



Gambar 3. Difraksi celah tunggal (Suharyanto & Karyono, 2009)

Gambar diatas menggambarkan sebuah celah sempit yang mempunyai lebar d , disinari dengan cahaya sejajar monokromatik secara tegak lurus pada celah. Apabila di belakang celah ditaruh layar pada jarak L dari celah maka akan tampak pada layar berupa garis terang dan gelap yang berada di sekitar terang pusat. Celah sempit tersebut kita bagi menjadi 2 bagian yang masing-masing lebarnya $\frac{1}{2} d$. Kelompok cahaya dari bagian atas dan bawah akan berinterferensi di titik P yang terletak pada layar tergantung pada selisih lintasannya. Di titik O yang berada pada layar yang juga merupakan titik tengah-tengah celah, maka semua cahaya yang

berasal dari celah bagian atas dan bagian bawah sampai ke titik O mempunyai jarak lintasan yang sama, sehingga di titik O terjadi interferensi maksimum atau sering juga disebut dengan terang pusat. Sedangkan hasil interferensi di titik P tergantung pada selisih lintasan yang ditempuh oleh cahaya tersebut

Pola gelap akan terjadi sesuai dengan persamaan :

$$p = \frac{n\lambda L}{d} \quad (6)$$

Dengan

p = jarak garis gelap ke terang pusat (m)

d = lebar celah (m)

L = jarak celah ke layar (m)

λ = panjang gelombang (m)

n = orde interferensi (1,2,3,...)

pola terang akan terjadi sesuai dengan persamaan :

$$\frac{dp}{L} = \frac{(2n+1)\lambda}{2} \quad (7)$$

Dengan

p = jarak garis terang ke terang pusat (m)

d = lebar celah (m)

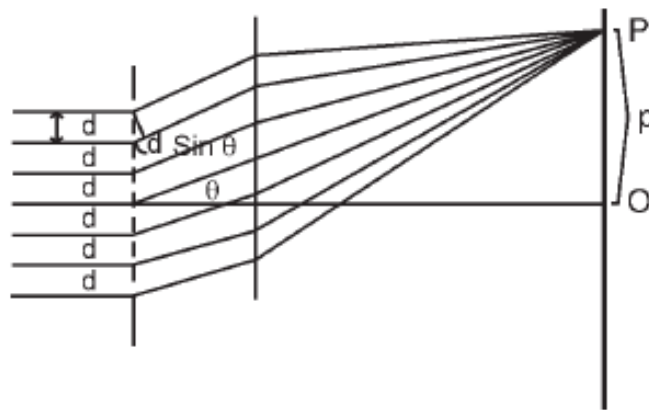
L = jarak celah ke layar (m)

λ = panjang gelombang (m)

n = orde interferensi (0,1,2,3,...)

Difraksi yang kedua adalah difraksi yang terjadi pada kisi. Kisi adalah celah sangat sempit yang dibuat dengan menggores sebuah lempengan kaca dengan intan. Sebuah kisi dapat dibuat

300 sampai 700 celah setiap 1 mm. Pada kisi, setiap goresan merupakan celah. Sebuah kisi memiliki konstanta yang menyatakan banyaknya goresan tiap satu satuan panjang, yang dilambangkan dengan d , yang juga sering dikatakan menjadi lebar celah. Dalam sebuah kisi, lebar celah dengan jarak antara dua celah sama apabila banyaknya goresan tiap satuan panjang dinyatakan dengan N , maka $d = \frac{1}{N}$.



Gambar 4. Difraksi pada kisi (Suharyanto & Karyono, 2009)

Gambar diatas menggambarkan cahaya monokromatik sejajar yang datang tegak lurus bidang kisi, cahaya yang melalui kisi dilenturkan dan memiliki fase yang sama. Semua cahaya yang melalui celah kisi akan dikumpulkan menjadi satu oleh lensa positif dan diproyeksikan pada layar menjadi garis terang dan gelap.

Pola terang akan terjadi sesuai dengan persamaan,

$$d \sin \theta = \frac{p d}{L} = n \lambda \quad (8)$$

Dengan

- p = jarak garis terang ke terang pusat (m)
- d = lebar celah kisi (m)
- L = jarak celah ke layar (m)
- λ = panjang gelombang (m)
- n = orde interferensi (0,1,2,3,...)
- Θ = sudut difraksi (derajat)

Pola gelap akan terjadi sesuai dengan persamaan

$$d \sin \Theta = \frac{dp}{L} = \frac{(2n+1) \lambda}{2} \quad (9)$$

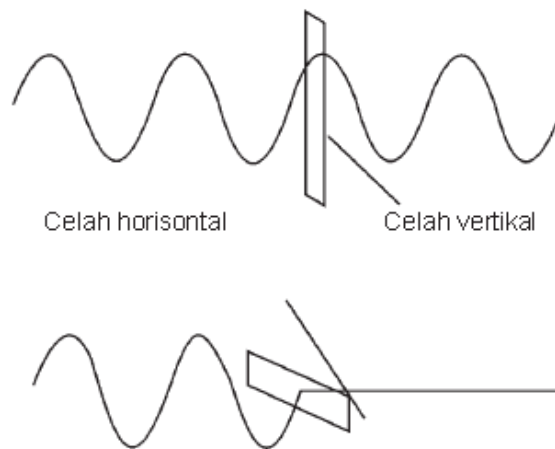
Dengan

- p = jarak garis gelap ke terang pusat (m)
- d = lebar celah kisi (m)
- L = jarak celah ke layar (m)
- λ = panjang gelombang (m)
- n = orde interferensi (0,1,2,3,...)
- Θ = sudut difraksi (derajat)

4) Polarisasi

Polarisasi adalah peristiwa penyerapan arah bidang getar dari gelombang. Gejala polarisasi hanya dapat dialami oleh gelombang transversal saja, sedangkan gelombang longitudinal tidak mengalami gejala polarisasi. Fakta bahwa cahaya dapat mengalami polarisasi menunjukkan bahwa cahaya merupakan gelombang transversal. Pada umumnya, gelombang cahaya mempunyai banyak arah getar. Suatu gelombang yang mempunyai banyak arah getar disebut gelombang tak

terpolarisasi, sedangkan gelombang yang memiliki satu arah getar disebut gelombang terpolarisasi.

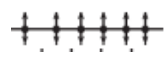


Gambar 5. Gelombang tali yang melewati celah (Suharyanto & Karyono, 2009)

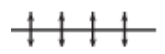
Gejala polarisasi dapat digambarkan dengan gelombang yang terjadi pada tali yang dilewatkan pada celah. Apabila tali digetarkan searah dengan celah maka gelombang pada tali dapat melewati celah tersebut.

Sebaliknya jika tali digetarkan dengan arah tegak lurus celah maka gelombang pada tali tidak bisa melewati celah tersebut.

Sinar alami seperti sinar Matahari pada umumnya adalah sinar yang tak terpolarisasi. Sinar tak terpolarisasi dilambangkan



sedangkan sinar yang terpolarisasi dilambangkan



atau

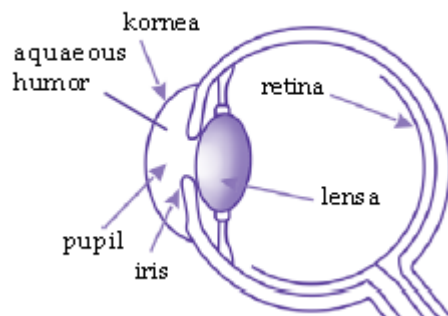


. Cahaya dapat mengalami polarisasi dengan berbagai cara, antara lain karena peristiwa pemantulan, pembiasan, bias kembar, absorpsi selektif, dan hamburan.

b. Optika Geometri

1) Mata dan kacamata

Mata merupakan alat optika alamiah, ciptaan Tuhan yang sangat berharga. Diagram sederhana mata manusia adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut.



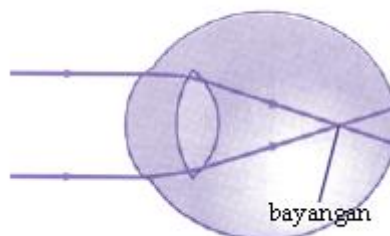
Gambar 6. Diagram sederhana mata manusia (Aip Saripudin, 2009)

Mata memiliki daya akomodasi, yakni kemampuan untuk mengubah-ubah jarak fokus lensa mata sehingga bayangan benda yang dilihat selalu jatuh tepat di retina. Jarak fokus lensa mata diubah dengan cara mengatur ketebalannya (menipis atau menebal) yang dilakukan oleh otot siliar. Daya akomodasi ini memungkinkan mata dapat melihat dengan jelas setiap benda yang dilihatnya, meskipun jaraknya berbeda-beda di depan mata. Akan tetapi, meskipun memiliki daya akomodasi, mata memiliki keterbatasan jangkauan pandang. Mata tidak dapat melihat benda yang terlalu dekat atau terlalu jauh.

Jarak titik terdekat dari mata yang masih dapat dilihat dengan jelas disebut titik dekat, sedangkan jarak titik terjauh dari mata yang masih dapat dilihat dengan jelas disebut titik jauh. Ketika mata melihat pada titik dekatnya, mata dalam keadaan berakomodasi maksimum dan ketika mata melihat pada titik jauhnya, mata dalam keadaan tanpa akomodasi.

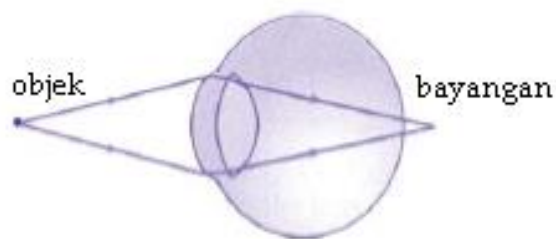
Berdasarkan jangkauan pandang ini, mata dibedakan menjadi mata normal (emetropi) dan mata cacat. Mata normal memiliki jangkauan pandang dari 25 cm sampai takhingga. Dengan kata lain, titik dekat mata normal adalah 25 cm, sedangkan titik jauhnya takhingga (jauh sekali). Mata yang jangkauan pandangnya tidak sama dengan jangkauan pandang mata normal disebut mata cacat, yang terdiri dari miopi, hipermetropi, dan presbiopi.

Miopi biasanya disebabkan oleh bola mata yang terlalu lonjong, bahkan kadang-kadang lengkungan korneanya terlalu besar. Pada mata miopi, bayangan benda jauh jatuh di depan retina. Sehingga bayangan akan menjadi kabur.



Gambar 7. Pembentukan bayangan pada mata penderita miopi (Aip Saripudin, 2009)

Hipermetropi atau rabun dekat adalah mata yang tidak dapat melihat benda-benda dekat dengan jelas. Mata hipermetropi memiliki titik dekat lebih jauh dari 25 cm dan titik jauhnya tak hingga. Meskipun dapat melihat dengan jelas benda-benda jauh, titik dekat yang lebih besar dari 25 cm membuat mata hipermetropi mengalami kesulitan untuk membaca pada jarak baca normal. Cacat mata ini disebabkan oleh bola mata yang terlalu memipih atau lengkungannya kurang. Ketika mata hipermetropi digunakan untuk melihat benda-benda dekat, bayangan benda-benda ini akan jatuh di belakang retina.

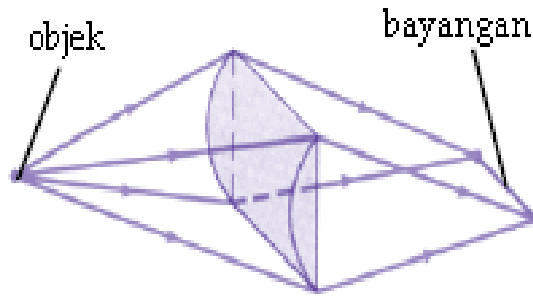


Gambar 8. Pembentukan bayangan pada mata penderita hipermetropi (Aip Saripudin, 2009)

Presbiopi memiliki titik dekat lebih jauh dari 25 cm dan titik jauh terbatas. Dengan demikian, penderita presbiopi tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda jauh dan juga tidak dapat membaca dengan jelas pada jarak baca normal. Umumnya, presbiopi terjadi karena faktor usia (tua) sehingga otot siliarnya tidak mampu membuat lensa mata berakomodasi normal seperti ketika ia masih muda.

Selain ketiga jenis cacat mata tersebut, ada lagi yang disebut astigmatisma. Pada penderita astigmatisma, benda titik akan

terlihat sebagai sebuah garis dan kabur. Hal ini terjadi karena lensa matanya tidak berbentuk bola, melainkan berbentuk silinder.



Gambar 9. Pembentukan bayangan pada mata penderita astigmatisme (Aip Saripudin, 2009)

Kacamata merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengatasi cacat mata. Kacamata terdiri dari lensa cekung atau lensa cembung, dan frame atau kerangka tempat lensa berada. Fungsi dari kacamata adalah mengatur supaya bayangan benda yang tidak dapat dilihat dengan jelas oleh mata menjadi jatuh di titik dekat atau di titik jauh mata, bergantung pada jenis cacat matanya

Lensa kacamata yang digunakan penderita miopi harus membentuk bayangan benda-benda jauh (S-) tepat di titik jauh mata atau $S' = -PR$, dengan PR singkatan dari punctum remotum, yang artinya titik jauh. Tanda negatif pada S' diberikan karena bayangan yang dibentuk lensa kacamata berada di depan lensa tersebut atau bersifat maya. jarak fokus lensa (f) kacamata untuk mata miopi memenuhi persamaan :

$$f = -PR \quad (10)$$

Dan kekuatan lensa (P) :

$$P = -\frac{1}{PR} \quad (11)$$

Dengan f dan PR dalam satuan meter dan P dalam satuan dioptri.

Kacamata berlensa cembung untuk Hipermetropi karena hipermetropi tidak dapat melihat benda-benda dekat dengan jelas, lensa kacamata yang digunakannya haruslah lensa yang dapat membentuk bayangan benda-benda dekat tepat di titik dekat matanya. Benda-benda dekat yang dimaksud yang memiliki jarak 25 cm di depan mata. Oleh karena itu, lensa kacamata harus membentuk bayangan benda pada jarak $S = 25$ cm tepat di titik dekat (PP, punctum proximum) atau $S' = -PP$. Kembali tanda negatif diberikan pada S' karena bayangannya bersifat maya atau di depan lensa.

Kekuatan lensa (P) pada kacamata lensa cembung adalah :

$$P = \frac{1}{f} = 4 - \frac{1}{PP} \quad (12)$$

Dengan f dan PP dalam satuan meter dan P dalam satuan dioptri.

2) Mikroskop

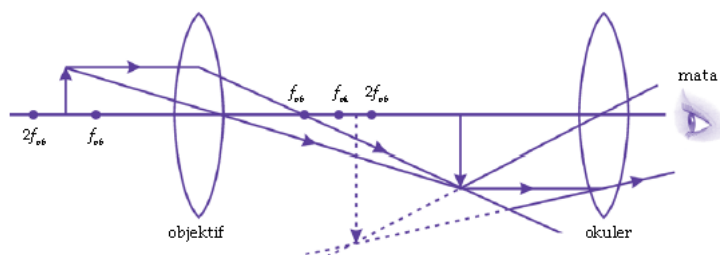
Sebuah mikroskop terdiri atas susunan dua buah lensa positif. Lensa yang berhadapan langsung dengan objek yang diamati disebut lensa objektif. Sementara itu, lensa tempat mata mengamati bayangan disebut lensa okuler. Fungsi lensa okuler ini

sama dengan lup. Salah satu bentuk sebuah mikroskop diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10. Mikroskop
(Suharyanto & Karyono, 2009)

Pada mikroskop, objek yang akan diamati harus diletakkan di depan lensa objektif pada jarak antara f_{ob} dan $2f_{ob}$ sehingga bayangannya akan terbentuk pada jarak lebih besar dari $2f_{ob}$ di belakang lensa objektif dengan sifat nyata dan terbalik. Bayangan pada lensa objektif dipandang sebagai objek oleh lensa okuler dan terbentuklah bayangan pada lensa okuler. Agar bayangan pada lensa okuler dapat dilihat atau diamati oleh mata, bayangan ini harus berada di depan lensa okuler dan bersifat maya. Hal ini dapat terjadi jika bayangan pada lensa objektif jatuh pada jarak kurang dari f_{ok} dari lensa okuler.



Gambar 11. Pembentukan bayangan yang terjadi pada mikroskop (Aip Saripudin, 2009)

Bayangan akhir yang dibentuk oleh mikroskop bersifat maya, terbalik, dan diperbesar.

Jarak antara lensa objektif dan lensa okuler menentukan panjang pendeknya sebuah mikroskop. panjang mikroskop atau jarak antara lensa objektif dan lensa okuler sama dengan jarak bayangan objektif ke lensa objektif ditambah jarak bayangan objektif tadi ke lensa okuler atau secara matematis dituliskan

$$d = S'_{ob} + S_{ok} \quad (13)$$

Dengan

d = panjang mikroskop

S'_{ob} = jarak bayangan lensa objektif dari lensa objektif

S_{ok} = jarak bayangan lensa objektif ke lensa okuler

d , S'_{ob} , dan S_{ok} dalam satuan meter atau centi meter.

Perbesaran total yang dihasilkan mikroskop merupakan perkalian antara perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif dan perbesaran sudut yang dihasilkan oleh lensa okuler. Secara matematis, perbesaran total yang dihasilkan mikroskop ditulis sebagai berikut.

$$M = M_{ob} \times M_{ok} \quad (14)$$

Dengan

M = perbesaran total yang dihasilkan mikroskop

M_{ob} = perbesaran yang dihasilkan lensa objektif

M_{ok} = perbesaran sudut yang dihasilkan lensa okuler

Perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif memenuhi

$$M_{ob} = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \quad (15)$$

Perbesaran yang dihasilkan oleh lensa okuler memenuhi

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} \quad (16)$$

Dan untuk pengamatan dengan akomodasi maksimum memenuhi persamaan

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \quad (17)$$

Serta untuk pengamatan dengan akomodasi pada jarak x adalah

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + \frac{s_n}{x} \quad (18)$$

3) Teropong atau teleskop

Teropong atau teleskop merupakan alat optika yang digunakan untuk melihat objek-objek yang sangat jauh agar tampak lebih dekat dan jelas. Benda-benda langit, seperti bulan, planet, dan bintang dapat diamati dengan bantuan teropong. Dengan adanya teropong, banyak hal-hal yang berkaitan dengan luar angkasa telah ditemukan. Teropong terdiri dari teropong bintang dan teropong bumi.

Teropong bintang menggunakan dua lensa cembung, masing-masing sebagai lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak fokus

objektif lebih besar daripada jarak fokus okuler ($f_{ob} > f_{ok}$).

Diagram sinar pembentukan bayangan pada teropong untuk mata tak terakomodasi sebagai berikut: Perbesaran sudut dan panjang teropong bintang memenuhi persamaan- persamaan sebagai berikut:

Untuk mata tak berakomodasi :

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (19)$$

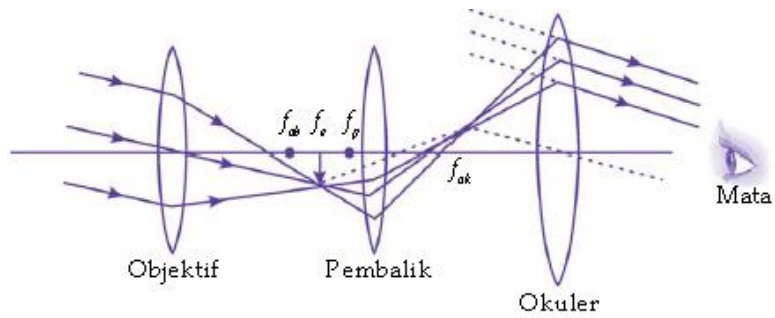
$$d = f_{ob} + f_{ok} \quad (20)$$

Untuk mata berakomodasi maksimum :

$$M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}} \quad (21)$$

$$d = f_{ob} + s_{ok} \quad (22)$$

Teropong bumi menggunakan tiga jenis lensa cembung. Lensa yang berada di antara lensa objektif dan lensa okuler berfungsi sebagai lensa pembalik, yakni untuk pembalik bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif. Diagram sinar pembentukan bayangan pada teropong bumi mata tak berakomodasi sebagai berikut:



Gambar 12. Pembentukan bayangan yang terjadi pada teropong bumi (Aip Saripudin, 2009)

Perbesaran dan panjang teropong bumi untuk mata tak berakomodasi adalah :

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (23)$$

$$d = f_{ob} + f_{ok} + 4f_p \quad (24)$$

Dengan f_p adalah jarak fokus lensa pembalik.

B. Penelitian yang Relevan

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Edi Istiyono (2013) yang berjudul “PENGEMBANGAN INSTRUMEN UNTUK MENGUKUR KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DALAM MATA PELAJARAN FISIKA DI SMA” menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan pada penelitian tersebut memenuhi kriteria valid, reliable, dan tingkat kesukaran yang sangat baik. Produk yang dikembangkan dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika di kelas XI SMA.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Elyana, Yennita, dan Fakhrudin (2016) yang berjudul “ANALISIS *HIGHER ORDER*

THINKING SKILLS (HOTS) SISWA MAN 2 MODEL PEKANBARU DALAM MENYELESAIKAN SOAL UJIAN NASIONAL FISIKA TINGKAT SMA/MA” menunjukkan bahwa ujian nasional fisika mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi meski dalam penelitian tersebut masuk kategori yang kurang baik.

Berdasarkan kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi dikembangkan untuk memenuhi kemajuan yang terjadi dalam dunia pendidikan.

C. Kerangka Berpikir

Kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dimiliki peserta didik dapat diamati dan dinilai secara optimal jika ada instrumen penilaian yang tepat. Akan tetapi, selama ini instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi masih jarang dikembangkan dan digunakan sebagai penilaian di SMA. Oleh karena itu penelitian ini mengembangkan instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika pada tingkat SMA kelas XI materi optika.

Produk pada penelitian ini dikembangkan melalui metode penelitian 4D models. Adapun tahapan utama dalam penelitian ini adalah *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebarluasan). Secara umum, penyusunan instrumen melewati langkah – langkah yang dimulai dari penetapan spesifikasi tes yang terdiri dari bentuk tes, penyusunan kisi – kisi, dan perancangan instrumen. Setelah spesifikasi ditentukan, langkah selanjutnya adalah

pengembangan awal instrumen dari rancangan. Instrumen penilaian disusun sesuai dengan kisi – kisi kemudian dibuat pedoman penskorannya. Setelah itu instrumen penilaian sudah tersusun maka dilakukan penilaian oleh ahli atau praktisi. Penilaian ahli atau praktisi digunakan untuk mengetahui validitas isi dari instrumen penilaian yang dikembangkan. Setelah dinilai dan diberikan saran oleh ahli atau praktisi maka instrumen penilaian akan siap untuk uji coba terbatas untuk mengetahui keterbacaan soal. Kemudian akan dilakukan uji coba secara luas. Setelah diujicoba secara luas, langkah selanjutnya adalah menganalisis butir soal.

Hasil dari analisis butir soal akan menjadi acuan butir soal tersebut layak atau tidak untuk digunakan menurut validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran butir. Jika butir soal layak digunakan maka siap digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika. Tetapi jika butir soal tersebut tidak layak maka akan dibuang.

Produk yang layak kemudian akan digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika di salah satu SMA kelas XI MIPA. Setelah dilakukan tes kemudian hasilnya akan ditafsirkan apakah sekolah tersebut memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika pada tingkat rendah, sedang, atau tinggi.

D. Pertanyaan Penelitian

Berikut merupakan daftar pertanyaan yang diajukan untuk penelitian ini.

- 1) Bagaimanakah validitas isi butir instrumen penilaian yang dikembangkan berdasarkan penilaian oleh ahli atau praktisi ?
- 2) Bagaimanakah validitas empiris butir – butir instrumen penilaian yang dikembangkan ?
- 3) Bagaimanakah reliabilitas butir instrumen penilaian yang dikembangkan ?
- 4) Bagaimanakah kecocokan (*fit*) butir instrumen penilaian yang dikembangkan dengan model yang digunakan ?
- 5) Bagaimanakah tingkat kesukaran butir instrumen penilaian yang dikembangkan ?
- 6) Bagaimanakah hasil estimasi kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika di SMA N 1 Rowokele ?
- 7) Bagaimana sebaran kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika di SMA N 1 Rowokele ?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bentuk instrumen penilaian yang mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi pokok optika bagi peserta didik SMA yang layak.

Desain penelitian yang dilakukan menggunakan model 4D (*four-D models*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, terdiri dari 4 tahap, yaitu : (1) *Define* (pendefinisian); (2) *Design* (perancangan); (3) *Develop* (pengembangan); (4) *Disseminate* (penyebarluasan).

1. Tahap Define (Pendefinisian)

a. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada di SMA yaitu masih minimnya instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika pada materi optika. Dengan minimnya instrumen penilaian tersebut, maka peserta didik menjadi kurang mengetahui pentingnya kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bidang fisika.

b. Analisis peserta didik

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik kelas XI yang seharusnya sudah bisa berpikir abstrak sesuai dengan teori psikologi Piaget. Kemampuan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik kelas XI sudah terbentuk pada usia tersebut.

c. Analisis tugas

Analisis tugas diperlukan untuk menentukan materi yang akan digunakan pada instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi. Pada analisis tugas ini ditekankan pada bagian penyusunan indikator sesuai dengan silabus pada Kurikulum 2013. Untuk materi yang digunakan di khususkan pada materi optika fisis dan optika geometri yang diajarkan pada kelas XI.

d. Analisis konsep

Analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi konsep – konsep, menyusun konsep – konsep secara sistematis dan mengaitkan konsep – konsep yang ada untuk membuat instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi optika.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

a. Penetapan bentuk instrumen

Bentuk instrumen yang akan digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI pada materi optika adalah tes tertulis berbentuk pilihan ganda.

b. Penyusunan kisi – kisi

Kisi – kisi yang dibuat sesuai dengan silabus pada kurikuuum 2013 yang telah direvisi. Kisi – kisi yang dibuat berupa kisi – kisi instrumen penilaian materi optika. Pembuatan kisi – kisi bertujuan untuk menentukan ruang lingkup dan digunakan untuk petunjuk pembuatan soal.

c. Perancangan instrumen

Tahap ini bertujuan untuk membuat kerangka awal instrumen penilaian untuk mengumpulkan data. Tahap ini dilakukan pembuatan soal, pedoman penskoran, lembar validasi, dan pencetakan instrumen.

3. Tahap *Develop* (Pengembangan)

a. Validasi Ahli atau praktisi

Instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan sebelum digunakan harus melalui tahap validasi yang bertujuan untuk memperbaiki pengembangan awal instrumen oleh ahli atau praktisi. Teknik validasi dilakukan menggunakan lembar validasi sebagai penilaian dan masukan dari ahli atau praktisi yang kemudian akan dilakukan revisi.

b. Uji coba terbatas

Uji coba terbatas dilakukan untuk menguji keterbacaan instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan. Pelaksanaan uji coba melibatkan 23 peserta didik kelas XI MIPA 8 di SMA N 5 Yogyakarta

Setelah diujii coba, instrumen penilaian akan kembali direvisi agar didapatkan instrumen yang lebih baik.

c. Uji coba secara luas

Uji coba secara luas dilakukan setelah revisi yang dilakukan pada tahap uji coba terbatas. Pelaksanaan uji coba melibatkan 260 peserta didik yang terdiri dari peserta didik kelas XI MIPA 1 – 7 di SMA N 5 Yogyakarta dan kelas XI MIPA 1 – 3 di MA N 2 Yogyakarta.

d. Analisis butir soal

Berdasarkan hasil uji coba secara luas, maka dilakukan analisis butir soal dengan menggunakan program *Quest* dan *parscale*. Analisis yang dilakukan untuk mengetahui *fit* dengan model, reliabilitas, fungsi informasi, dan tingkat kesukaran butir. Setelah itu akan dilakukan revisi terhadap instrumen berupa perbaikan soal yang kurang baik sehingga didapatkan produk akhir berupa instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika yang layak digunakan.

4. Tahap *Disseminate* (Penyebarluasan)

Pada tahap ini dilakukan penyebarluasan dan penerapan instrumen yang dikembangkan. Penyebarluasan dilakukan dengan memberikan instrumen penilaian pada sekolah tempat penelitian dan ditempatkan pada jurnal UNY. Penerapan instrumen memiliki tahap yang terdiri dari pelaksanaan tes dan penafsiran hasil tes

a. Pelaksanaan tes

Kami melakukan penggunaan instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi di SMA N 1 Rowokele di kabupaten Kebumen provinsi Jawa Tengah. Pelaksanaan tes melibatkan 79 peserta didik di SMA N 1 Rowokele.

b. Penafsiran hasil tes

Penafsiran hasil tes dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika di SMA tersebut. Dari hasil tes dapat dilihat kemampuan berpikir tingkat tinggi di SMA

N 1 Rowokele termasuk dalam kategori rendah, menengah, atau tinggi.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Uji coba dilakukan pada siswa SMA/MA Negeri kelas XI jurusan MIPA. Untuk uji coba terbatas dilakukan di SMA N 5 Yogyakarta kelas XI MIPA 8, sedangkan uji coba secara luas dilakukan di SMA N 5 Yogyakarta (kelas XI MIPA 1-7) dan MA N 2 Yogyakarta (kelas XI MIPA 1-3) . Waktu penelitian adalah 9 Mei – 13 Mei 2018. Waktu pengerjaan instrumen penilaian adalah 80 menit untuk 20 soal.

Setelah diujicobakan secara luas dan mendapat hasil instrumen penilaian yang layak, kemudian instrumen tersebut digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika di SMA N 1 Rowokele (kelas XI MIPA 1 – 3) pada 15 – 16 Mei 2018.

C. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah peserta didik SMA kelas XI MIPA di SMA N 1 Rowokele (MIPA 1 – 3), MA N 2 Yogyakarta (MIPA 1 – 3), dan SMA N 5 Yogyakarta (MIPA 1 – 8) tahun ajaran 2017/2018.

D. Jenis Data

1. Data Kuantitatif

- a. Skor penilaian dari validator ahli terhadap instrumen yang dikembangkan
- b. Skor peserta didik berupa skor menjawab soal yang dikembangkan

E. Instrumen Penelitian

1. Lembar Validasi

Lembar validasi digunakan sebagai lembar penilaian oleh validator ahli terhadap instrumen yang dikembangkan. Pengujian terhadap instrumen dilakukan dengan penilaian dari skala 1 sampai 10 untuk tiap butir soal dan komentar serta saran terhadap instrumen

2. Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur penguasaan materi peserta didik. Soal yang dikembangkan adalah pilihan ganda dengan 5 alternatif jawaban. Ranah kognitif yang diukur meliputi menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*), dan menciptakan (*creating*) atau yang sering disebut C4, C5, dan C6

3. Dokumentasi

Dokumentasi bertujuan untuk merekam kegiatan penelitian selama uji coba terbatas dan uji coba secara luas sebagai bukti penelitian.

F. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian. Pengumpulan data dilakukan selama proses penyusunan instrumen penilaian serta dalam proses penilaian dalam kelas antara lain melalui:

1. Menguji kelayakan instrumen penilaian yang dikembangkan dengan menggunakan penilaian dari ahli yang akan membuktikan validitas isi dari instrumen.

2. Melakukan uji coba instrumen penilaian yang dikembangkan kepada peserta didik SMA kelas XI MIPA dan melihat skor yang dihasilkan untuk mengetahui kelayakan instrumen soal yang dikembangkan.
3. Dokumentasi berupa data nilai hasil dari pengerjaan yang dilakukan peserta didik

G. Teknik Analisis Data

1. Kelayakan Instrumen Penilaian

- a. Analisis hasil validasi oleh ahli.

Data validasi oleh ahli didapatkan dari validasi tiap butir soal yang ada pada lembar validasi. Angket validasi ahli disusun dengan skala interval 1 sampai 10 tiap butir. Dibagian kesimpulan akan didapatkan instrumen layak digunakan, layak digunakan dengan revisi, atau tidak layak digunakan berdasarkan nilai indeks V Aiken.

Setelah validator memberikan penilaian pada lembar validasi maka akan didapatkan nilai dari Indeks V Aiken untuk tiap butir soal. Nilai indeks V aiken kemudian dikonversikan menjadi data kualitatif dengan rentang indeks antara 0 sampai 1.

- b. Analisis butir soal

Butir soal dianalisis berdasarkan kecocokan terhadap model, reliabilitasnya dan tingkat kesulitan soal. Analisis menggunakan program *Quest* dan *Parscale* yang akan menentukan instrumen layak digunakan atau tidak.

Butir soal dinyatakan layak jika *fit* dengan *RM (Rasch Model)*, nilai reliabilitas tinggi, dan tingkat kesukaran yang sesuai. Nilai reliabilitas

soal didapatkan dari nilai indeks konsistensi internal (*Reliability of estimate*) yang didapat dari analisis dengan program *Quest* dan fungsi informasi dan SEM dari program *Parscale*. Analisis tingkat kesulitan butir soal diperoleh dari nilai *thresholds* yang terdapat pada masing – masing butir soal setelah dianalisis dengan *Quest*.

2. Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi

Nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi dianalisis menggunakan program *Quest*. Kemampuan tersebut diperoleh dari nilai Θ berdasarkan hasil estimate dengan skala logits pada program *Quest*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan, menggunakan model 4D (*four-D models*) yang terdiri dari 4 tahap menurut Thiagarajan, yaitu : (1) *Define* (pendefinisian); (2) *Design* (perancangan); (3) *Develop* (pengembangan); (4) *Disseminate* (penyebarluasan) dengan digabungkan metode pembuatan tes tertulis oleh mardapi.

1. Tahap *Define* (pendefinisian)

Tahap *Define* (pendefinisian) terdiri atas analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis tugas, dan analisis konsep.

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada di SMA untuk diteliti. Dari hasil pengamatan peneliti di SMA terdapat masalah yang perlu untuk dipecahkan. Masalah tersebut yaitu masih minimnya instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika khususnya pada materi optika. Di sekolah masih banyak instrumen penilaian yang hanya mengukur kemampuan berpikir tingkat rendah dari C1 sampai C3 saja sedangkan C4 sampai C6 sebagai kemampuan berpikir tingkat tinggi masih sangat sedikit diterapkan di sekolah. Dengan minimnya instrumen penilaian tersebut, maka peserta didik menjadi kurang mengetahui pentingnya kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bidang fisika.

b. Analisis Peserta didik

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang akan dijadikan sebagai subyek penelitian. Penelitian kali ini akan menyesuaikan materi yang ada di kelas XI. Dari teori psikologi yang dikemukakan Piaget (teori perkembangan kognitif), kelas XI SMA/MA sudah masuk dalam kategori operasional formal (11 tahun sampai dewasa). Tahap ini memiliki karakteristik diperolehnya kemampuan berpikir secara abstrak, menalar secara logis, dan menarik kesimpulan dari informasi yang tersedia. Hal tersebut sesuai dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi sehingga kelas XI sudah tepat dijadikan subyek penelitian untuk pengembangan instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika.

Peserta didik kelas XI MIPA di SMA N 5 Yogyakarta, MA N 2 Yogyakarta, dan SMA N 1 Rowokele tahun ajaran 2017/2018 menggunakan kurikulum yang sama yaitu Kurikulum 2013. Sistem pengajaran yang dilakukan oleh guru juga sama karena mengacu pada silabus mata pelajaran fisika untuk kelas XI tahun 2013 yang telah direvisi tahun 2016. SMA N 5 Yogyakarta pada tahun 2017 memiliki rerata UN mapel fisika 69,96 ; MA N 2 Yogyakarta memiliki rerata 58,68 ; dan SMA N 1 Rowokele memiliki rerata 52,50. Materi optika ketika pengambilan data sudah diajarkan secara menyeluruh oleh guru di masing – masing sekolah.

c. Analisis Tugas

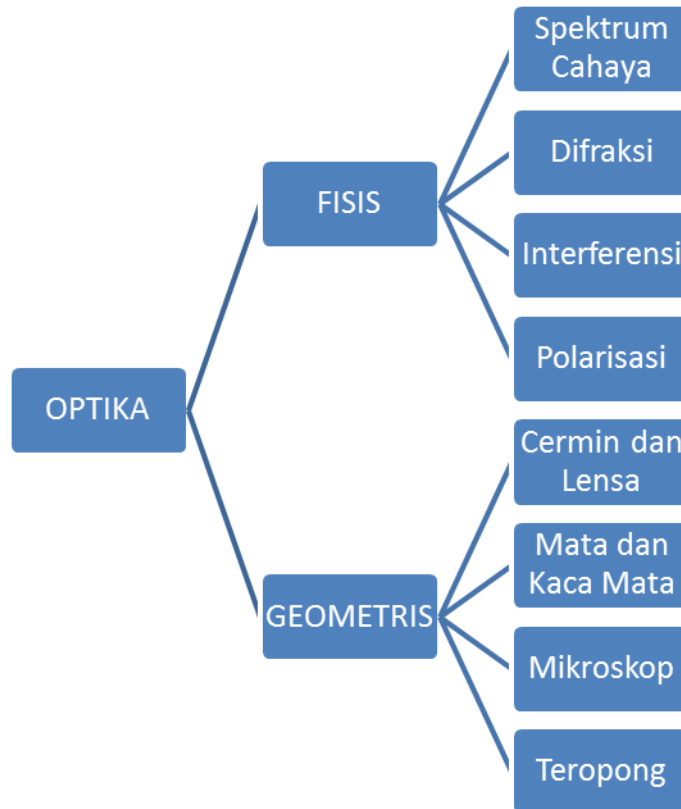
Analisis tugas diperlukan untuk menentukan materi yang akan digunakan pada instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi. Pada analisis tugas ini ditekankan pada bagian penyusunan indikator sesuai dengan silabus pada kurikulum 2013. Untuk materi yang digunakan di khususkan pada materi optika fisis dan optika geometri yang diajarkan pada kelas XI. Dalam kompetensi dasar (KD) di silabus mata pelajaran fisika tahun 2013 yang telah direvisi optika fisis masuk dalam KD 3.10 dan optika geometri masuk dalam KD 3.11, sehingga jika materi yang digunakan untuk membuat instrumen penilaian terdiri dari dua KD tidak masalah karena KD 3.10 dan KD 3.11 berurutan.

Materi yang digunakan sesuai dengan silabus mata pelajaran fisika tahun 2013 yang telah direvisi. Untuk optika fisis pada KD 3.10 meliputi materi spektrum cahaya, difraksi dan interferensi, dan polarisasi. Sedangkan untuk optika geometri pada KD 3.11 meliputi mata dan kaca mata, lensa dan cermin, mikroskop, dan teropong.

d. Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi konsep – konsep, menyusun konsep – konsep secara sistematis dan mengaitkan konsep – konsep yang ada untuk membuat instrumen penilaian untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi optika.

Peta konsep materi optika disajikan pada gambar 13.



Gambar 13. Peta Konsep Optika

2. Tahap *Design* (perancangan)

Tahap *Design* (perancangan) bertujuan untuk membuat desain awal instrumen penilaian kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI materi optika. Tahap ini terdiri dari penetapan bentuk instrumen, penyusunan kisi – kisi, dan perancangan instrumen.

a. Penetapan bentuk instrumen

Berdasarkan hasil pada proses sebelumnya (*define*) peneliti menetapkan bentuk instrumen adalah tes tertulis pilihan ganda dengan alternatif lima jawaban. Penetapan ini berdasarkan keunggulan dari tes pilihan ganda yaitu tes pilihan ganda dapat

mengukur semua level kognitif yang artinya tes pilihan ganda tepat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu tes pilihan ganda bisa mencakup banyak materi dalam satu perangkat tes. Peneliti menggunakan dua kompetensi dasar sehingga cakupan materinya cukup luas sehingga tes pilihan ganda tepat untuk instrumen penilaian pada penelitian ini. Tes pilihan ganda juga merupakan tes obyektif yang hasilnya akan selalu sama jika dikoreksi oleh orang lain sehingga waktu untuk mengoreksi akan lebih cepat dan efisien.

b. Penyusunan kisi – kisi soal

Kisi – kisi soal digunakan untuk menentukan ruang lingkup soal dan petunjuk pembuatan soal. Didalam kisi – kisi juga terdapat indikator soal yang akan dibuat. Materi yang akan digunakan adalah materi optika. Sesuai dengan silabus mata pelajaran fisika kelas XI SMA/MA tahun 2013 yang sudah direvisi materi optika meliputi optika fisis pada KD 3.10 dan optika geometri pada KD 3.11.

Butir soal yang dibuat berdasarkan pada ranah kognitif C4 (menganalisis atau *analyzing*), C5 (mengevaluasi atau *evaluating*), dan C6 (menciptakan atau *creating*).

Kisi – kisi soal kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika kelas XI materi optika

Mata Pelajaran : Fisika

Materi pokok : Optika

Kelas : XI MIPA

No .	Kompetensi dasar	materi	Indikator soal	Level kognitif	Bentuk soal	Nomor soal
1	Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi	Spektrum cahaya	Disajikan hasil percobaan pembiasan antara cahaya matahari dengan sinar laser, peserta didik dapat membedakan perbedaan cahaya monokromatis dan polikromatis	C4	Pilihan ganda	1
			Disajikan sebuah gambar pembentukan pelangi dan penjelasan terkait sudut pelangi, peserta didik dapat menyimpulkan apakah pelangi bisa didekati atau tidak	C5	Pilihan ganda	6
			Disajikan sebuah tabel spektrum warna dan panjang gelombangnya disertai penjelasan intensitas radiasi. Peserta didik dapat menyimpulkan warna dengan	C5	Pilihan ganda	10

			intensitas radiasi paling besar dan paling kecil.			
		Pembiasan	Disajikan tabel indeks bias dari beberapa zat. Siswa dapat mengurutkan kombinasi zat yang membuat sinar hasil pembiasan paling mendekati garis normal.	C4	Pilihan ganda	2
		Difraksi celah tunggal	Diberikan percobaan difraksi celah tunggal dengan menggunakan celah d1 dan d2. diketahui gelap ketiga pada d1 dan gelap kedua pada d2 memiliki jarak yang sama, kemudian jarak L dan sinar tidak diubah. peserta didik dapat membandingkan lebar d1 dibanding d2.	C4	Pilihan ganda	3
		Difraksi celah ganda	Diberikan sebuah percobaan tentang difraksi celah ganda. Panjang gelombang tertentu dan jarak antar celah tertentu, sehingga menghasilkan	C5	Pilihan ganda	4

			pola terang pada jarak tertentu. Peserta didik dapat membuat penilaian paling tepat agar jarak pola terang sesuai yang diharapkan.			
			Diberikan sebuah percobaan pada difraksi celah ganda dengan sinar tertentu, jarak antar celah tertentu, dan jarak celah dan layar tertentu sehingga menghasilkan pola terang n pada jarak tertentu. Kemudian dilakukan percobaan dengan sinar yang berbeda, jarak antar celah yang sama, jarak antara celah dan layar yang diubah, sehingga jarak pola terang n yang terjadi pada percobaan pertama dan kedua sama. Peserta didik dapat membandingkan panjang gelombang sinar pertama dan	C4	Pilihan ganda	9

			kedua.			
		Difraksi pada kisi	<p>Disajikan dua buah tabel yaitu tabel spektrum warna dan panjang gelombang, dan tabel kedua nama kisi dan jumlah garis tiap cm.</p> <p>Jika diinginkan pola terang terbanyak, peserta didik dapat memilih pasangan warna dan kisi yang tepat.</p>	C5	Pilihan ganda	5
			<p>Diberikan sebuah rencana percobaan menggunakan kisi difraksi. Terdapat 3 kisi dengan garis tiap cm yang berbeda dan 3 sumber cahaya monokromatis yang berbeda.</p> <p>Peserta didik dapat mengkonstruksi penggunaan sinar, kisi, dan jarak kisi dan layar pada percobaan agar pola terang yang terjadi berada pada jarak tertentu.</p>	C6	Pilihan ganda	8

		polarisasi	Disajikan tabel dari sifat – sifat gelombang secara umum dan penjelasannya. Akan dilakukan percobaan untuk membuktikan bahwa cahaya termasuk dalam gelombang transversal. Peserta didik dapat merencanakan percobaan paling tepat untuk membuktikan al tersebut.	C6	Pilihan ganda	7
2	Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa	Cermin dan lensa	Diberikan 3 buah cermin yang berbeda dengan sifat bayangan yang terbentuk berbeda – beda. Peserta didik dapat membedakan cermin tersebut berdasarkan sifat bayangannya.	C4	Pilihan ganda	11
			Disajikan tabel beberapa lensa dan jarak fokusnya. Dua buah lensa akan pasang satu sumbu dengan jarak tertentu yang selalu sama. Peserta didik dapat	C5	Pilihan ganda	15

			memilih kombinasi lensa yang menghasilkan perbesaran paling besar.			
			Diberikan sebuah kasus pada pemeriksaan gigi menggunakan cermin lengkung. Peserta didik dapat menilai cermin lengkung apa dan dengan jarak fokus berapa yang cocok untuk menghasilkan perbesaran yang diharapkan.	C5	Pilihan ganda	19
		Mata dan kacamata	Diberikan beberapa lensa cembung dengan kekuatan tertentu yang didapatkan dari percobaan. Peserta didik dapat mengurutkan lensa yang tepat untuk penderita cacat mata dengan titik dekat yang tepat.	C4	Pilihan ganda	12
			Disajikan sebuah gambar penderita cacat mata. Dijelaskan	C5	Pilihan ganda	14

			mengenai dua orang dengan titik dekat mata yang berbeda. Kemudian salah satu meminjam kacamata yang lain. Peserta didik dapat menganalisis dan menilai jarak benda dari mata agar terlihat jelas.			
		Mikroskop	Diberikan sebuah mikroskop yang digunakan untuk mengamati preparat. Dengan jarak preparat tertentu, fokus lensa okuler tertentu dan fokus lensa obyektif tertentu, peserta didik dapat membandingkan perbesaran yang terjadi antara beberapa keadaan akomodasi mata.	C4	Pilihan ganda	13
			Diberikan penjelasan tentang sebuah mikroskop yang akan digunakan untuk melihat preparat dengan perbesaran tertentu. Jarak fokus	C6	Pilihan ganda	17

			lensa objektif, panjang tabung mikroskop, dan kedaan pengamat diketahui. Peserta didik dapat merencanakan fokus lensa okuler yang paling tepat untuk digunakan.			
			Diberikan penjelasan tentang sebuah mikroskop yang akan digunakan untuk melihat preparat dengan perbesaran tertentu. dengan jarak preparat dan lensa objektif tertentu, peserta didik dapat mengkontruksi fokus lensa okuler dan obyektif yang tepat digunakan.	C6	Pilihan ganda	18
		Teropong	dijelaskan sebuah teropong bintang dengan fokus lensa okuler dan perbesaran tertentu. peserta didik dapat menyimpulkan panjang teropong tersebut.	C5	Pilihan ganda	16

			Dijelaskan sebuah teropong akan digunakan untuk melihat gerhana bulan. Panjang teropong dan perbesaran yang diinginkan diketahui. Peserta didik dapat merencanakan fokus lensa okuler dan obyektif teropong yang paling tepat untuk digunakan.	C6	Pilihan ganda	20
--	--	--	--	----	---------------	----

Sebaran butir soal menurut indikator dalam kisi – kisi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Sebaran butir menurut indikator.

Nomor soal	Aspek		
	Menganalisis (C4)	Mengevaluasi (C5)	Menciptakan (C6)
1	V		
2	V		
3	V		
4		V	
5		V	
6		V	
7			V

8			V
9	V		
10		V	
11	V		
12	V		
13	V		
14		V	
15		V	
16		V	
17			V
18			V
19		V	
20			V
Jumlah Butir	7	8	5

Sebaran butir menurut materi dalam kisi – kisi dapat dilihat pada tabel

7.

Tabel 7. Sebaran butir menurut materi dalam kisi – kisi

Aspek	Sub aspek	Materi	
		Optika fisis	Optika geometri
Menganalisis	Membedakan	Spektrum cahaya (1)	Cermin (11)
	Mengurutkan	Pembiasan (2)	Mata dan kaca mata (12)
	Membandingkan	Difraksi celah tunggal (3), difraksi celah ganda (9)	Mikroskop (13)
Mengevaluasi	Menyimpulkan	Spektrum cahaya (6),(10)	Teropong (16)
	Menilai	Difraksi celah ganda (4)	Mata dan kaca mata (14), cermin (19)
	Memilih	Difraksi pada kisi (5)	Lensa (15)
Menciptakan	Mengkontruksi	Difraksi pada kisi (8)	Mikroskop (18)
	Merencanakan	Polarisasi (7)	Mikroskop (17), teropong (20)
Jumlah butir		10	10

c. Perancangan instrumen

Pada perancangan instrumen dilakukan pembuatan soal, pedoman penskoran, lembar validasi, dan pencetakan instrumen.

1) Pembuatan soal pilihan ganda

Pembuatan instrumen soal pilihan ganda dilakukan sesuai dengan kaidah pembuatan soal yang disusun oleh Bambang Subali yaitu syarat item bentuk pilihan ganda terdiri dari 3 aspek, yaitu aspek materi, aspek konstruksi, dan aspek bahasa. Aspek materi meliputi (1) item sesuai indikator, (2) hanya ada satu kunci jawaban yang benar, (3) isi materi sesuai tujuan pengukuran, dan (4) isi materi sesuai dengan jenjang, jenis sekolah, dan tingkatan kelas. Aspek konstruksi meliputi, (1) pokok soal (*stem*) dirumuskan dengan jelas, (2) rumusan soal dan pilihan dirumuskan dengan tegas, (3) pilihan benar – benar berfungsi, (4) pokok soal tidak memberi petunjuk kepada pilihan jawaban yang benar, (5) pokok soal tidak mengandung pernyataan negatif ganda, (6) bila terpaksa menggunakan kata negatif, maka harus diberi garis bawah atau dicetak tebal, (7) pilihan jawaban homogen, (8) hindari adanya alternatif jawaban : “seluruh jawaban benar” dan yang sejenisnya, (9) panjang alternatif jawaban relatif sama, (10) pilihan jawaban dalam bentuk angka atau waktu diurutkan, (11) wacana, grafik, atau gambar benar – benar berfungsi, (12) antar butir tidak bergantung satu sama lain.

Sedangkan dari aspek bahasa sesuai dengan ejaan yang disempurnakan, dan mudah dipahami.

Pembuatan soal disesuaikan dengan materi yang akan digunakan yaitu materi optika. Pembuatan soal mengikuti indikator yang terdapat pada kisi – kisi dan sesuai dengan sebaran butir pada tabel diatas. Soal optika fisis terdiri dari 10 soal yang mencakup materi spektrum cahaya (3 soal), pembiasan (1 soal), difraksi celah tunggal (1 soal), difraksi celah ganda (2 soal), difraksi pada kisi (2 soal), dan polarisasi (1 soal). Sedangkan pada materi optika geometri juga terdiri dari 10 soal yang mencakup materi cermin dan lensa (3 soal), mata dan kacamata (2 soal), mikroskop (3 soal), dan teropong (2 soal). Selain membuat soal, peneliti juga membuat lembar jawaban dan petunjuk pengerjaan soal yang digabung menjadi satu paket soal.

2) Pembuatan pedoman penskoran

Setelah 20 soal telah selesai disusun, maka dibuat pedoman penskoran. Pedoman penskoran digunakan untuk mempermudah dalam menilai hasil pekerjaan siswa. Selain itu pedoman penskoran juga digunakan untuk menentukan kunci jawaban yang akan dimasukan untuk menganalisis butir soal pada program *Quest* dan *Parscale*. Karena soal yang dikembangkan adalah soal pilihan ganda, maka pada pedoman penskoran akan mengikuti model dikotomus. Model dikotomus hanya memberikan 2 skor

yaitu jika jawaban benar mendapat skor 1 dan jika jawaban salah mendapat skor 0.

3) Pembuatan lembar validasi

Lembar validasi digunakan untuk menilai oleh validator. Penilaian yang dilakukan terkait dengan instrumen soal yang dikembangkan. Validasi dilakukan per butir soal dari nomor 1 sampai nomor 20. Aspek yang divalidasi meliputi aspek konstruksi dan aspek bahasa.

3. Tahap *Develop* (pengembangan)

Tahap *develop* (pengembangan) terdiri dari penilaian ahli atau praktisi, uji pengembangan produk dan analisis butir soal. Tahap penilaian ahli atau praktisi dilakukan validasi terhadap instrumen penilaian oleh praktisi yaitu guru mata pelajaran fisika, sedangkan pada tahap uji pengembangan produk dibagi menjadi uji coba terbatas dan uji coba secara luas. Tahap analisis butir soal menggunakan aplikasi *Quest* dan *Parscale*.

a. Penilaian Ahli atau praktisi (Validasi)

Validasi isi dalam penelitian ini dilakukan oleh dua praktisi yaitu guru fisika di SMA N 5 Yogyakarta (Bapak Parwata, S.Pd) dan di MA N 2 Yogyakarta (Bu Sri Purwati, S.Pd). Tahap validasi dilakukan dengan menyerahkan instrumen soal yang dikembangkan, kisi – kisi soal, dan lembar validasi. Lembar validasi diisi dengan mencentang pada tempat yang disediakan jika butir soal sesuai dengan kriteria soal yang baik. Hasil dari penilaian ahli adalah soal valid atau tidak untuk

digunakan dengan melihat indeks V Aiken untuk masing – masing butir soal. Setelah penilaian dari ahli, item soal yang tidak valid harus direvisi. Item soal yang sudah valid bisa digunakan untuk diujicobakan.

Hasil dari penilaian tiap item soal pada lembar validitas oleh ahli ditunjukkan pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Indeks V Aiken tiap butir soal

Nomor Soal	Indeks V Aiken	Nomor Soal	Indeks V Aiken
1	0,94	11	1,00
2	0,94	12	1,00
3	1,00	13	1,00
4	1,00	14	1,00
5	0,94	15	1,00
6	1,00	16	1,00
7	1,00	17	0,94
8	1,00	18	1,00
9	0,94	19	1,00
10	1,00	20	1,00

Validator juga memberikan saran dan koreksi baik berupa perbaikan kalimat maupun materi yang digunakan untuk membuat

instrumen penilaian. Hasil revisi pada instrumen soal dapat dilihat pada lampiran.

Sesuai dengan tabel tingkat validitas isi menurut Suharsimi Arikunto, semua butir soal yang dikembangkan lolos dalam uji validitas isi karena memiliki indeks V Aiken yang tergolong sangat tinggi (lebih dari 0,8). Setelah instrumen soal direvisi sesuai dengan saran dan koreksi dari validator maka instrumen soal siap untuk diujicobakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi.

b. Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas dilaksanakan di SMA N 5 Yogyakarta di kelas XI MIPA 8 yang melibatkan 23 peserta didik. Peserta didik diminta untuk mencoba mengerjakan soal dalam waktu 80 menit. Peserta didik juga diminta untuk mengoreksi jika ada kesalahan penulisan soal maupun kesalahan penulisan pilihan jawaban. Selain itu peserta didik juga diminta untuk memberi koreksi jika ada kalimat yang tidak dimengerti oleh peserta didik.

Uji coba terbatas lebih menekankan pada keterbacaan soal oleh peserta didik. Setelah uji coba terbatas dilaksanakan kemudian peneliti melakukan revisi dan perbaikan item soal. Setelah item soal sudah diperbaiki maka item soal siap diujicobakan secara luas.

c. Uji Coba Secara Luas

Uji coba secara luas dilakukan di SMA N 5 Yogyakarta dan MA N 2 Yogyakarta. Pemilihan sekolah tersebut didasarkan pada ranking Ujian Nasional jurusan MIPA pada tahun 2017 di kota Yogyakarta.

SMA N 5 Yogyakarta menempati urutan ke 5 dengan rerata UN IPA adalah 77,79 sedangkan MA N 2 Yogyakarta menempati urutan ke 23 dengan rerata UN IPA adalah 60,85. Peserta didik yang mengikuti uji coba secara luas berjumlah total 260 peserta didik yang terdiri dari 173 peserta didik SMA N 5 Yogyakarta dan 87 peserta didik MA N 2 Yogyakarta.

d. Analisis Butir Soal

Setelah data hasil uji coba secara luas didapatkan kemudian data dianalisis dengan menggunakan program *Quest* untuk melihat kelayakan instrumen soal yang dikembangkan. Kelayakan instrumen soal dilihat dari tingkat kesukaran butir (b), nilai *infit MNSQ* pada Rasch Model, dan tingkat reliabilitas instrumen soal. Tingkat kesukaran butir soal yang baik adalah dari -2 sampai 2 ($-2 < b < 2$), dikatakan butir soal *fit* dengan model Rasch jika nilai *infit MNSQ* diantara -0,77 sampai 1,30 ,dan tingkat reliabilitas dilihat dari nilai *Reliability of estimate*. Agar masuk kategori reliabel instrumen soal harus memiliki nilai *Reliability of estimate* lebih dari 0,6.

Hasil yang diperoleh setelah dianalisis dengan program *Quest* adalah tingkat kesulitan butir soal diantara -1,62 sampai 1,23 dengan mean 0,0; nilai *infit MNSQ* antara 0,81 sampai 1,28 dengan mean 0,99; dan nilai *Reliability of estimate* 0,97. Dengan hasil tersebut instrumen soal dikatakan baik karena masuk dalam kriteria soal yang baik menurut tingkat kesulitan, *fit* dengan Rasch Model, dan memiliki kriteria sangat reliable.

4. Tahap *Disseminate* (penyebarluasan)

Pada tahap ini dilakukan penyebarluasan dan penerapan instrumen yang dikembangkan. Penyebarluasan dilakukan dengan memberikan instrumen penilaian pada sekolah tempat penelitian dan ditempatkan pada jurnal UNY. Penerapan instrumen memiliki tahap yang terdiri dari pelaksanaan tes dan penafsiran hasil tes

a. Pelaksanaan tes

Kami melakukan penggunaan instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi di SMA N 1 Rowokele di kabupaten Kebumen provinsi Jawa Tengah. Pelaksanaan tes melibatkan 79 peserta didik di SMA N 1 Rowokele yang terbagi menjadi 3 kelas MIPA.

b. Penafsiran hasil tes

Penafsiran hasil tes dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika di SMA tersebut. Dari hasil tes dapat dilihat kemampuan berpikir tingkat tinggi di SMA N 1 Rowokele termasuk dalam kategori rendah, menengah, atau tinggi.

Setelah instrumen digunakan di SMA N 1 Rowokele, kemudian hasilnya dianalisis menggunakan program *Quest* untuk mengetahui kemampuan berpikir tingkat tinggi (Θ) pada materi optika peserta didik di SMA tersebut. Setelah dianalisis, rentang nilai Θ berada antara -2,68 sampai 1,36 dengan mean -0,9. Dengan hasil analisis tersebut, sesuai dengan tabel konversi nilai kuantitatif dari Syaifudin

Azwar maka peserta didik kelas XI SMA N 1 Rowokele masuk dalam kategori rendah dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika.

B. Pembahasan

1. Kelayakan Instrumen soal

a. Validitas

Ada dua aspek dalam lembar validasi untuk instrumen soal yang dikembangkan, yaitu aspek konstruksi dan aspek bahasa.

(1) Aspek konstruksi terdiri dari 7 kategori penilaian yaitu :

- (a) Pernyataan (pertanyaan dan jawaban) sesuai dengan rumusan indikator pada kisi – kisi
- (b) Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, penjelasan dll) dan menarik
- (c) Kalimatnya bebas dari pernyataan yang tidak relevan
- (d) Kalimatnya bebas dari pernyataan yang ambigu atau multitafsir
- (e) Setiap butir soal berdiri sendiri dan tidak saling terkait
- (f) Pengecoh pada butir soal disusun secara logis
- (g) Jumlah butir instrumen sesuai dengan waktu yang di tentukan

(2) Aspek bahasa terdiri dari 3 kategori penilaian yaitu :

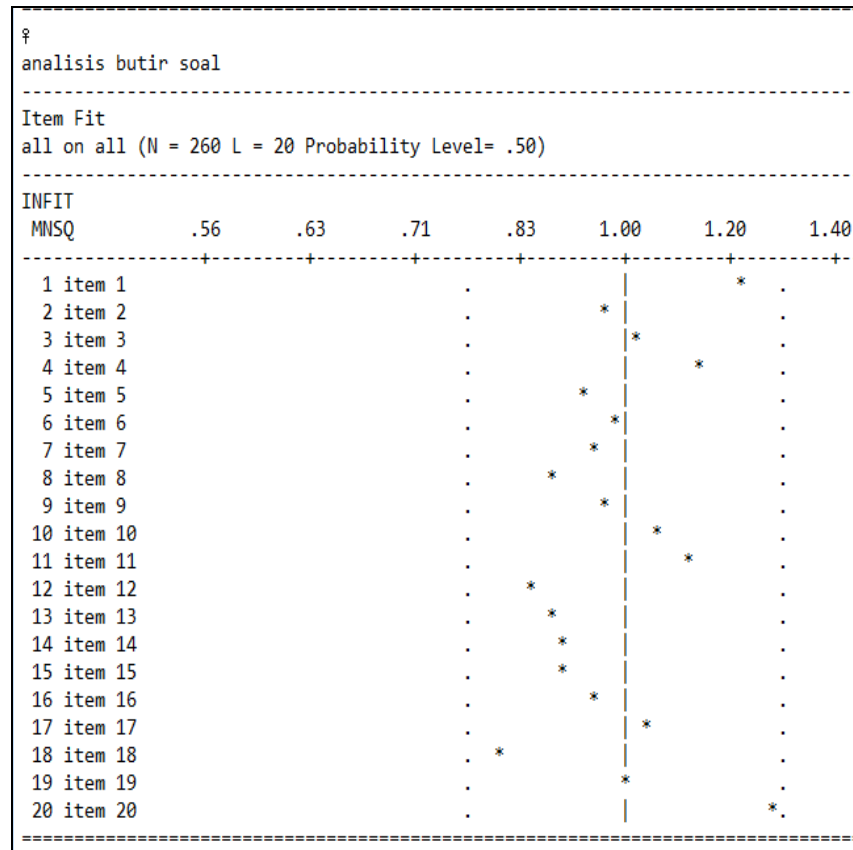
- (a) Soal menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai dengan kaidah bahasa yang baku
- (b) Soal menggunakan bahasa yang komunikatif
- (c) Soal tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat (lokal)

Dari keterangan diatas maka penilaian untuk masing – masing butir soal oleh validator terdiri dari 10 kategori. Validator yang memberikan penilaian ada dua, sehingga analisis menggunakan Indeks V Aiken. Setelah dianalisis maka akan terlihat item yang valid atau tidak valid. Hasil analisis menyatakan bahwa item soal memiliki indeks V Aiken antara 0,94 dan 1,00. Item soal yang memiliki nilai Indeks V Aiken 1,00 adalah item soal nomor 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, dan 20. Sedangkan item soal yang memiliki nilai Indeks V Aiken 0,94 adalah item soal nomor 1, 2, 5, 9, dan 17.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis dengan menggunakan Indeks V Aiken, dan melihat tabel tingkat validasi oleh Suharsimi Arikunto maka dapat disimpulkan bahwa instrumen soal yang dikembangkan masuk kategori sangat valid karena memiliki nilai Indeks V Aiken antara 0,94 dan 1,00.

b. *Fit* dengan Rasch Model

Setelah dilaksanakan uji coba secara luas dengan 260 peserta didik maka data yang didapatkan kemudian akan dianalisis menggunakan program *Quest*. Hasil analisis pada nilai *infit MNSQ* terdapat pada gambar 14.



Gambar 14. Sebaran *infit MNSQ*

Rincian nilai *infit MNSQ* dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Nilai *infit MNSQ* tiap butir soal

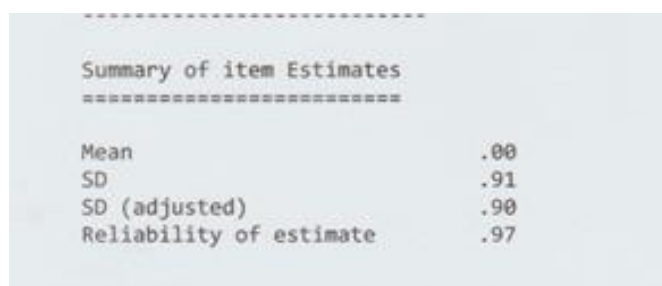
Nomor Soal	nilai <i>infit MNSQ</i>
1	1,22
2	0,96
3	1,02
4	1,15
5	0,93
6	0,97
7	0,95
8	0,88
9	0,96
10	1,06

Nomor Soal	nilai <i>infit MNSQ</i>
11	1,13
12	0,85
13	0,87
14	0,89
15	0,90
16	0,95
17	1,04
18	0,81
19	1,00
20	1,28

Dapat dilihat pada tabel 9 nilai *infit MNSQ* antara 0,81 sampai 1,28 dengan mean 0,99. Menurut disertasi Edi Istiyono tahun 2013, item dikatakan *fit* pada model jika nilai *INFIT MNSQ* antara 0,77 sampai 1,30. Jika lebih atau kurang dari itu maka butir soal akan ditolak. Berdasarkan hasil tersebut maka semua item soal dinyatakan *fit* dengan Model Rasch.

c. Reliabilitas

Reliabilitas soal dapat dilihat pada hasil analisis dari uji coba secara luas dari program *Quest* dan program *Parscale*. Nilai reliabilitas dilihat dari nilai *Reliability of estimate*. Nilai *Reliability of estimate* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

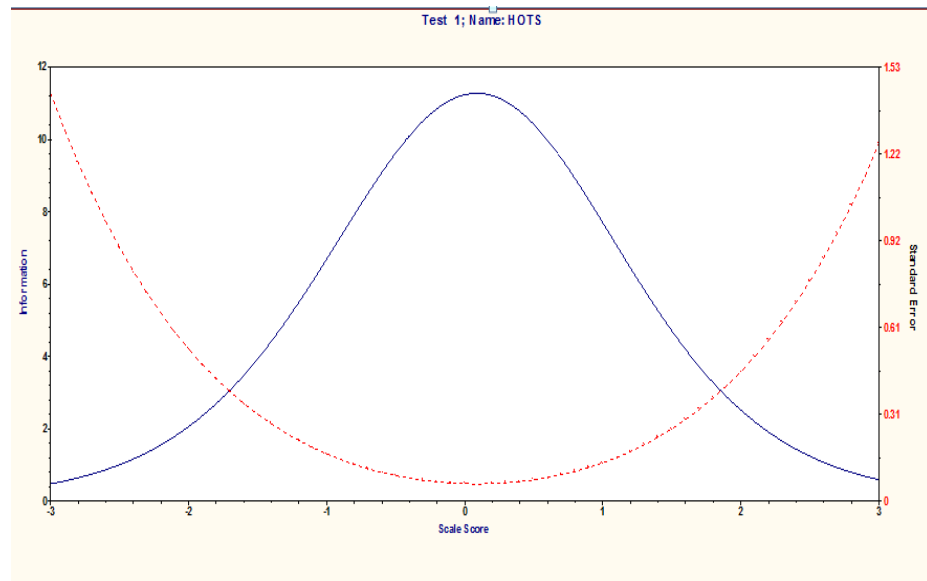


Summary of item Estimates	
=====	
Mean	.00
SD	.91
SD (adjusted)	.90
Reliability of estimate	.97

Gambar 15. Nilai *Reliability of estimate*

Dapat dilihat pada gambar 15 bahwa nilai *Reliability of estimate* bernilai 0,97. Berdasarkan nilai tersebut tingkat reliabilitas soal tes menurut Suharsimi Arikunto masuk dalam kategori sangat reliabel. Nilai tersebut tergolong bagus untuk tingkat reliabilitas sehingga dapat digunakan sebagai instrumen soal.

Sedangkan nilai fungsi informasi dan SEM dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Fungsi informasi dan SEM instrumen tes

Pada gambar diatas dapat diketahui bahwa perangkat tes tersebut bisa digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika materi optika untuk peserta didik dengan kemampuan antara -1,7 sampai 1,8. Hal ini cukup baik mengingat fungsi informasi dan SEM yang baik berada pada kisaran -2 sampai 2.

d. Tingkat Kesukaran (b)

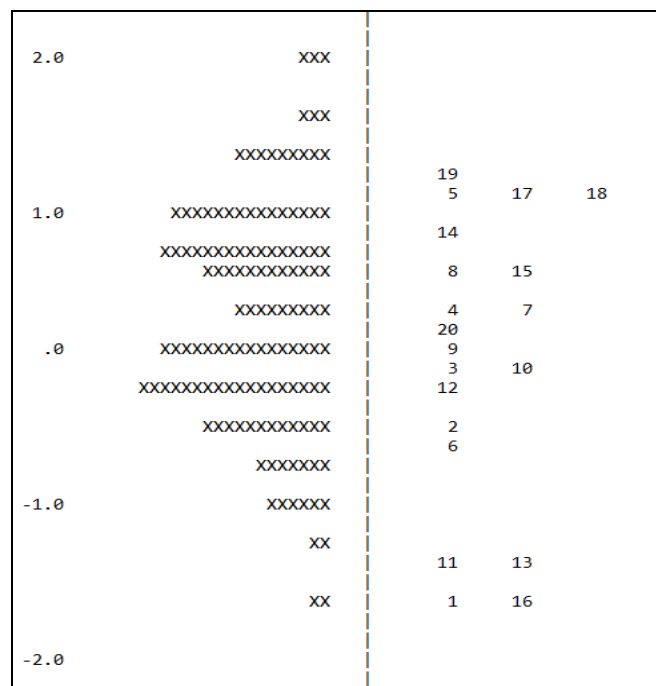
Tingkat kesukaran (b) juga dilihat dari hasil keluaran program *Quest*.

Rincian nilai Tingkat kesukaran (*Thresholds*) dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Nilai tingkat kesukaran (*Thresholds*) tiap butir soal

Nomor Soal	Tingkat kesukaran (<i>Thresholds</i>)	Nomor Soal	Tingkat kesukaran (<i>Thresholds</i>)
1	-1,55	11	-1,35
2	-0,52	12	-0,21
3	-0,04	13	-1,41
4	-0,37	14	+0,76
5	+1,03	15	+0,55
6	-0,54	16	-1,62
7	+0,30	17	+1,03
8	+0,55	18	+1,13
9	+0,10	19	+1,23
10	-0,04	20	+0,22

Tingkat kesukaran dilihat pada nilai *Thresholds*. Untuk sebaran tingkat kesukaran dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Sebaran tingkat kesukaran (*thresholds*)

Berdasarkan tingkat kesulitan, materi, dan ranah kognitif yang dinilai maka urutannya dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Urutan butir berdasarkan tingkat kesulitan, materi, dan ranah kognitif yang dinilai

Nomor Soal	Ranah Kognitif	Materi Optika	Tingkat kesukaran
19	C5	Geometri	+1,23
18	C6	Geometri	+1,13
5	C5	Fisis	+1,03
17	C6	Geometri	+1,03
14	C5	Geometri	+0,76
8	C6	Fisis	+0,55
15	C5	Geometri	+0,55
7	C6	Fisis	+0,30
20	C6	Geometri	+0,22
9	C4	Fisis	+0,10
3	C4	Fisis	-0,04
10	C5	Fisis	-0,04
12	C4	Geometri	-0,21
4	C5	Fisis	-0,37
2	C4	Fisis	-0,52
6	C5	Fisis	-0,54
11	C4	Geometri	-1,35
13	C4	Geometri	-1,41
1	C4	Fisis	-1,55
16	C5	Geometri	-1,62

Dari hasil analisis diatas berdasarkan Edi Istiyono (2013) dapat di ambil kesimpulan bahwa semua item soal masuk dalam kategori baik karena memiliki tingkat kesulitan antara -1,62 sampai +1,23 dengan

mean 0,0 ($-1,62 < b < +1,23$). Item soal paling mudah adalah soal nomor 16 dengan tingkat kesulitan -1,62 dan item soal paling sulit adalah soal nomor 19 dengan tingkat kesulitan +1,23.

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan dapat dilihat bahwa instrumen soal memiliki validitas, kecocokan (*fit*) dengan Model Rasch, reliabilitas, dan tingkat kesulitan yang memenuhi kriteria yang layak digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI SMA materi optika.

2. Estimasi Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika di SMA N 1 Rowokele

Instrumen soal yang sudah memenuhi kriteria kemudian digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI materi optika di SMA N 1 Rowokele. Setelah instrumen soal dikerjakan oleh peserta didik, kemudian data hasil pekerjaan peserta didik di analisis dengan program *Quest*. Hasil keluaran dari program *Quest* adalah estimasi kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI materi optika (Θ).

Sebaran kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI SMA N 1 Rowokele materi optika dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Sebaran nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI SMA
N 1 Rowokele

Nilai Θ	Level	N peserta didik	Persentase
$+1,00 < \Theta$	Sangat tinggi	1	1,3 %
$+0,30 < \Theta \leq +1,00$	Tinggi	0	0 %
$-0,30 < \Theta \leq +0,30$	Sedang	14	17,7 %
$-1,00 < \Theta \leq -0,30$	Rendah	22	27,8 %
$\Theta < -1,00$	Sangat rendah	42	53,2 %
Total		79	100 %
Mean		- 0,9	

Rentang nilai Θ berada antara -2,68 sampai 1,36 dengan mean -0,9. Rincian nilai Θ tiap siswa dapat dilihat pada lampiran. Dengan hasil analisis tersebut menurut tabel konversi nilai kuantitatif ke kualitatif dari Syaifudin Azwar maka peserta didik kelas XI SMA N 1 Rowokele masuk dalam kategori rendah dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi materi optika.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Instrumen penilaian yang dikembangkan berupa tes pilihan ganda dengan 20 soal dan lima alternatif jawaban untuk masing – masing soal yang terdiri dari 10 soal materi optika fisis dan 10 soal materi optika geometri. Ranah kognitif yang diukur meliputi menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menciptakan (C6).
2. Instrumen penilaian yang dikembangkan berupa tes pilihan ganda untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi kelas XI SMA materi optika dinyatakan layak digunakan dengan kriteria :
 - a. Instrumen penilaian berupa tes pilihan ganda telah memenuhi syarat validitas isi yang didapatkan dari penilaian ahli dengan indeks V Aiken pada rentang 0,94 sampai 1,00
 - b. Instrumen penilaian berupa tes pilihan ganda telah memenuhi syarat cocok (*fit*) dengan Model Rasch yang dibuktikan dengan nilai infit MNSQ antara 0,81 sampai 1,28 dan mean 0,99.
 - c. Instrumen penilaian berupa tes pilihan ganda telah memenuhi syarat reliabilitas dengan nilai *Reliability of estimate* 0,97 yang masuk dalam kategori sangat reliabel dan fungsi informasi dan SEM pada rentang -1,7 sampai 1,8.

- d. Instrumen penilaian berupa tes pilihan ganda telah memenuhi syarat tingkat kesukaran butir (b) dengan rentang tingkat tesukaran berada antara -1,62 sampai 1,23 dan mean 0,0 ($-1,62 < b < 1,23$).
3. Kemampuan berpikir tingkat tinggi (Θ) materi optika di SMA N 1 Rowokele masuk dalam kategori rendah dengan rentang nilai Θ antara -2,68 sampai 1,36 dengan mean -0,9.

B. Saran

1. Perlu dibuat dua paket soal dengan *Anchor Item* untuk menghindari kerjasama antar peserta didik saat mengerjakan instrumen tes.
2. Pembuatan instrumen penilaian berpikir tinggi yang dilakukan terbatas pada materi optika sehingga tidak dapat mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi yang lain. Berdasarkan hal tersebut perlu adanya penelitian lanjutan untuk membuat instrumen yang serupa dengan materi fisika yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2012). Dasar – Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi). Jakarta: Bumi Aksara
- Aunurrahman. (2014). Belajar dan Pembelajaran. Bandung: Alfa Beta
- Barus, PK & Imam, Poernomo. (1997). Fisika 1 untuk Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Kelas 1. Jakarta: Balai Pustaka
- Daryanto, H. (2008). Evaluasi Pendidikan. Jakarta: T Rineka Cipta
- Edi Istiyono. (2013). [Pengembangan tes kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika \(pysthots\) peserta didik SMA](#). *Jurnal penelitian dan evaluasi Pendidikan UNY*.
- _____. (2014). [Pengukuran Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Siswa di DIY](#). *Disertasi*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- _____. (2017). The Analysis of The Senior High School Students Physics HOTS in Bantul District Measured Using PhysReMChoTHOTS. AIP Conference Proceedings by American Institute of Physics. Vol 1868, 070008 (2017) diambil dari <http://doi.org/10.1063/1.4995184>.
- Ghufron, M Nur & Risnawati, Rini. (2014). Gaya Belajar Kajian Teoritik. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Hilaria Mitri. (2016). ANALISIS PEMBELAJARAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI PADA MATA PELAJARAN EKONOMI DI SMA N 8 YOGYAKARTA. *Skripsi*. Yogyakarta : Sanata Darma
- Jihad, Asep & Haris, Abdul. (2013). Evaluasi Pembelajaran. Bantul: Multi Presindo
- Kanginan, Marthen. (2007). Fisika 1A untuk SMA Kelas X. Jakarta: Erlangga
- Kustiani. (2011). PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK KOGNITIF PADA MATERI GELOMBANG DAN OPTIKA UNTUK SMP MENGGUNAKAN 2-TIER MULTIPLE CHOICE FORMAT. *Skripsi*. Semarang: UNNES
- Mundilarto. (2012). Penilaian Hasil Belajar Fisika. Yogyakarta: UNY Press
- PERMENDIKBUD NOMOR 23 TAHUN 2016 tentang STANDAR PENILAIAN PENDIDIKAN
- Prasetyo, Zuhdan K dkk. (2004). Materi Pokok Kapita Selektta Pembelajaran Fisika. Jakarta: Universitas Terbuka

- Putra, Tomi Triyada. (2010). Taksonomi Marzano. (online). <https://triatra.wordpress.com/2010/10/17/taksonomi-marzano/> diakses pada 29 juni 2018 pukul 13.02.
- Rahyubi, Heri. (2014). Teori – Teori Belajar dan Aplikasi Pembelajaran Motorik. Majalengka: Referens
- Sardiman. (2012). Interaksi dan Motivasi Belajar – Mengajar. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Saripudin, Aip dkk. (2009). Praktis Belajar Fisika 1 : untuk SMA dan MA kelas X. Jakarta: Pusat Perbukuan DEPDiknas.
- Siswanto. (2017). Penilaian dan Pengukuran Sikap dan Hasil Belajar Peserta Didik. Klaten: Bosscript
- Subali, Bambang. (2012). Prinsip Asesmen dan Evaluasi Pembelajaran. Yogyakarta: UNY Press
- Sudijono, Anas. (1995). Pengantar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Sudjana, Nana. (2017). Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Suharyanto & Karyono. (2009). Fisika : untuk SMA dan MA kelas XII. Jakarta: Pusat Perbukuan DEPDiknas.
- Sutedjo. (2005). Fisika untuk Tingkat 1 SMK. Jakarta: Yudhistira
- Thoha, M Chabib. (1990). Teknik Evaluasi Pendidikan. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Winarti, Cari, Suparmi, Widha Sunarno, and Edi Istiyono. (2017). Development of Two Tier Test to Assess Conceptual Understanding in Heat and Temperature. Journal of Physics. Conf. Series 795 (2017) 012052. Diambil dari <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/795/1/012052/pdf>.

Lampiran 1
Surat ijin penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 565411 Pesawat 217, (0274) 565411 (TU), fax. (0274) 548203
Laman : fmipa.uny.ac.id, E-mail : humas_fmipa@uny.ac.id

KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Nomor : 312/BIMB-TAS/2018

TENTANG
PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI (TAS)

DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

- Menimbang : bahwa untuk pelaksanaan tugas bimbingan skripsi mahasiswa, perlu menetapkan Keputusan Dekan tentang Tugas bimbingan skripsi;
- Mengingat
1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4301);
 2. Undang-undang Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5105) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2010 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 112, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 2105);
 4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
 5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 23 Tahun 2011 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Yogyakarta;
 6. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 34 Tahun 2011 tentang Statuta Universitas Negeri Yogyakarta;
 7. Keputusan Rektor Universitas Negeri Yogyakarta Nomor 763 tahun 2015 tentang pengangkatan Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN TENTANG TUGAS DOSEN SEBAGAI PEMBIMBING SKRIPSI (TAS) MAHASISWA.

KESATU : Mengangkat dan Menetapkan Dosen yang disertai sebagai Pembimbing Skripsi (TAS);

No.	Nama	NIP	Jabatan	Gol	Keterangan
1.	Dr. Supahar, Drs., M.Si	196803151994121001	Lektor	III/D	Pembimbing Utama
2.	-	-	-	-	Pembimbing Pendamping

alam penyusunan SKRIPSI (TAS) bagi mahasiswa :

Nama : Beni Saputro

Nomor Mahasiswa : 14302241047

Prodi : Pendidikan Fisika

Judul Skripsi : Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Untuk Mengukur Pencapaian Hasil Belajar Fisika Peserta Didik SMA Kelas XI Materi Optik

KEDUA : Dosen yang namanya tersebut sebagaimana dimaksud dalam diktum kesatu membimbing tugas akhir skripsi mahasiswa;

KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.

SALINAN Keputusan Dekan ini disampaikan kepada:

1. Dr. Supahar, Drs., M.Si;
2. -;
3. Mahasiswa ybs;
4. Ketua Jurusan Pendidikan Fisika;
5. Kasubag Keuangan dan Akuntansi FMIPA UNY;

Ditetapkan di Yogyakarta
Pada tanggal : 20 Maret 2018
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM

u.b.
Wakil Dekan I,


DR. SLAMET SUYANTO
NIP. 196207021991011001

KEPUTUSAN

KEPUTUSAN DEKAN TENTANG TUGAS DOSEN SEBAGAI PEMBIMBING SKRIPSI (TAS) MAHASISWA

KEDUA : Mengangkat dan Menetapkan Dosen yang diangkat sebagai Pembimbing Skripsi (TAS)

No.	Nama	NIP	Jabatan	Gol	Keterangan
1	Dr. Supahar, Drs., M.Si	196303151991021001	Dektor	II/C	Pembimbing Utama
2					Pembimbing Pendamping



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM

Alamat : Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon 0274-586168 psw 217, 336, 0274-565411 Fax 0274-548203
Laman: fmipa.uny.ac.id E-mail: humas_fmipa@uny.ac.id

Nomor : 2/UN34.13/DT/Pen/2018
Lamp. : 1 Bendel Proposal
Hal : Izin Penelitian

30 April 2018

Yth. GUBERNUR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
c.q. Kepala Bakesbangpol DIY
di Jalan Jendral Sudirman No. 5 Yogyakarta. 55231

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Beni Saputro
NIM : 14302241047
Program Studi : Pend. Fisika - S1
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR
TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR
FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIKA
Tujuan : Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Waktu Penelitian : 7 - 19 Mei 2018

Untuk dapat terlaksananya maksud tersebut, kami mohon dengan hormat Bapak/Ibu berkenan memberi izin dan bantuan seperlunya.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Wakil Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam

Dr. Slamet Suyanto, M.Ed.
NIP. 19620702 199101 1 001

Tembusan :
1. Sub. Bagian Pendidikan dan Kemahasiswaan ;
2. Mahasiswa yang bersangkutan.



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
Jl. Jenderal Sudirman No 5 Yogyakarta – 55233
Telepon : (0274) 551136, 551275, Fax (0274) 551137

Yogyakarta, 3 Mei 2018

Kepada Yth. :

Nomor : 074/5649/Kesbangpol/2018
Perihal : Rekomendasi Penelitian

1. Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY
2. Kepala Kementerian Agama RI Kanwil DIY di TEMPAT

Memperhatikan surat :

Dari : Wakil Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
Nomor : 2/UN34.13/DT/Pen/2018
Tanggal : 30 April 2018
Perihal : Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan riset/penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul proposal : **"PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIK"** kepada:

Nama : BENI SAPUTRO
NIM : 14302241047
No. HP/Identitas : 089665644761/3305021709950001
Prodi/Jurusan : Pendidikan Fisika / Pendidikan Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

Lokasi Penelitian : SMA N 5 Yogyakarta, MAN 2 Yogyakarta
Waktu Penelitian : 7 Mei 2018 s.d 19 Mei 2018

Sehubungan dengan maksud tersebut, diharapkan agar pihak yang terkait dapat memberikan bantuan / fasilitas yang dibutuhkan.

Kepada yang bersangkutan diwajibkan:

1. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di wilayah riset/penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan riset/penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul riset/penelitian dimaksud;
3. Menyerahkan hasil riset/penelitian kepada Badan Kesbangpol DIY selambat-lambatnya 6 bulan setelah penelitian dilaksanakan.
4. Surat rekomendasi ini dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat rekomendasi sebelumnya, paling lambat 7 (tujuh) hari kerja sebelum berakhirnya surat rekomendasi ini.

Rekomendasi Ijin Riset/Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, apabila ternyata pemegang tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan maklum.

KEPALA
BADAN KESBANGPOL DIY

AGUNG SUPRIYONO, SH
NIP. 196010261992031004

Tembusan disampaikan Kepada Yth.:

1. Gubernur DIY (sebagai laporan)
2. Wakil Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta;
3. Yang bersangkutan.



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK
Jl. Jenderal Sudirman No 5 Yogyakarta – 55233
Telepon : (0274) 551136, 551275, Fax (0274) 551137

Yogyakarta, 4 Mei 2018

Kepada Yth. :

Nomor : 074/5724/Kesbangpol/2018
Perihal : Rekomendasi Penelitian

Gubernur Jawa Tengah
Up. Kepala Dinas Penanaman Modal dan
Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa
Tengah

di Semarang

Memperhatikan surat :

Dari : Wakil Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Nomor : 2/UN34.13/DT/2018
Tanggal : 30 April 2018
Perihal : Izin Penelitian

Setelah mempelajari surat permohonan dan proposal yang diajukan, maka dapat diberikan surat rekomendasi tidak keberatan untuk melaksanakan riset/penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul proposal : **"PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIIDK SMA KELAS XI MATERI OPTIK"** kepada:

Nama : BENI SAPUTRO
NIM : 14302241047
No.HP/Identitas : 089665644761/3305021709950001
Prodi/Jurusan : Pendidikan Fisika / Pendidikan Fisika
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Negeri Yogyakarta

Lokasi Penelitian : SMA N 1 Rowokele, Kebumen, Jawa Tengah
Waktu Penelitian : 7 Mei 2018 s.d 19 Mei 2018

Sehubungan dengan maksud tersebut, diharapkan agar pihak yang terkait dapat memberikan bantuan / fasilitas yang dibutuhkan.

Kepada yang bersangkutan diwajibkan:

1. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di wilayah riset/penelitian;
2. Tidak dibenarkan melakukan riset/penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul riset/penelitian dimaksud;
3. Menyerahkan hasil riset/penelitian kepada Badan Kesbangpol DIY selambat-lambatnya 6 bulan setelah penelitian dilaksanakan.
4. Surat rekomendasi ini dapat diperpanjang maksimal 2 (dua) kali dengan menunjukkan surat rekomendasi sebelumnya, paling lambat 7 (tujuh) hari kerja sebelum berakhirnya surat rekomendasi ini.

Rekomendasi Ijin Riset/Penelitian ini dinyatakan tidak berlaku, apabila ternyata pemegang tidak mentaati ketentuan tersebut di atas.

Demikian untuk menjadikan maklum.

KEPALA
BADAN KESBANGPOL DIY

AGUNG SUPRIYONO, SH
NIP. 19601026 199203 1 004

Tembusan disampaikan Kepada Yth :

1. Gubernur DIY (sebagai laporan)
2. Wakil Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta;
3. Yang bersangkutan.



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAAHRAHA

Jalan Cendana No. 9 Yogyakarta, Telepon (0274) 541322, Fax. 541322
web : www.dikpora.jogjaprovo.go.id, email : dikpora@jogjaprovo.go.id, Kode Pos 55166

Yogyakarta, 4 Mei 2018

Nomor : 070/5094
Lamp : -
Hal : Rekomendasi Penelitian

Kepada Yth.
Kepala SMA Negeri 5 Yogyakarta

Dengan hormat, memperhatikan surat dari Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Pemerintah Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta nomor: 074/5649/Kesbangpol/2018 tanggal 3 Mei 2018 perihal Rekomendasi Penelitian, kami sampaikan bahwa Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY memberikan ijin rekomendasi penelitian kepada:

Nama : Beni Saputro
NIM : 14302241047
Prodi/Jurusan : Pendidikan Fisika/ Pendidikan Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta
Judul : PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA PERSERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIK
Lokasi : SMA Negeri 5 Yogyakarta
Waktu : 7 Mei 2018 s.d 19 Mei 2018

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Ijin ini hanya dipergunakan untuk keperluan ilmiah, dan pemegang ijin wajib mentaati ketentuan yang berlaku di lokasi penelitian.
2. Ijin yang diberikan dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila pemegang ijin ini tidak memenuhi ketentuan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami menyampaikan terimakasih.

a.n Kepala
Plt. Kepala Bidang Perencanaan dan Standarisasi



Didik Wardaya, SE., M.Pd.
NIP. 19660530 198602 1 002

Tembusan Yth :

1. Kepala Dinas Dikpora DIY
2. Kepala Bidang Dikmenti Dikpora DIY



KEMENTERIAN AGAMA
KANTOR WILAYAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Jl. Sukonandi 8 Yogyakarta, Telp (0274) 513492 Kode Pos 55166
Website: <http://yogyakarta.kemenag.go.id>; email: kanwil_diy@kemenag.go.id

REKOMENDASI PENELITIAN

Nomor : B-1258/Kw.12.2/PP.03.07/5/2018

Menindaklanjuti Surat Kepala Badan Kesbangpol DIY Nomor 074/5649/Kesbangpol/2019 tanggal 3 Mei 2018 perihal Rekomendasi Penelitian, dengan ini Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi D.I.Yogyakarta memberikan izin kepada:

Nama	: Beni Saputro
NIM	: 14302241047
No. HP/Identitas	: 89665644761
Prodi/Jurusan	: Pendidikan Fisika
Judul Skripsi	: Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi untuk Mengukur Pencapaian Hasil Belajar Fisika Peserta Didik SMA Kelas XI Materi Optik
Lokasi Penelitian	: MAN 2 Yogyakarta
Waktu Penelitian	: 7 Mei s/d 19 Mei 2018

Untuk melakukan penelitian di MAN Maguwoharjo, dengan ketentuan:

1. Tidak mengganggu kegiatan di lokasi penelitian;
2. Menghormati dan mentaati peraturan dan tata tertib yang berlaku di lokasi penelitian;
3. Tidak dibenarkan melakukan penelitian yang tidak sesuai atau tidak ada kaitannya dengan judul skripsi dimaksud;
4. Izin yang diberikan dapat dibatalkan apabila tidak memenuhi ketentuan yang berlaku;
5. Menyerahkan *copy* hasil penelitian kepada Kanwil Kementerian Agama D.I.Yogyakarta sebagai dokumentasi dan kajian kebijakan di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 3 Mei 2018

a.n. Kepala
Kabag TU

Eddy Gunawan

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY
2. Kepala Sekolah MAN 2 Yogyakarta



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENANAMAN MODAL
DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU**

Jalan Mgr. Sugiyopranoto Nomor 1 Semarang Kode Pos 50131 Telepon : 024 – 3547091, 3547438,
3541487 Faksimile 024-3549560 Laman <http://dpmpptsp.jatengprov.go.id> Surat Elektronik
dpmpptsp@jatengprov.go.id

REKOMENDASI PENELITIAN

NOMOR : 070/6378/04.5/2018

- Dasar : 1. Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 07 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian ;
2. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 72 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah ;
3. Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 18 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Terpadu Satu Pintu di Provinsi Jawa Tengah.
- Memperhatikan : Surat Kepala Badan Kesatuan Bangsa Dan Politik Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor : 074/5724/Kesbangpol/2018 Tanggal : 4 Mei 2018 Perihal : Rekomendasi Penelitian

Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah, memberikan rekomendasi kepada :

1. Nama : BENI SAPUTRO
2. Alamat : Dk Sumberan RT. 02 RW. 03 Desa Tugu, Kecamatan Buayan, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah
3. Pekerjaan : Mahasiswa

Untuk : Melakukan Penelitian dengan rincian sebagai berikut :

- a. Judul Proposal : PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI UNTUK MENGUKUR PENCAPAIAN HASIL BELAJAR FISIKA PESERTA DIDIK SMA KELAS XI MATERI OPTIK
- b. Tempat / Lokasi : SMA N 1 Rowokele
- c. Bidang Penelitian : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- d. Waktu Penelitian : 11 Mei 2018 sampai 19 Mei 2018
- e. Penanggung Jawab : Dr. Supahar, M.Si
- f. Status Penelitian : Baru
- g. Anggota Peneliti : -
- h. Nama Lembaga : Universitas Negeri Yogyakarta

Ketentuan yang harus ditaati adalah :

- a. Sebelum melakukan kegiatan terlebih dahulu melaporkan kepada Pejabat setempat / Lembaga swasta yang akan di jadikan obyek lokasi;
- b. Pelaksanaan kegiatan dimaksud tidak disalahgunakan untuk tujuan tertentu yang dapat mengganggu kestabilan pemerintahan;
- c. Setelah pelaksanaan kegiatan dimaksud selesai supaya menyerahkan hasilnya kepada Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Jawa Tengah;
- d. Apabila masa berlaku Surat Rekomendasi ini sudah berakhir, sedang pelaksanaan kegiatan belum selesai, perpanjangan waktu harus diajukan kepada instansi pemohon dengan menyertakan hasil penelitian sebelumnya;
- e. Surat rekomendasi ini dapat diubah apabila di kemudian hari terdapat kekeliruan dan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

Demikian rekomendasi ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Semarang, 11 Mei 2018

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN
PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
PROVINSI JAWA TENGAH



PRASETYO ARIBOWO

Lampiran 2
Instrumen penelitian

Butir soal sebelum validasi

TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MATERI OPTIKA

Mata Pelajaran : Fisika

Waktu : 80 Menit

Petunjuk :

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal !
2. Tuliskan identitas pada lembar jawaban !
3. Jumlah soal sebanyak 20 butir dan harus dikerjakan semua !
4. Berilah tanda silang (X) pada pilihan jawaban yang benar di lembar jawaban !
5. Bila ada jawaban yang salah, beri tanda garis dobel (=) pada jawaban salah tersebut, kemudian berilah tanda silang (X) pada jawaban lain yang benar di lembar jawaban !
6. Lembar soal tidak boleh dicoret – coret !

SELAMAT MENGERJAKAN

1. Budi membiaskan cahaya matahari dan membiaskan sinar laser. Pada pembiasan cahaya matahari ternyata menghasilkan beberapa spektrum warna, sedangkan pada pembiasan laser, hanya menghasilkan warna yang sama dengan sinar laser. Dari percobaan tersebut, apakah perbedaan dari cahaya matahari dan sinar laser ?
 - a. Cahaya matahari merupakan sinar monokromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar polikromatik
 - b. Cahaya matahari merupakan sinar polikromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar monokromatik
 - c. Cahaya matahari dan sinar laser merupakan sinar polikromatik.
 - d. Cahaya matahari memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada sinar laser.
 - e. Sinar laser memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada sinar cahaya matahari.

2. Perhatikan tabel dibawah ini.

Nama zat	Indeks Bias (n)	Nama zat	Indeks Bias (n)
Udara (0,76 cmHg)	1,00029	Gliserol	1,48
Hidrogen (0,76 cmHg)	1,00013	Balsem kanada	1,53
Karbondioksida (0,76 cmHg)	1,00045	Karbon disulfida	1,62
Air	1,33	Kaca kwarsa	1,45
Es	1,31	Intan	2,42
Etanol	1,36	Kaca korena	1,52
Benzena	1,50	Kaca flinta	1,58

Sebuah percobaan dilakukan untuk mendapatkan pembiasan dengan 2 medium yang berbeda. Jika sudut datang yang digunakan selalu sama, maka manakah urutan penggunaan medium agar sinar hasil pembiasan paling mendekati garis normal ?

- medium 1 : es dan medium 2 : gliserol
 - medium 1 : etanol dan medium 2 : kaca kwarsa
 - medium 1 : benzena dan medium 2 : gliserol
 - medium 1 : es dan medium 2 : intan
 - medium 1 : kaca kwarsa dan medium 2 : kaca korena
3. pada sebuah percobaan difraksi celah tunggal, sebuah cahaya monokromatis melewati sebuah celah sempit d_1 sehingga menghasilkan pola gelap ke tiga pada jarak y_1 dari terang pusat. Kemudian dengan sumber cahaya yang sama, dilakukan percobaan dengan celah sempit d_2 yang menghasilkan pola gelap kedua pada jarak yang sama dengan y_1 dari terang pusat. Jika jarak layar dan sumber cahaya sama pada kedua percobaan tersebut, maka perbandingan lebar celah d_1 dan d_2 adalah
- 1 : 2
 - 2 : 1
 - 2 : 3
 - 3 : 2
 - 4 : 1

4. Berkas cahaya dengan panjang gelombang 5000 \AA dijatuhkan pada dua celah dengan $d = 2 \times 10^{-2} \text{ mm}$ sehingga terjadi pola interferensi. Jarak antara terang pertama dan kedua adalah $2,5 \text{ cm}$. Jika jarak terang pertama dan kedua dibuat menjadi 2 cm , maka perlakuan yang tepat adalah
- Jarak antara celah dan layar dikurangi 20 cm dari jarak awal
 - Jarak antara celah dan layar ditambah 20 cm dari jarak awal
 - Lebar dua celah dibuat dua kali lebar awal
 - Lebar celah dibuat setengah kali lebar awal
 - Mengganti berkas cahaya awal dengan berkas cahaya 4000 \AA
5. Disajikan tabel dibawah ini.

Tabel 1

Warna	Panjang gelombang
Merah	$620 - 750 \text{ nm}$
Jingga	$590 - 620 \text{ nm}$
Kuning	$570 - 590 \text{ nm}$
Hijau	$495 - 570 \text{ nm}$
Biru	$450 - 495 \text{ nm}$
Nila – Ungu	$380 - 450 \text{ nm}$

Tabel 2

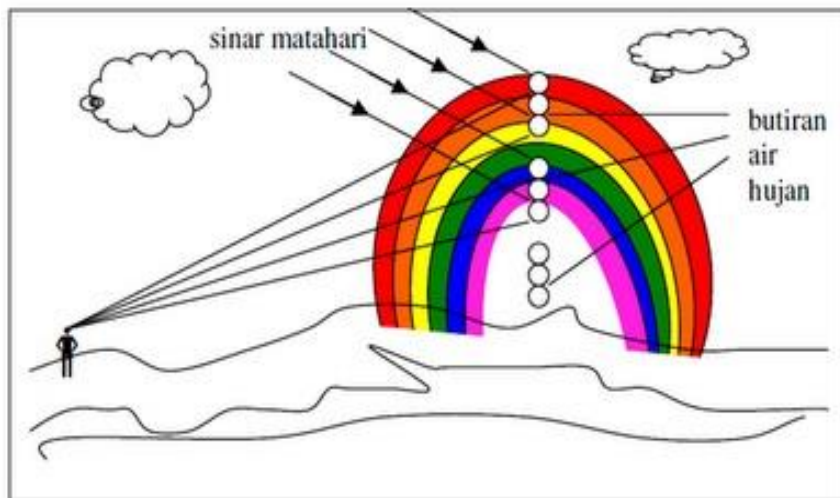
Kisi	Banyak garis tiap cm
A	100
B	300
C	600

Sebuah percobaan dilakukan dengan melewatkan sinar monokromatis melalui kisi difraksi agar terjadi pola interferensi pada layar. Pilihan pasangan warna sinar monokromatis dan kisi difraksi dengan pola terang paling banyak pada sudut deviasi $\Theta = 30^\circ$ adalah

- Sinar warna merah dan kisi A
- Sinar warna jingga dan kisi B

- c. Sinar warna hijau dan kisi A
- d. Sinar warna biru dan kisi C
- e. Sinar warna nila – ungu dan kisi C

6. Lihatlah gambar dibawah ini !

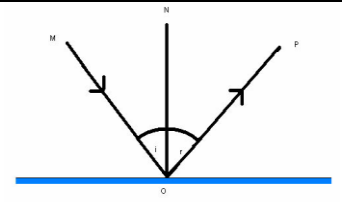
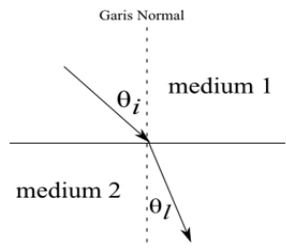
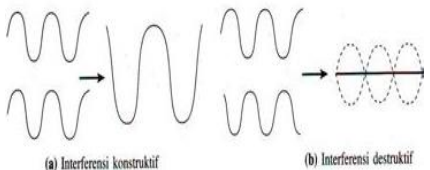


Sore itu turun hujan dan terbentuklah sebuah pelangi yang sangat indah. Pelangi terjadi apabila didepan kita terjadi hujan dan kita berdiri membelakangi matahari. Pelangi terbentuk karena cahaya matahari mengalami pembiasan oleh butiran air hujan. Bentuk pelangi selalu menyerupai busur dan selalu terlihat pada sudut pandang 42° terhadap garis horisontal.

Berdasarkan pernyataan diatas, apakah pelangi dapat kita dekati ? dan apa alasannya ?

- a. Bisa di dekati karena letak pelangi selalu tetap
- b. Bisa didekati karena pembiasan dari air hujan terus terjadi.
- c. Bisa didekati karena sudut melihat pelangi tidak berubah jika didekati.
- d. Tidak bisa didekati karena letak pelangi selalu berubah setiap waktu.
- e. Tidak bisa didekati karena pelangi hanya bisa dilihat dari sudut yang sama.

7. Perhatikan tabel dibawah ini.

Sifat gelombang	Definisi	Gambar sifat gelombang
Pemantulan	Pemantulan (refleksi) adalah peristiwa pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas partikel atau gelombang bila berkas tersebut bertemu dengan bidang batas antara dua medium	
Pembiasan	Pembiasan dapat diartikan sebagai pembelokan gelombang yang melalui batas dua medium yang berbeda. Pada pembiasan ini akan terjadi perubahan cepat rambat, panjang gelombang dan arah. Sedangkan frekuensinya tetap	
Interferensi	Interferensi adalah perpaduan dua gelombang atau lebih. Jika dua gelombang dipadukan maka akan terjadi dua kemungkinan yang khusus, yaitu saling	

	menguatkan dan saling melemahkan.	
Difraksi	Difraksi disebut juga pelenturan yaitu gejala gelombang yang melentur saat melalui lubang kecil sehingga mirip sumber baru.	<p>(a) penghalang dengan celah lebar, (b) penghalang dengan celah sempit</p>
Polarisasi	Polarisasi adalah peristiwa penyerapan arah bidang getar dari gelombang.	

Sebuah percobaan direncanakan untuk membuktikan bahwa gelombang cahaya termasuk dalam gelombang transversal. Berdasarkan sifat gelombang, maka rencana percobaan yang paling tepat adalah percobaan tentang

- Pemantulan
- Pembiasan
- Interferensi
- Difraksi
- Polarisasi

- Sebuah percobaan dilakukan untuk mengamati gejala difraksi pada kisi. Terdapat 3 kisi yang masing – masing memiliki 100, 300, dan 600 garis tiap mm. kemudian terdapat 3 sumber cahaya monokromatis yang masing – masing berwarna merah ($\lambda = 650 \text{ nm}$), hijau ($\lambda = 500 \text{ nm}$), dan ungu ($\lambda = 400 \text{ nm}$). Jarak antara layar dan kisi adalah L . Untuk memudahkan pengambilan data percobaan, maka diinginkan jarak antara pola terang adalah 2 cm. rancangan percobaan yang paling tepat adalah

- a. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis hijau, dan panjang $L = 0,4$ m
 - b. Menggunakan kisi 300/mm, cahaya monokromatis merah, dan panjang $L = 0,5$ m
 - c. Menggunakan kisi 600/mm, cahaya monokromatis ungu, dan panjang $L = 1$ m
 - d. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis merah, dan panjang $L = 0,5$ m
 - e. Menggunakan kisi 300/mm, cahaya monokromatis hijau dan panjang $L = 0,4$ m
9. Sebuah sinar monokromatis dengan panjang gelombang λ_1 melewati celah ganda young dengan jarak antar celah d_1 . Jarak antara celah dan layar adalah L . Pola terang pertama yang dihasilkan berada pada jarak p_1 dari terang pusat. Kemudian sebuah sinar monokromatis dengan panjang gelombang λ_2 melewati celah ganda young yang sama. Jarak antara celah dan layar diubah menjadi $1,5 L$ dan pola terang pertama terjadi pada jarak 2 kali jarak p_1 dari terang pusat. Perbandingan panjang gelombang λ_1 dan λ_2 adalah
- a. 2 : 3
 - b. 3 : 4
 - c. 3 : 2
 - d. 4 : 3
 - e. 1 : 3

10. Perhatikan tabel dibawah ini.

Warna	Panjang gelombang
Merah	620 – 750 nm
Jingga	590 – 620 nm
Kuning	570 – 590 nm
Hijau	495 – 570 nm
Biru	450 – 495 nm
Nila – Ungu	380 – 450 nm

Sebuah studi menyimpulkan bahwa intensitas radiasi adalah jumlah energi yang sampai pada suatu luasan tertentu dari suatu permukaan pada waktu tertentu, sehingga intensitas radiasi berbanding lurus dengan energinya. Sedangkan energi cahaya berbanding lurus dengan frekuensinya. Dari tabel diatas, jika warna – warna tersebut dipancarkan, maka warna yang memiliki intensitas radiasi paling besar adalah

- a. Merah
- b. Jingga
- c. Kuning
- d. Biru
- e. Ungu

11. Sebuah benda diletakan di depan tiga buah cermin dengan jarak yang sama dari permukaan cermin. Pada cermin A, bayangan yang dihasilkan maya, tegak, dan diperkecil. Pada cermin B, bayangan yang dihasilkan adalah maya, tegak, dan sama besar. Sedangkan pada cermin C dihasilkan bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil. Cermin A, B, dan C berturut – turut adala

- a. Cermin cekung, cermin datar, dan cermin cembung
- b. Cermin cekung, cermin cembung, dan cermin datar
- c. Cermin cembung, cermin datar, dan cermin cekung
- d. Cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung
- e. Cermin cembung, cermin datar, dan cermin cekung

12. 4 buah lensa cembung P,Q,R,S akan digunakan untuk membuat kacamata untuk membantu orang dengan penyakit rabun dekat. Lensa tersebut disinari dengan sinar yang sejajar dengan sumbu lensa untuk menentukan kuat (P) dari masing – masing lensa. Secara berurutan didapatkan sinar terfokus pada titik 50 cm, 75 cm, 125 cm, dan 150 cm. secara berurutan lensa P,Q,R,dan S dapat membantu orang dengan titik dekat

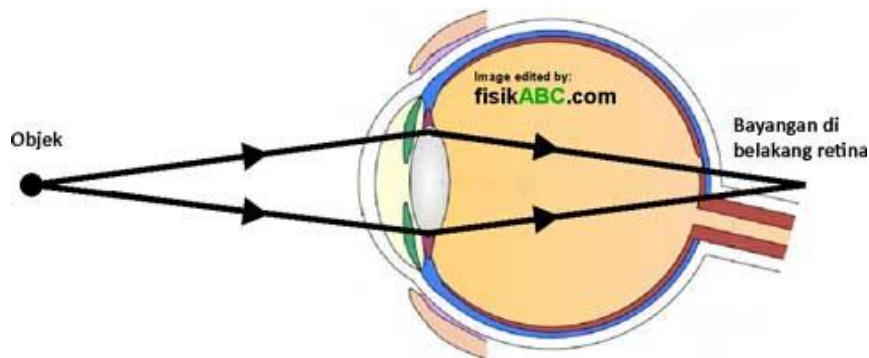
- a. 50 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 30 cm.
- b. 50 cm; 40 cm; 35 cm; dan 30 cm
- c. 50 cm; 40 cm; 32 cm; dan 30 cm

- d. 40 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 27,5 cm
- e. 40 cm; 35 cm; 30 cm; dan 27,5 cm

13. Sebuah mikroskop digunakan untuk mengamati preparat yang berjarak 11 mm dari lensa objektif. Jarak fokus lensa objektif dan lensa okuler berturut – turut adalah 10 mm dan 5 cm. berapakah perbandingan perbesaran mikroskop jika dilihat dengan mata tidak berakomodasi, berakomodasi maksimum, dan berakomodasi pada jarak 50 cm ?

- a. 5 : 6 : 7
- b. 10 : 12 : 11
- c. 10 : 11 : 12
- d. 5 : 7 : 6
- e. 12 : 11 : 10

14. Peratikan jalannya sinar pada mata dibawa ini !



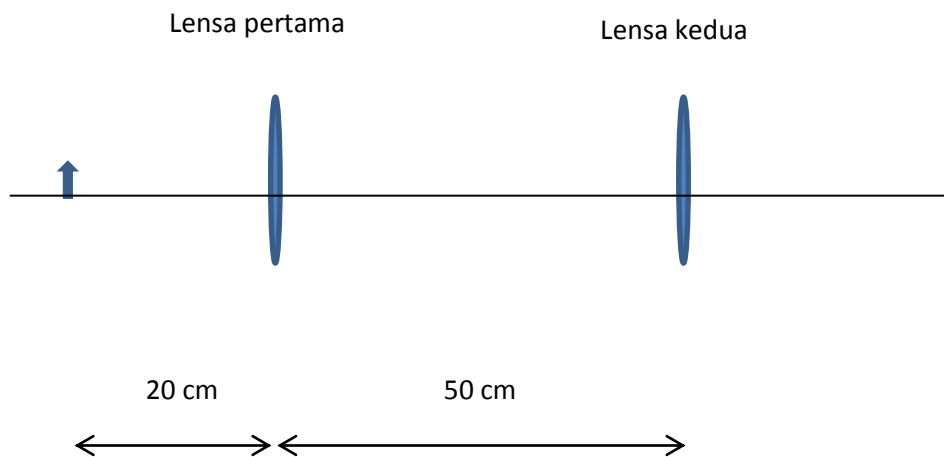
Adit dan mochtar memiliki penyakit mata seperti pada gambar diatas. Adit masih bisa membaca dengan jelas pada jarak 100 cm. Sedangkan Mochtar masih bisa membaca dengan jelas pada jarak 60 cm. karena lupa membawa kacamata,Adit hendak meminjam kacamata Mochtar untuk membantunya membaca dengan jelas. Pada jarak berapakah buku harus diletakkan agar mampu dibaca dengan jelas dengan kacamata Mochtar ?

- a. 27 cm
- b. 30 cm
- c. 33 cm
- d. 40 cm
- e. 50 cm

15. Perhatikan tabel lensa cembung dibawah ini.

Nama Lensa	Jarak fokus (cm)
Lensa A	10
Lensa B	15
Lensa C	20
Lensa D	25

Dua buah lensa diletakan pada jarak yang sama yaitu 50 cm, dan jarak benda diletakan 20 cm didepan lensa yang pertama, seperti pada gambar dibawah ini.



Perbesaran paling besar terjadi pada kombinasi antara

- Lensa pertama A dan lensa kedua B
- Lensa pertama B dan lensa kedua C
- Lensa pertama C dan lensa kedua D
- Lensa pertama C dan lensa kedua B
- Lensa pertama A dan lensa kedua D

16. Sebuah teropong bintang memiliki fokus lensa okuler pada jarak **F**. Perbesaran yang terjadi adalah 8 kali. Jika pengamat melihat dengan mata tidak berakomodasi, maka panjang teropong bintang tersebut adalah

- a. **F**
- b. **1,125F**
- c. **1,2F**
- d. **9F**
- e. **10F**

17. Sebuah mikroskop digunakan untuk mengukur sebuah preparat. Perbesaran yang diinginkan terjadi adalah 750 kali semula. Jarak fokus lensa objektif yang digunakan adalah 4 mm. Panjang mikroskop adalah 20 cm. jika pengamat melihat dengan mata tidak berakomodasi, maka jarak fokus lensa okuler yang digunakan untuk pengukuran tersebut adalah . . . cm.

- a. 5
- b. 2,5
- c. 1,5
- d. 1
- e. 0,5

18. Sebuah mikroskop akan digunakan untuk mengamati preparat akar tumbuhan yang kecil. Perbesaran yang diinginkan adalah 20 kali. Jika preparat akan diletakan pada jarak 10 mm di depan lensa objektif, maka berapakah jarak fokus lensa obyektif dan lensa okuler yang digunakan?

- a. 0,5 cm dan 1 cm
- b. 0,8 cm dan 1 cm
- c. 0,8 cm dan 5 cm
- d. 1 cm dan 5 cm
- e. 0,5 cm dan 5 cm

19. Mia adalah seorang dokter gigi. Dia akan memeriksa salah satu gigi bagian atas pasien sehingga perlu menggunakan alat bantu berupa cermin kecil yang melengkung. Jarak gigi yang diperiksa dengan cermin adalah 1 cm. jika perbesaran yang diinginkan adalah 2 kali, maka apakah jenis cermin yang digunakan dan berapa jarak fokusnya ?

- a. Cermin cembung dengan jarak fokus 0,5 cm
- b. Cermin cekung dengan jarak fokus 0,5 cm
- c. Cermin cembung dengan jarak fokus 2 cm
- d. Cermin cekung dengan jarak fokus 2 cm
- e. Cermin cekung dengan jarak fokus 2,5 cm

20. Sebuah teropong bintang akan digunakan untuk melihat fenomena gerhana bulan.

Perbesaran yang diharapkan adalah 8 kali. Jika panjang teropong 1,35 meter, maka fokus lensa objektif dan lensa okuler yang harus digunakan adalah

- a. 80 cm dan 55 cm
- b. 90 cm dan 5 cm
- c. 100 cm dan 35 cm
- d. 110 cm dan 25 cm
- e. 120 cm dan 15 cm

Butir soal setelah validasi

TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MATERI OPTIKA

Mata Pelajaran : Fisika

Waktu : 80 Menit

Petunjuk :

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal !
2. Tuliskan identitas pada lembar jawaban !
3. Jumlah soal sebanyak 20 butir dan harus dikerjakan semua !
4. Berilah tanda silang (X) pada pilihan jawaban yang benar di lembar jawaban !
5. Bila ada jawaban yang salah, beri tanda garis dobel (=) pada jawaban salah tersebut, kemudian berilah tanda silang (X) pada jawaban lain yang benar di lembar jawaban !
6. Lembar soal tidak boleh dicoret – coret !

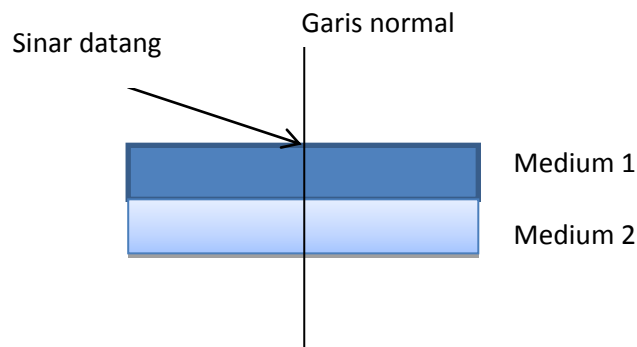
SELAMAT MENGERJAKAN

1. Budi membiaskan cahaya senter dan membiaskan sinar laser menggunakan prisma. Pada pembiasan cahaya senter ternyata menghasilkan beberapa spektrum warna, sedangkan pada pembiasan laser, hanya menghasilkan warna yang sama dengan sinar laser. Berdasarkan percobaan tersebut, apakah perbedaan dari cahaya senter dan sinar laser ?
 - a. Cahaya matahari merupakan sinar monokromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar polikromatik
 - b. Cahaya senter merupakan sinar polikromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar monokromatik
 - c. Cahaya senter dan sinar laser merupakan sinar polikromatik.
 - d. Cahaya senter memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada sinar laser.
 - e. Sinar laser memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada cahaya senter.

2. Perhatikan tabel berikut.

Nama zat	Indeks Bias (n)	Nama zat	Indeks Bias (n)
Udara (0,76 cmHg)	1,00029	Gliserol	1,48
Hidrogen (0,76 cmHg)	1,00013	Balsem kanada	1,53
Karbondioksida (0,76 cmHg)	1,00045	Karbon disulfida	1,62
Air	1,33	Kaca kwarsa	1,45
Es	1,31	Intan	2,42
Etanol	1,36	Kaca korena	1,52
Benzena	1,50	Kaca flinta	1,58

Sebuah percobaan dilakukan untuk mendapatkan pembiasan dengan 2 medium yang berbeda seperti gambar dibawah ini.



Jika sudut datang yang digunakan selalu sama, maka urutan penggunaan medium yang paling sesuai agar sinar hasil pembiasan hampir mendekati garis normal adalah

- medium 1 : es dan medium 2 : gliserol
- medium 1 : etanol dan medium 2 : kaca kwarsa
- medium 1 : benzena dan medium 2 : gliserol
- medium 1 : es dan medium 2 : intan
- medium 1 : kaca kwarsa dan medium 2 : kaca korena

3. pada sebuah percobaan difraksi celah tunggal, sebuah cahaya monokromatis melewati sebuah celah sempit d1 sehingga menghasilkan pola gelap ke tiga pada jarak y_1 dari terang pusat. Kemudian dengan sumber cahaya yang sama,

dilakukan percobaan dengan celah sempit d_2 yang menghasilkan pola gelap kedua pada jarak yang sama dengan y_1 dari terang pusat. Jika jarak layar dan sumber cahaya sama pada kedua percobaan tersebut, maka perbandingan lebar celah d_1 dan d_2 adalah

- a. 1 : 2
- b. 2 : 1
- c. 2 : 3
- d. 3 : 2
- e. 4 : 1

4. Berkas cahaya dengan panjang gelombang 5000 \AA dijatuhkan pada dua celah dengan $d = 2 \times 10^{-2} \text{ mm}$ sehingga terjadi pola interferensi. Jarak antara terang pertama dan kedua adalah 2,5 cm. Jika jarak terang pertama dan kedua dibuat menjadi 2 cm, maka perlakuan yang tepat adalah . . .

- a. Jarak antara celah dan layar dikurangi 20 cm dari jarak awal
- b. Jarak antara celah dan layar ditambah 20 cm dari jarak awal
- c. Lebar dua celah dibuat dua kali lebar awal
- d. Lebar celah dibuat setengah kali lebar awal
- e. Mengganti berkas cahaya awal dengan berkas cahaya 4000 \AA

5. Disajikan tabel dibawah ini.

Tabel 1

Warna	Panjang gelombang
Merah	620 – 750 nm
Jingga	590 – 620 nm
Kuning	570 – 590 nm
Hijau	495 – 570 nm
Biru	450 – 495 nm
Nila – Ungu	380 – 450 nm

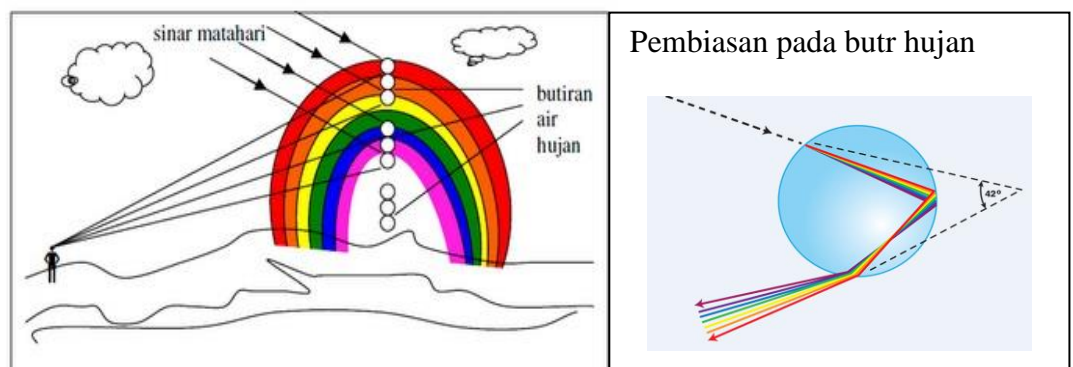
Tabel 2

Kisi	Banyak garis tiap cm
A	100
B	300
C	600

Sebuah percobaan dilakukan dengan melewatkan sinar monokromatis melalui kisi difraksi agar terjadi pola interferensi pada layar. Pilihan pasangan warna sinar monokromatis dan kisi difraksi dengan pola terang paling banyak pada sudut deviasi $\Theta = 30^\circ$ adalah

- Sinar warna merah dan kisi A
- Sinar warna jingga dan kisi B
- Sinar warna hijau dan kisi A
- Sinar warna biru dan kisi C
- Sinar warna nila – ungu dan kisi C

6. Lihatlah gambar dibawah ini !



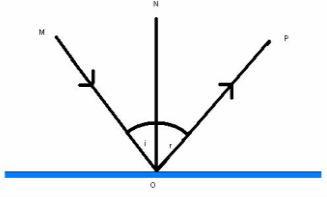
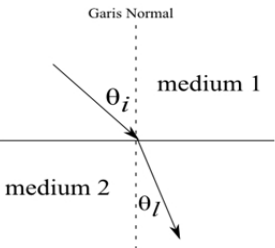
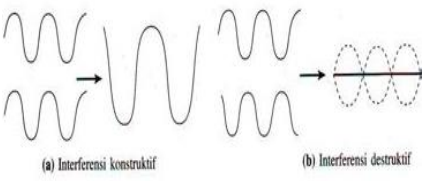
Sore itu turun hujan dan terbentuklah sebuah pelangi yang sangat indah. Pelangi terjadi apabila didepan kita terjadi hujan dan kita berdiri membelakangi matahari. Pelangi terbentuk karena cahaya matahari mengalami pembiasan oleh butiran air hujan.

Bentuk pelangi selalu menyerupai busur dan selalu terlihat pada sudut pandang 42° terhadap garis horisontal.

Berdasarkan pernyataan diatas, kesimpulan yang dapat kita peroleh beserta alasannya adalah pelangi

- Bisa di dekati karena letak pelangi selalu tetap
- Bisa didekati karena pembiasan dari air hujan terus terjadi.
- Bisa didekati karena sudut melihat pelangi tidak berubah jika didekati.
- Tidak bisa didekati karena letak pelangi selalu berubah setiap waktu.
- Tidak bisa didekati karena pelangi hanya bisa dilihat dari sudut yang sama.

7. Perhatikan tabel dibawah ini.

Sifat gelombang	Definisi	Gambar sifat gelombang
Pemantulan	Pemantulan (refleksi) adalah peristiwa pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas partikel atau gelombang bila berkas tersebut bertemu dengan bidang batas antara dua medium	
pembiasan	Pembiasan dapat diartikan sebagai pembelokan gelombang yang melalui batas dua medium yang berbeda. Pada pembiasan ini akan terjadi perubahan cepat rambat, panjang gelombang dan arah. Sedangkan frekuensinya tetap	
Interferensi	Interferensi adalah perpaduan dua gelombang atau lebih. Jika dua gelombang dipadukan maka akan terjadi dua kemungkinan yang khusus, yaitu saling	

	menguatkan dan saling melemahkan.	
Difraksi	Difraksi disebut juga pelenturan yaitu gejala gelombang yang melentur saat melalui lubang kecil sehingga mirip sumber baru.	<p>(a) penghalang dengan celah lebar, (b) penghalang dengan celah sempit</p>
Polarisasi	Polarisasi adalah peristiwa penyerapan arah bidang getar dari gelombang.	

Sebuah percobaan direncanakan untuk membuktikan bahwa gelombang cahaya termasuk dalam gelombang transversal. Berdasarkan sifat gelombang, maka rencana percobaan yang paling tepat adalah percobaan tentang

- Pemantulan
- Pembiasan
- Interferensi
- Difraksi
- Polarisasi

- Sebuah percobaan dilakukan untuk mengamati gejala difraksi pada kisi. Terdapat 3 kisi yang masing – masing memiliki 100, 300, dan 600 garis tiap mm. kemudian terdapat 3 sumber cahaya monokromatis yang masing – masing berwarna merah ($\lambda = 650 \text{ nm}$), hijau ($\lambda = 500 \text{ nm}$), dan ungu ($\lambda = 400 \text{ nm}$). Jarak antara layar dan kisi adalah L. Untuk memudahkan pengambilan data percobaan, maka diinginkan jarak antara pola terang adalah 2 cm. rancangan percobaan yang paling tepat adalah

- a. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis hijau, dan panjang $L = 0,4$ m
 - b. Menggunakan kisi 300/mm, cahaya monokromatis merah, dan panjang $L = 0,5$ m
 - c. Menggunakan kisi 600/mm, cahaya monokromatis ungu, dan panjang $L = 1$ m
 - d. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis merah, dan panjang $L = 0,5$ m
 - e. Menggunakan kisi 300/mm, cahaya monokromatis hijau dan panjang $L = 0,4$ m
9. Sebuah sinar monokromatis dengan panjang gelombang λ_1 melewati celah ganda young dengan jarak antar celah d_1 . Jarak antara celah dan layar adalah L . Pola terang pertama dihasilkan pada jarak p_1 dari terang pusat. Kemudian sebuah sinar monokromatis dengan panjang gelombang λ_2 melewati celah ganda young yang sama. Jarak antara celah dan layar diubah menjadi $1,5 L$ dan pola terang pertama terjadi pada jarak 2 kali jarak p_1 dari terang pusat. Perbandingan panjang gelombang λ_1 dan λ_2 adalah
- a. 2 : 3
 - b. 3 : 4
 - c. 3 : 2
 - d. 4 : 3
 - e. 1 : 3

10. Perhatikan tabel dibawah ini.

Warna	Panjang gelombang
Merah	620 – 750 nm
Jingga	590 – 620 nm
Kuning	570 – 590 nm
Hijau	495 – 570 nm
Biru	450 – 495 nm
Nila – Ungu	380 – 450 nm

Sebuah studi menyimpulkan bahwa intensitas radiasi adalah jumlah energi yang sampai pada suatu luasan tertentu dari suatu permukaan pada waktu tertentu, sehingga intensitas radiasi berbanding lurus dengan energinya. Sedangkan energi cahaya berbanding lurus dengan frekuensinya. Dari tabel diatas, jika warna – warna tersebut dipancarkan, maka warna yang memiliki intensitas radiasi paling besar adalah

- a. Merah
- b. Jingga
- c. Kuning
- d. Biru
- e. Ungu

11. Sebuah benda diletakan di depan tiga buah cermin dengan jarak yang sama dari permukaan cermin. Pada cermin A, bayangan yang dihasilkan maya, tegak, dan diperkecil. Pada cermin B, bayangan yang dihasilkan adalah maya, tegak, dan sama besar. Sedangkan pada cermin C dihasilkan bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil. Cermin A, B, dan C berturut – turut adala

- a. Cermin cekung, cermin datar, dan cermin cembung
- b. Cermin cekung, cermin cembung, dan cermin datar
- c. Cermin cembung, cermin datar, dan cermin cekung
- d. Cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung
- e. Cermin datar, cermin cembung, dan cermin cekung

12. 4 buah lensa cembung P,Q,R,S akan digunakan untuk membuat kacamata untuk membantu orang dengan penyakit rabun dekat. Lensa tersebut disinari dengan sinar yang sejajar dengan sumbu lensa untuk menentukan kuat (P) dari masing – masing lensa. Secara berurutan didapatkan sinar terfokus pada titik 50 cm, 75 cm, 125 cm, dan 150 cm. secara berurutan lensa P,Q,R,dan S dapat membantu orang dengan titik dekat

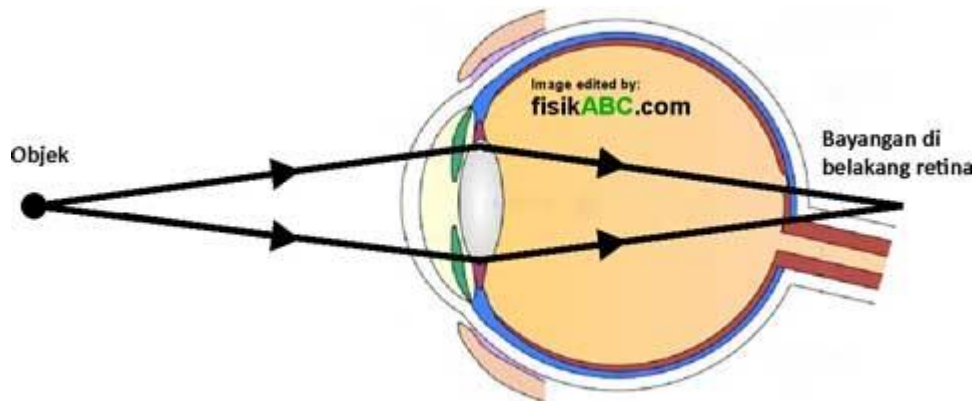
- a. 50 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 30 cm.
- b. 50 cm; 40 cm; 35 cm; dan 30 cm

- c. 50 cm; 40 cm; 32 cm; dan 30 cm
- d. 40 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 27,5 cm
- e. 40 cm; 35 cm; 30 cm; dan 27,5 cm

13. Sebuah mikroskop digunakan untuk mengamati preparat yang berjarak 11 mm dari lensa objektif. Jarak fokus lensa objektif dan lensa okuler berturut – turut adalah 10 mm dan 5 cm. berapakah perbandingan perbesaran mikroskop jika dilihat dengan mata tidak berakomodasi, berakomodasi maksimum, dan berakomodasi pada jarak 50 cm ?

- a. 5 : 6 : 7
- b. 10 : 12 : 11
- c. 10 : 11 : 12
- d. 5 : 7 : 6
- e. 12 : 11 : 10

14. Peratikan jalannya sinar pada mata dibawa ini !



Adit dan mochtar memiliki penyakit mata seperti pada gambar diatas. Adit masih bisa membaca dengan jelas pada jarak 100 cm. Sedangkan Mochtar masih bisa membaca dengan jelas pada jarak 60 cm. karena lupa membawa kacamata,Adit hendak meminjam kacamata Mochtar untuk membantunya membaca dengan jelas. Pada jarak berapakah buku harus diletakkan agar mampu dibaca dengan jelas menggunakan kacamata Mochtar ?

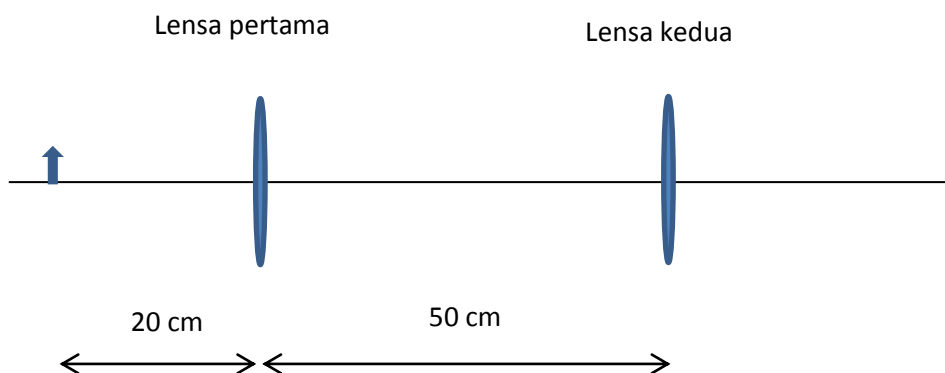
- a. 27 cm
- b. 30 cm
- c. 33 cm

- d. 40 cm
- e. 50 cm

15. Perhatikan tabel lensa cembung dibawah ini.

Nama Lensa	Jarak fokus (cm)
Lensa A	10
Lensa B	15
Lensa C	20
Lensa D	25

Dua buah lensa diletakan pada jarak yang sama yaitu 50 cm, dan jarak benda diletakan 20 cm didepan lensa yang pertama, seperti pada gambar berikut ini.



Perbesaran paling besar terjadi pada kombinasi antara

- a. Lensa pertama A dan lensa kedua B
- b. Lensa pertama B dan lensa kedua C
- c. Lensa pertama C dan lensa kedua D
- d. Lensa pertama C dan lensa kedua B
- e. Lensa pertama A dan lensa kedua D

16. Sebuah teropong bintang memiliki fokus lensa okuler pada jarak F . Perbesaran yang terjadi adalah 8 kali. Jika pengamat melihat dengan mata tidak berakomodasi, maka panjang teropong bintang tersebut adalah . . .
- F
 - $1,125F$
 - $1,2F$
 - $9F$
 - $10F$
17. Sebuah mikroskop digunakan untuk mengukur sebuah preparat. Perbesaran yang diinginkan terjadi adalah 500 kali semula. Jarak fokus lensa objektif yang digunakan adalah 10 mm. Panjang mikroskop 22 cm. Dalam hal ini pengamat melihat dengan mata tidak berakomodasi. Jarak fokus lensa okuler yang digunakan untuk pengukuran tersebut adalah . . . cm.
- 5
 - 1,5
 - 1
 - 0,75
 - 0,5
18. Sebuah mikroskop akan digunakan untuk mengamati preparat akar tumbuhan yang kecil. Perbesaran yang diinginkan adalah 62,5 kali. Preparat akan diletakan pada jarak 11 mm di depan lensa objektif. Jika jarak fokus lensa objektif seperempat dari jarak fokus lensa okuler, maka berapakah jarak fokus lensa obyektif dan lensa okuler yang digunakan?
- 0,5 cm dan 2 cm
 - 0,8 cm dan 3,2 cm
 - 1 cm dan 4 cm
 - 1 cm dan 0,25 cm
 - 0,8 cm dan 0,2 cm

19. Mia adalah seorang dokter gigi. Dia akan memeriksa salah satu gigi bagian atas pasien sehingga perlu menggunakan alat bantu berupa cermin kecil yang melengkung. Jarak gigi yang diperiksa dengan cermin adalah 1 cm. jika perbesaran yang diinginkan adalah 2 kali, maka jenis cermin yang digunakan dan jarak fokusnya adalah
- a. Cermin cembung dengan jarak fokus 0,5 cm
 - b. Cermin cekung dengan jarak fokus 0,5 cm
 - c. Cermin cembung dengan jarak fokus 2 cm
 - d. Cermin cekung dengan jarak fokus 2 cm
 - e. Cermin cekung dengan jarak fokus 2,5 cm
20. Sebuah teropong bintang akan digunakan untuk melihat fenomena gerhana bulan. Perbesaran yang diharapkan adalah 8 kali. Jika panjang teropong 1,35 meter, maka fokus lensa objektif dan lensa okuler yang harus digunakan adalah
- a. 80 cm dan 55 cm
 - b. 90 cm dan 5 cm
 - c. 100 cm dan 35 cm
 - d. 110 cm dan 25 cm
 - e. 120 cm dan 15 cm

“Semoga menjadi amal baik untuk yang mengerjakan dengan serius”

Lampiran 3
Validasi Isi Instrumen

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN SOAL

A. Tujuan

Penggunaan instrumen adalah untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI IPA materi fisika pokok bahasan optika

B. Petunjuk :

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberi tanda cek (V) pada kolom yang tersedia

C. Penilaian

No	Aspek yang ditelaah	Butir Soal																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Konstruksi																				
	a. Pernyataan (pertanyaan dan jawaban) sesuai dengan rumusan indikator pada kisi – kisi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	b. Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, penjelasan dll) dan menarik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	c. Kalimatnya bebas dari pernyataan yang tidak relevan.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	d. Kalimatnya bebas dari pernyataan yang ambigu atau multitafsir	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	e. Setiap butir soal berdiri sendiri dan tidak saling terkait	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	f. Pengecoh pada butir soal disusun secara logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN SOAL

A. Tujuan

Penggunaan instrumen adalah untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa kelas XI IPA materi fisika pokok bahasan optika

B. Petunjuk :

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberi tanda cek (V) pada kolom yang tersedia

C. Penilaian

No	Aspek yang ditelaah	Butir Soal																			
1.	Konstruksi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	a. Pernyataan (pertanyaan dan jawaban) sesuai dengan rumusan indikator pada kisi – kisi	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	b. Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, penjelasan dll) dan menarik	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	c. Kalimatnya bebas dari pernyataan yang tidak relevan.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	d. Kalimatnya bebas dari pernyataan yang ambigu atau multitafsir		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	e. Setiap butir soal berdiri sendiri dan tidak saling terkait	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	f. Pengecoh pada butir soal disusun secara logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Koreksi dan saran dari ahli terhadap butir soal

Butir instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi materi optika

PAKET A

Cahaya matahari diganti dengan lampu / sumber cahaya lain karena sulit melakukan percobaan dengan sumber sinar matahari

- Percobaan pembiasan menggunakan apa?
1. Budi membiaskan cahaya matahari dan membiaskan sinar laser. Pada pembiasan cahaya matahari ternyata menghasilkan beberapa spektrum warna, sedangkan pada pembiasan laser, hanya menghasilkan warna yang sama dengan sinar laser. Dari percobaan tersebut, apakah perbedaan dari cahaya matahari dan sinar laser? berdasarkan kesimpulan yg tepat & peroleh adalah
- Cahaya matahari merupakan sinar monokromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar polikromatik
 - Cahaya matahari merupakan sinar polikromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar monokromatik
 - Cahaya matahari dan sinar laser merupakan sinar polikromatik.
 - Cahaya matahari memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada sinar laser.
 - Sinar laser memiliki kecepatan yang lebih tinggi daripada sinar cahaya matahari.

Kunci jawaban :

- b. Cahaya matahari merupakan sinar polikromatik, sedangkan sinar laser merupakan sinar monokromatik

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
B	1
A,C,D,E	0

2. Perhatikan tabel dibawah ini.

Nama zat	Indeks Bias (n)	Nama zat	Indeks Bias (n)
Udara (0,76 cmHg)	1,00029	Gliserol	1,48
Hidrogen (0,76 cmHg)	1,00013	Balsem kanada	1,53
Karbondioksida (0,76 cmHg)	1,00045	Karbon disulfida	1,62
Air	1,33	Kaca kwarsa	1,45
Es	1,31	Intan	2,42
Etanol	1,36	Kaca korena	1,52
Benzena	1,50	Kaca flinta	1,58

Sebuah percobaan dilakukan untuk mendapatkan pembiasan dengan 2 medium yang berbeda. Jika sudut datang yang digunakan selalu sama, maka manakah urutan penggunaan medium agar sinar hasil pembiasan paling mendekati garis normal ?

- medium 1 : es dan medium 2 : gliserol
- medium 1 : etanol dan medium 2 : kaca kwarsa
- medium 1 : benzena dan medium 2 : gliserol
- medium 1 : es dan medium 2 : intan
- medium 1 : kaca kwarsa dan medium 2 : kaca korena

Kunci jawaban :

- medium 1 : es dan medium 2 : intan

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
D	1
A,B,C,E	0

3. pada sebuah percobaan difraksi celah tunggal, sebuah cahaya monokromatis melewati sebuah celah sempit d_1 sehingga menghasilkan pola gelap ke tiga pada jarak y_1 dari terang pusat. Kemudian dengan sumber cahaya yang sama, dilakukan percobaan dengan celah sempit d_2 yang menghasilkan pola gelap kedua pada jarak yang sama dengan y_1 dari terang pusat. Jika jarak layar dan sumber cahaya sama pada kedua percobaan tersebut, maka perbandingan lebar celah d_1 dan d_2 adalah
- 1 : 2
 - 2 : 1
 - 2 : 3
 - 3 : 2
 - 4 : 1

Kunci jawaban :

d. 3 : 2

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
D	1
A,B,C,E	0

4. Berkas cahaya dengan panjang gelombang 5000 \AA dijatuhkan pada dua celah dengan $d = 2 \times 10^{-2} \text{ mm}$ sehingga terjadi pola interferensi. Jarak antara terang pertama dan kedua adalah 2,5 cm. Jika jarak terang pertama dan kedua dibuat menjadi 2 cm, maka perlakuan yang tepat adalah
- Jarak antara celah dan layar dikurangi 20 cm dari jarak awal
 - Jarak antara celah dan layar ditambah 20 cm dari jarak awal
 - Lebar dua celah dibuat dua kali lebar awal
 - Lebar celah dibuat setengah kali lebar awal
 - Mengganti berkas cahaya awal dengan berkas cahaya 4000 \AA

Kunci jawaban :

- a. Jarak antara celah dan layar dikurangi 20 cm dari jarak awal

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
A	1
B,C,D,E	0

5. Disajikan tabel dibawah ini.

Tabel 1

Warna	Panjang gelombang
Merah	620 – 750 nm
Jingga	590 – 620 nm
Kuning	570 – 590 nm
Hijau	495 – 570 nm
Biru	450 – 495 nm
Nila – Ungu	380 – 450 nm

$$n = \frac{1}{N} \frac{\sin \theta}{\lambda}$$

Tabel 2

Kisi	Banyak garis tiap cm
A	100
B	300
C	600

Sebuah percobaan dilakukan dengan melewatkan sinar monokromatis melalui kisi difraksi agar terjadi pola interferensi pada layar. Pilihan pasangan warna sinar monokromatis dan kisi difraksi dengan pola terang paling banyak pada sudut deviasi $\Theta = 30^\circ$ adalah

- Sinar warna merah dan kisi A
- Sinar warna jingga dan kisi B
- Sinar warna hijau dan kisi A
- Sinar warna biru dan kisi C

$$2 \sin \theta = n \lambda$$

e. Sinar warna nila – ungu dan kisi C

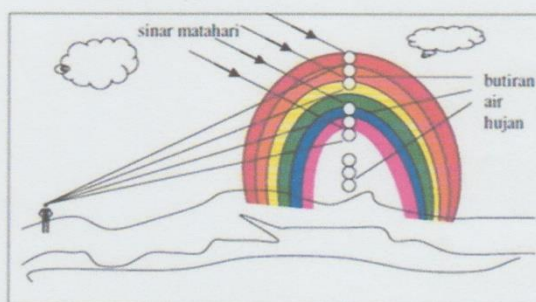
Kunci jawaban :

c. Sinar warna hijau dan kisi A

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
C	1
A,B,D,E	0

6. Lihatlah gambar dibawah ini !

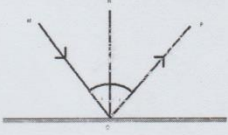


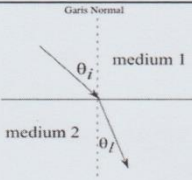
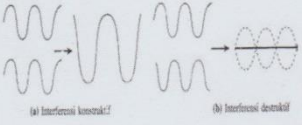
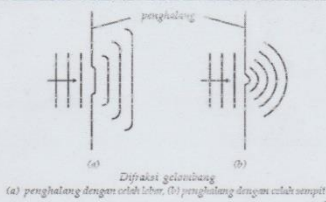
Sore itu turun hujan dan terbentuklah sebuah pelangi yang sangat indah. Pelangi terjadi apabila didepan kita terjadi hujan dan kita berdiri membelakangi matahari. Pelangi terbentuk karena cahaya matahari mengalami pembiasan oleh butiran air hujan. Bentuk pelangi selalu menyerupai busur dan selalu terlihat pada sudut pandang 42° terhadap garis horisontal.

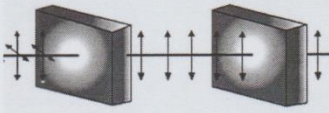
Berdasarkan pernyataan diatas, apakah pelangi dapat kita dekati ? dan apa alasannya ?

- pelangi kesimpulan yg dapat kita peroleh ✓
- Bisa di dekati karena letak pelangi selalu tetap
 - Bisa didekati karena pembiasan dari air hujan terus terjadi.
 - Bisa didekati karena sudut melihat pelangi tidak berubah jika didekati.
 - Tidak bisa didekati karena letak pelangi selalu berubah setiap waktu.

e. Tidak bisa didekati karena pelangi hanya bisa dilihat dari sudut yang sama.	
<i>Kunci jawaban :</i>	
e. Tidak bisa didekati karena pelangi hanya bisa dilihat dari sudut yang sama.	
Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
E	1
A,B,C,D	0

7. Perhatikan tabel dibawah ini.		
Sifat gelombang	Definisi	Gambar sifat gelombang
Pemantulan	Pemantulan (refleksi) adalah peristiwa pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas partikel atau gelombang bila berkas tersebut bertemu dengan bidang batas antara dua medium	
pembiasan	Pembiasan dapat diartikan sebagai pembelokan	

	gelombang yang melalui batas dua medium yang berbeda. Pada pembiasan ini akan terjadi perubahan cepat rambat, panjang gelombang dan arah. Sedangkan frekuensinya tetap	
Interferensi	Interferensi adalah perpaduan dua gelombang atau lebih. Jika dua gelombang dipadukan maka akan terjadi dua kemungkinan yang khusus, yaitu saling menguatkan dan saling melemahkan.	
Difraksi	Difraksi disebut juga pelenturan yaitu gejala gelombang yang melentur saat melalui lubang kecil sehingga mirip sumber baru.	

Polarisasi	Polarisasi adalah peristiwa penyerapan arah bidang getar dari gelombang.	
------------	--	--

Sebuah percobaan direncanakan untuk membuktikan bahwa gelombang cahaya termasuk dalam gelombang transversal. Berdasarkan sifat gelombang, maka rencana percobaan yang paling tepat adalah percobaan tentang . . .

- Pemantulan
- Pembiasan
- Interferensi
- Difraksi
- Polarisasi

Kunci jawaban :

- Polarisasi

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
E	1
A,B,C,D	0

- Sebuah percobaan dilakukan untuk mengamati gejala difraksi pada kisi. Terdapat 3 kisi yang masing – masing memiliki 100, 300, dan 600 garis tiap mm. kemudian terdapat 3 sumber cahaya monokromatis yang masing – masing berwarna merah ($\lambda = 650 \text{ nm}$), hijau ($\lambda = 500 \text{ nm}$), dan ungu ($\lambda = 400 \text{ nm}$). Jarak antara layar dan kisi adalah L. Untuk memudahkan pengambilan data percobaan, maka diinginkan jarak antara pola terang adalah 2 cm. rancangan percobaan yang paling tepat adalah . . .

- a. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis hijau, dan panjang $L = 0,4 \text{ m}$
- b. Menggunakan kisi 300/mm, cahaya monokromatis merah, dan panjang $L = 0,5 \text{ m}$
- c. Menggunakan kisi 600/mm, cahaya monokromatis ungu, dan panjang $L = 1 \text{ m}$
- d. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis merah, dan panjang $L = 0,5 \text{ m}$
- e. Menggunakan kisi 300/mm, cahaya monokromatis hijau dan panjang $L = 0,4 \text{ m}$

Kunci jawaban :

- a. Menggunakan kisi 100/mm, cahaya monokromatis hijau, dan panjang $L = 0,4 \text{ m}$

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
A	1
B,C,D,E	0

9. Sebuah sinar monokromatis dengan panjang gelombang λ_1 melewati celah ganda young dengan jarak antar celah d_1 . Jarak antara celah dan layar adalah L . Pola terang pertama yang dihasilkan berada pada jarak p_1 dari terang pusat. Kemudian sebuah sinar monokromatis dengan panjang gelombang λ_2 melewati celah ganda young yang sama. Jarak antara celah dan layar diubah menjadi $1,5 L$ dan pola terang pertama terjadi pada jarak 2 kali jarak p_1 dari terang pusat. Perbandingan panjang gelombang λ_1 dan λ_2 adalah . . .

- a. 2 : 3
- b. 3 : 4
- c. 3 : 2
- d. 4 : 3

e. 1 : 3	
Kunci jawaban :	
b. 3 : 4	
Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
B	1
A,C,D,E	0

10. Perhatikan tabel dibawah ini.

Warna	Panjang gelombang
Merah	620 – 750 nm
Jingga	590 – 620 nm
Kuning	570 – 590 nm
Hijau	495 – 570 nm
Biru	450 – 495 nm
Nila – Ungu	380 – 450 nm

*Tambahkan
Suhu.*

Sebuah studi menyimpulkan bahwa intensitas radiasi adalah jumlah energi yang sampai pada suatu luasan tertentu dari suatu permukaan pada waktu tertentu, sehingga intensitas radiasi berbanding lurus dengan energinya. Sedangkan energi caaya berbanding lurus dengan frekuensinya. Dari tabel diatas, jika warna – warna tersebut dipancarkan, maka warna yang memiliki intensitas radiasi paling besar adalah

- Merah
- Jingga
- Kuning
- Biru
- Ungu

$$\frac{Q}{A} = e \epsilon A T^4$$

$$c = \lambda T$$

Kunci jawaban :

e. Ungu	
Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
E	1
A,B,C,D	0

11. Sebuah benda diletakan di depan tiga buah cermin dengan jarak yang sama dari permukaan cermin. Pada cermin A, bayangan yang dihasilkan maya, tegak, dan diperkecil. Pada cermin B, bayangan yang dihasilkan adalah maya, tegak, dan sama besar. Sedangkan pada cermin C dihasilkan bayangan nyata, terbalik, dan diperkecil. Cermin A, B, dan C berturut – turut adala

- Cermin cekung, cermin datar, dan cermin cembung
- Cermin cekung, cermin cembung, dan cermin datar
- Cermin cembung, cermin datar, dan cermin cekung
- Cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung
- Cermin cembung, cermin datar, dan cermin cekung

Kunci jawaban :

- Cermin cembung, cermin datar, dan cermin cekung

Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
C	1
A,B,D,E	0

12. 4 buah lensa cembung P,Q,R,S akan digunakan untuk membuat kacamata untuk membantu orang dengan penyakit rabun dekat. Lensa tersebut disinari dengan sinar yang sejajar dengan sumbu lensa untuk menentukan kuat (P) dari masing – masing lensa. Secara berurutan didapatkan sinar

terfokus pada titik 50 cm, 75 cm, 125 cm, dan 150 cm. secara berurutan lensa P,Q,R,dan S dapat membantu orang dengan titik dekat . . .

- a. 50 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 30 cm.
- b. 50 cm; 40 cm; 35 cm; dan 30 cm
- c. 50 cm; 40 cm; 32 cm; dan 30 cm
- d. 40 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 27,5 cm
- e. 40 cm; 35 cm; 30 cm; dan 27,5 cm

Kunci jawaban :

- a. 50 cm; 37,5 cm; 31,25 cm; dan 30 cm.

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
A	1
B,C,D,E	0

13. Sebuah mikroskop digunakan untuk mengamati preparat yang berjarak 11 mm dari lensa objektif. Jarak fokus lensa objektif dan lensa okuler berturut – turut adalah 10 mm dan 5 cm. berapakah perbandingan perbesaran mikroskop jika dilihat dengan mata tidak berakomodasi, berakomodasi maksimum, dan berakomodasi pada jarak 50 cm ?

- a. 5 : 6 : 7
- b. 10 : 12 : 11
- c. 10 : 11 : 12
- d. 5 : 7 : 6
- e. 12 : 11 : 10

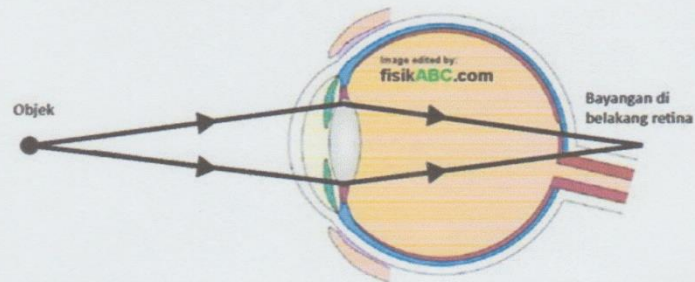
Kunci jawaban :

- b. 10 : 12 : 11

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
B	1
A,C,D,E	0

14. Perhatikan jalannya sinar pada mata dibawa ini !



Adit dan mochtar memiliki penyakit mata seperti pada gambar diatas. Adit masih bisa membaca dengan jelas pada jarak 100 cm. Sedangkan Mochtar masih bisa membaca dengan jelas pada jarak 60 cm. karena lupa membawa kacamata, Adit hendak meminjam kacamata Mochtar untuk membantunya membaca dengan jelas. Pada jarak berapakah buku harus diletakkan agar mampu dibaca dengan jelas dengan kacamata Mochtar ?

- a. 27 cm
- b. 30 cm
- c. 33 cm
- d. 40 cm
- e. 50 cm

mengunakan

Kunci jawaban :

b. 30 cm

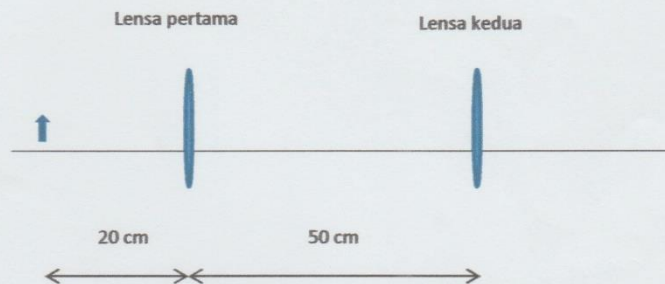
Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
B	1
A,C,D,E	0

15. Perhatikan tabel lensa cembung dibawah ini.

Nama Lensa	Jarak fokus (cm)
Lensa A	10
Lensa B	15
Lensa C	20
Lensa D	25

Dua buah lensa diletakan pada jarak yang sama yaitu 50 cm, dan jarak benda diletakan 20 cm didepan lensa yang pertama, seperti pada gambar dibawah ini.



Perbesaran paling besar terjadi pada kombinasi antara

- a. Lensa pertama A dan lensa kedua B
- b. Lensa pertama B dan lensa kedua C
- c. Lensa pertama C dan lensa kedua D
- d. Lensa pertama C dan lensa kedua B
- e. Lensa pertama A dan lensa kedua D

✓

Kunci jawaban :

- e. Lensa pertama A dan lensa kedua D

Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
E	1
A,B,C,D	0

16. Sebuah teropong bintang memiliki fokus lensa okuler pada jarak F . Perbesaran yang terjadi adalah 8 kali. Jika pengamat melihat dengan mata tidak berakomodasi, maka panjang teropong bintang tersebut adalah . . .

- a. F
- b. $1,125F$
- c. $1,2F$
- d. $9F$
- e. $10F$



Kunci jawaban :

- d. $9F$

Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
D	1
A,B,C,E	0

17. Sebuah mikroskop digunakan untuk mengukur sebuah preparat. Perbesaran yang diinginkan terjadi adalah 500 kali semula. Jarak fokus lensa objektif yang digunakan adalah 10 mm. Panjang mikroskop adalah 22 cm. ^{selain hal ini} jika pengamat melihat dengan mata tidak berakomodasi, maka jarak fokus lensa okuler yang digunakan untuk pengukuran tersebut adalah cm.

- a. 5
- b. 1,5
- c. 1

d. 0,75 e. 0,5	
<i>Kunci jawaban :</i> c. 1	
Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
C	1
A,B,D,E	0

18. Sebuah mikroskop akan digunakan untuk mengamati preparat akar tumbuhan yang kecil. Perbesaran yang diinginkan adalah 62,5 kali. Preparat akan diletakan pada jarak 11 mm di -depan lensa objektif. Jika jarak fokus lensa objektif seperempat dari jarak fokus lensa okuler, maka berapaka jarak fokus lensa obyektif dan lensa okuler yang digunakan? a. 0,5 cm dan 2 cm b. 0,8 cm dan 3,2 cm c. 1 cm dan 4 cm d. 1 cm dan 0,25 cm e. 0,8 cm dan 0,2 cm	
<i>Kunci jawaban :</i> c. 1 cm dan 4 cm	
Pedoman penskoran	
Jawaban	Skor
C	1
A,B,D,E	0

19. Mia adalah seorang dokter gigi. Dia akan memeriksa salah satu gigi bagian

atas pasien sehingga perlu menggunakan alat bantu berupa cermin kecil yang melengkung. Jarak gigi yang diperiksa dengan cermin adalah 1 cm. jika perbesaran yang diinginkan adalah 2 kali, maka apakah jenis cermin yang digunakan dan berapa jarak fokusnya? *adalah ...*

- a. Cermin cembung dengan jarak fokus 0,5 cm
- b. Cermin cekung dengan jarak fokus 0,5 cm
- c. Cermin cembung dengan jarak fokus 2 cm
- d. Cermin cekung dengan jarak fokus 2 cm
- e. Cermin cekung dengan jarak fokus 2,5 cm

Kunci jawaban :

- d. Cermin cekung dengan jarak fokus 2 cm

Pedoman penskoran

Jawaban	Skor
D	1
A,B,C,E	0

20. Sebuah teropong bintang akan digunakan untuk melihat fenomena gerhana bulan. Perbesaran yang diharapkan adalah 8 kali. Jika panjang teropong 1,35 meter, maka fokus lensa objektif dan lensa okuler yang harus digunakan adalah

- a. 80 cm dan 55 cm
- b. 90 cm dan 5 cm
- c. 100 cm dan 35 cm
- d. 110 cm dan 25 cm
- e. 120 cm dan 15 cm



Kunci jawaban :

- e. 120 cm dan 15 cm

Lampiran 4
Hasil Analisis Butir Soal

Hasil analisis butir soal setelah uji coba

NILAI11tn

analisis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

.....

.....

Item 1: item 1

Infit MNSQ = 1.22

Disc = -.15

Categories

A

B*

C

D

E

missing

Count

11

220

22

6

1

0

Percent (%)

4.2

84.6

8.5

2.3

.4

Pt-Biserial

-.17

-.14

.27

.03

.08

p-value

.003

.010

.000

.296

.100

Mean Ability

-.36

.23

1.03

.43

1.29

NA

Step Labels

1

Thresholds

-1.55

Error

.18

.....

.....

.....

.....

Item 2: item 2

Infit MNSQ = .96

Disc = .41

Categories

A

B

C

D*

E

missing

Count

4

9

39

175

33

0

Percent (%)

1.5

3.5

15.0

67.3

12.7

Pt-Biserial

-.02

-.12

-.23

.41

-.26

p-value

.378

.027

.000

.000

.000

Mean Ability

.15

-.22

-.17

.51

-.25

NA

Step Labels

1

Thresholds

-.52

Error

.14

.....

.....

.....

.....

NILAI11tn

Item 3: item 3

Infitt MNSQ = 1.02
Disc = .33

Categories	A	B	C	D*	E	missing
Count	16	10	77	148	9	0
Percent (%)	6.2	3.8	29.6	56.9	3.5	
Pt-Biserial	-.34	-.20	-.04	.33	-.15	
p-value	.000	.000	.261	.000	.009	
Mean Ability	-.81	-.52	.21	.53	-.33	NA
Step Labels		1				
Thresholds		-.04				
Error		.13				

.....
.....
=====

*****Output Continues*****

♀
analisis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses

29/ 5/18 17: 0
all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Item 4: item 4

Infitt MNSQ = 1.15
Disc = .19

Categories	A*	B	C	D	E	missing
Count	124	17	42	15	62	0
Percent (%)	47.7	6.5	16.2	5.8	23.8	
Pt-Biserial	.19	-.15	-.27	-.15	.18	
p-value	.001	.009	.000	.007	.002	
Mean Ability	.46	-.18	-.22	-.24	.51	NA
Step Labels		1				
Thresholds		.37				
Error		.13				

.....
.....

NILAI11tn

Item 5: item 5

Infit MNSQ = .93
Disc = .42

Categories	A	B	C*	D	E	missing
Count	51	27	86	60	36	0
Percent (%)	19.6	10.4	33.1	23.1	13.8	
Pt-Biserial	-.26	-.17	.42	.09	-.23	
p-value	.000	.003	.000	.067	.000	
Mean Ability	-.16	-.12	.79	.40	-.18	NA

Step Labels

1

Thresholds

1.03

Error

.14

Item 6: item 6

Infit MNSQ = .97
Disc = .38

Categories	A	B	C	D	E*	missing
Count	7	25	29	23	176	0
Percent (%)	2.7	9.6	11.2	8.8	67.7	
Pt-Biserial	-.20	-.26	-.14	-.08	.38	
p-value	.001	.000	.011	.098	.000	
Mean Ability	-.66	-.37	-.04	.06	.49	NA

Step Labels

1

Thresholds

-.54

Error

.14

*****Output Continues*****

♀
analisis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

NILAI11tn

Item 7: item 7

Infit MNSQ = .95
Disc = .42

Categories	A	B	C	D	E*	missing
Count	0	4	122	6	128	0
Percent (%)	.0	1.5	46.9	2.3	49.2	
Pt-Biserial	NA	.01	-.36	-.20	.42	
p-value	NA	.433	.000	.001	.000	
Mean Ability	NA	.33	-.04	-.74	.63	NA
Step Labels		1				
Thresholds		.30				
Error		.13				

Item 8: item 8

Infit MNSQ = .88
Disc = .51

Categories	A*	B	C	D	E	missing
Count	113	55	31	30	31	0
Percent (%)	43.5	21.2	11.9	11.5	11.9	
Pt-Biserial	.51	-.36	-.04	-.17	-.11	
p-value	.000	.000	.242	.003	.041	
Mean Ability	.74	-.29	.24	-.10	.04	NA
Step Labels		1				
Thresholds		.55				
Error		.13				

Item 9: item 9

Infit MNSQ = .96
Disc = .41

Categories	A	B*	C	D	E	missing
Count	20	140	28	15	57	0
Percent (%)	7.7	53.8	10.8	5.8	21.9	

			NILAI11tn			
Pt-Biserial	-.07	.41	-.34	-.07	-.15	
p-value	.123	.000	.000	.122	.009	
Mean Ability	.06	.59	-.50	.04	.05	NA

Step Labels 1

Thresholds .10
Error .13

.....
.....
=====

*****Output Continues*****

♀
analisis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses

29/ 5/18 17: 0
all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Item 10: item 10

Infit MNSQ = 1.06
Disc = .29

Categories	A	B	C	D	E*	missing
Count	84	3	10	15	148	0
Percent (%)	32.3	1.2	3.8	5.8	56.9	
Pt-Biserial	-.33	-.09	-.05	.15	.29	
p-value	.000	.071	.211	.008	.000	
Mean Ability	-.12	-.41	.08	.75	.49	NA

Step Labels 1

Thresholds -.04
Error .13

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

Item 11: item 11

Infit MNSQ = 1.13
Disc = .03

Categories	A	B	C*	D	E	missing
------------	---	---	----	---	---	---------

			NILAI11tn			
Count	20	16	213	0	11	0
Percent (%)	7.7	6.2	81.9	.0	4.2	
Pt-Biserial	-.23	.26	.03	NA	-.06	
p-value	.000	.000	.336	NA	.168	
Mean Ability	-.38	1.13	.29	NA	.02	NA

Step Labels 1

Thresholds -1.35

Error .17

Item 12: item 12

Infit MNSQ = .85
Disc = .52

Categories	A*	B	C	D	E	missing
Count	158	31	34	35	2	0
Percent (%)	60.8	11.9	13.1	13.5	.8	
Pt-Biserial	.52	-.35	-.06	-.30	-.17	
p-value	.000	.000	.154	.000	.003	
Mean Ability	.62	-.48	.15	-.34	-1.28	NA

Step Labels 1

Thresholds -.21

Error .14

*****Output Continues*****

♀
analisis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses
29/ 5/18 17: 0
all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Item 13: item 13

Infit MNSQ = .87
Disc = .44

Categories	A	B*	NILAI11tn C	D	E	missing
Count	16	215	9	9	11	0
Percent (%)	6.2	82.7	3.5	3.5	4.2	
Pt-Biserial	-.20	.44	-.30	-.13	-.20	
p-value	.001	.000	.000	.021	.001	
Mean Ability	-.34	.45	-1.08	-.25	-.47	NA

Step Labels

1

Thresholds

-1.41

Error

.17

Item 14: item 14

Infit MNSQ = .89

Disc = .49

Categories	A	B*	C	D	E	missing
Count	30	101	22	104	3	0
Percent (%)	11.5	38.8	8.5	40.0	1.2	
Pt-Biserial	-.25	.49	.02	-.33	-.03	
p-value	.000	.000	.379	.000	.293	
Mean Ability	-.30	.78	.29	-.03	.03	NA

Step Labels

1

Thresholds

.76

Error

.14

Item 15: item 15

Infit MNSQ = .90

Disc = .47

Categories	A	B	C	D	E*	missing
Count	49	13	65	20	113	0
Percent (%)	18.8	5.0	25.0	7.7	43.5	
Pt-Biserial	.08	-.08	-.39	-.29	.47	
p-value	.106	.090	.000	.000	.000	
Mean Ability	.41	-.02	-.25	-.56	.71	NA

Step Labels

1

Thresholds

.55

Error

.13

NILAI11tn

*****Output Continues*****

♀
analysis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Item 16: item 16

Infit MNSQ = .95
Disc = .34

Categories	A	B	C	D*	E	missing
Count	10	12	10	222	6	0
Percent (%)	3.8	4.6	3.8	85.4	2.3	
Pt-Biserial	-.13	-.21	-.20	.34	-.09	
p-value	.021	.000	.001	.000	.076	
Mean Ability	-.25	-.48	-.53	.40	-.18	NA

Step Labels

1

Thresholds

-1.62

Error

.18

Item 17: item 17

Infit MNSQ = 1.04
Disc = .26

Categories	A	B	C*	D	E	missing
Count	20	29	86	93	32	0
Percent (%)	7.7	11.2	33.1	35.8	12.3	
Pt-Biserial	-.02	-.27	.26	.09	-.23	
p-value	.364	.000	.000	.084	.000	
Mean Ability	.21	-.36	.62	.36	-.20	NA

Step Labels

1

NILAI11tn

Thresholds	1.03
Error	.14

.....

.....

.....

Item 18: item 18

Infit MNSQ = .81
Disc = .55

Categories	A	B	C*	D	E	missing
Count	54	54	81	40	31	0
Percent (%)	20.8	20.8	31.2	15.4	11.9	
Pt-Biserial	-.20	-.33	.55	-.10	-.01	
p-value	.001	.000	.000	.048	.463	
Mean Ability	-.03	-.25	.97	.06	.25	NA

Step Labels

1

Thresholds	1.13
Error	.14

.....

.....

=====

=====

*****Output Continues*****

♀
+
analysis butir soal

Item Analysis Results for Observed Responses

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

.....

.....

Item 19: item 19

Infit MNSQ = 1.00
Disc = .30

Categories	A	B	C	D*	E	missing
Count	17	138	26	76	3	0
Percent (%)	6.5	53.1	10.0	29.2	1.2	
Pt-Biserial	-.18	-.11	-.08	.30	-.11	
p-value	.002	.041	.099	.000	.033	
Mean Ability	-.28	.18	.08	.69	-.60	NA

NILAI11sh

analisis butir soal

Current System Settings

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Data File = NILAI11.dat

Data Format = id 1-4 items 5-24

Log file = LOG not on

Page Width = 107

Page Length = 65

Screen Width = 78

Screen Length = 24

Probability level = .50

Maximum number of cases set at 60000

VALID DATA CODES A B C D E

GROUPS

1 all (260 cases) : All cases

SCALES

1 all (20 items) : All items

DELETED AND ANCHORED CASES:

No case deletes or anchors

DELETED AND ANCHORED ITEMS:

No item deletes or anchors

RECODES

Page 1

NILAI11sh

SCORING KEYS

Score = 1 BDDACEEABECABBEDCCDE

=====

♀
+
analisis butir soal

Item Estimates (Thresholds)

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Summary of item Estimates

=====

Mean	.00
SD	.91
SD (adjusted)	.90
Reliability of estimate	.97

Fit Statistics

=====

Infit Mean Square	Outfit Mean Square
-------------------	--------------------

Mean	.99	Mean	1.09
SD	.12	SD	.42

Infit t	Outfit t
---------	----------

Mean	-.28	Mean	.26
SD	2.29	SD	2.01

0 items with zero scores

0 items with perfect scores

=====

♀
+
analisis butir soal

Case Estimates

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

Page 2

NILAI11sh

Summary of case Estimates
=====

Mean	.28
SD	.84
SD (adjusted)	.66
Reliability of estimate	.61

Fit Statistics
=====

Infit Mean Square		Outfit Mean Square	
-------------------	--	--------------------	--

Mean	1.00	Mean	1.09
SD	.22	SD	.66

Infit t		Outfit t	
---------	--	----------	--

Mean	-.08	Mean	.08
SD	1.00	SD	.93

0 cases with zero scores
0 cases with perfect scores
=====

♀

analysis butir soal

Item Estimates (Thresholds)

29/ 5/18 17: 0
all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

4.0

XX

3.0

Page 3

		NILAI11sh		
	X			
2.0	XXX			
	XXX			
	XXXXXXXX			
1.0	XXXXXXXXXXXXXXXX	19		
	XXXXXXXXXXXXXXXX	5	17	18
	XXXXXXXXXXXXXXXX	14		
	XXXXXXXXXXXXXXXX	8	15	
	XXXXXXXXXX	4	7	
.0	XXXXXXXXXXXXXXXX	20		
	XXXXXXXXXXXXXXXX	9		
	XXXXXXXXXXXXXXXX	3	10	
	XXXXXXXXXXXXXXXX	12		
	XXXXXXXXXXXX	2		
	XXXXXX	6		
-1.0	XXXXXX			
	XX	11	13	
	XX	1	16	
-2.0				
	X			
-3.0				

Each X represents 2 students

♀

NILAI11sh

analisis butir soal

Item Fit

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

INFIT

MNSQ	.56	.63	.71	.83	1.00	1.20	1.40
1.60	1.80						

1 item 1	.				*		*	.
2 item 2	.				*			.
3 item 3	.				*			.
4 item 4	.				*		*	.
5 item 5	.				*			.
6 item 6	.				*			.
7 item 7	.				*			.
8 item 8	.				*			.
9 item 9	.				*			.
10 item 10	.				*		*	.
11 item 11	.				*		*	.
12 item 12	.				*			.
13 item 13	.				*			.
14 item 14	.				*			.
15 item 15	.				*			.
16 item 16	.				*			.
17 item 17	.				*		*	.
18 item 18	.	*			*			.
19 item 19	.				*			.
20 item 20	.				*		*	.

♀
†

NILAI11it

analysis butir soal

Item Estimates (Thresholds) In input Order

29/ 5/18 17: 0

all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

ITEM NAME		SCORE	MAXSCR	THRSH	INFT	OUTFT	INFT	OUTFT
				1	MNSQ	MNSQ	t	t
1	item 1	220	260	-1.55 .18	1.22	2.59	1.8	5.9
2	item 2	175	260	-.52 .14	.96	.90	-.7	-.9
3	item 3	148	260	-.04 .13	1.02	.99	.4	.0
4	item 4	124	260	.37 .13	1.15	1.12	3.3	1.3
5	item 5	86	260	1.03 .14	.93	.94	-1.3	-.6
6	item 6	176	260	-.54 .14	.97	.96	-.5	-.4
7	item 7	128	260	.30 .13	.95	.94	-1.2	-.7
8	item 8	113	260	.55 .13	.88	.92	-2.8	-.9
9	item 9	140	260	.10 .13	.96	.96	-1.0	-.4
10	item 10	148	260	-.04 .13	1.06	1.06	1.2	.7
11	item 11	213	260	-1.35 .17	1.13	1.77	1.2	3.7
12	item 12	158	260	-.21 .14	.85	.86	-3.2	-1.5

				NILAI11it				
13	item 13	215	260	-1.41 .17	.87	.79	-1.3	-1.3
14	item 14	101	260	.76 .14	.89	.86	-2.3	-1.6
15	item 15	113	260	.55 .13	.90	.94	-2.3	-.6
16	item 16	222	260	-1.62 .18	.95	.86	-.4	-.7
17	item 17	86	260	1.03 .14	1.04	1.15	.6	1.4
18	item 18	81	260	1.13 .14	.81	.77	-3.3	-2.2

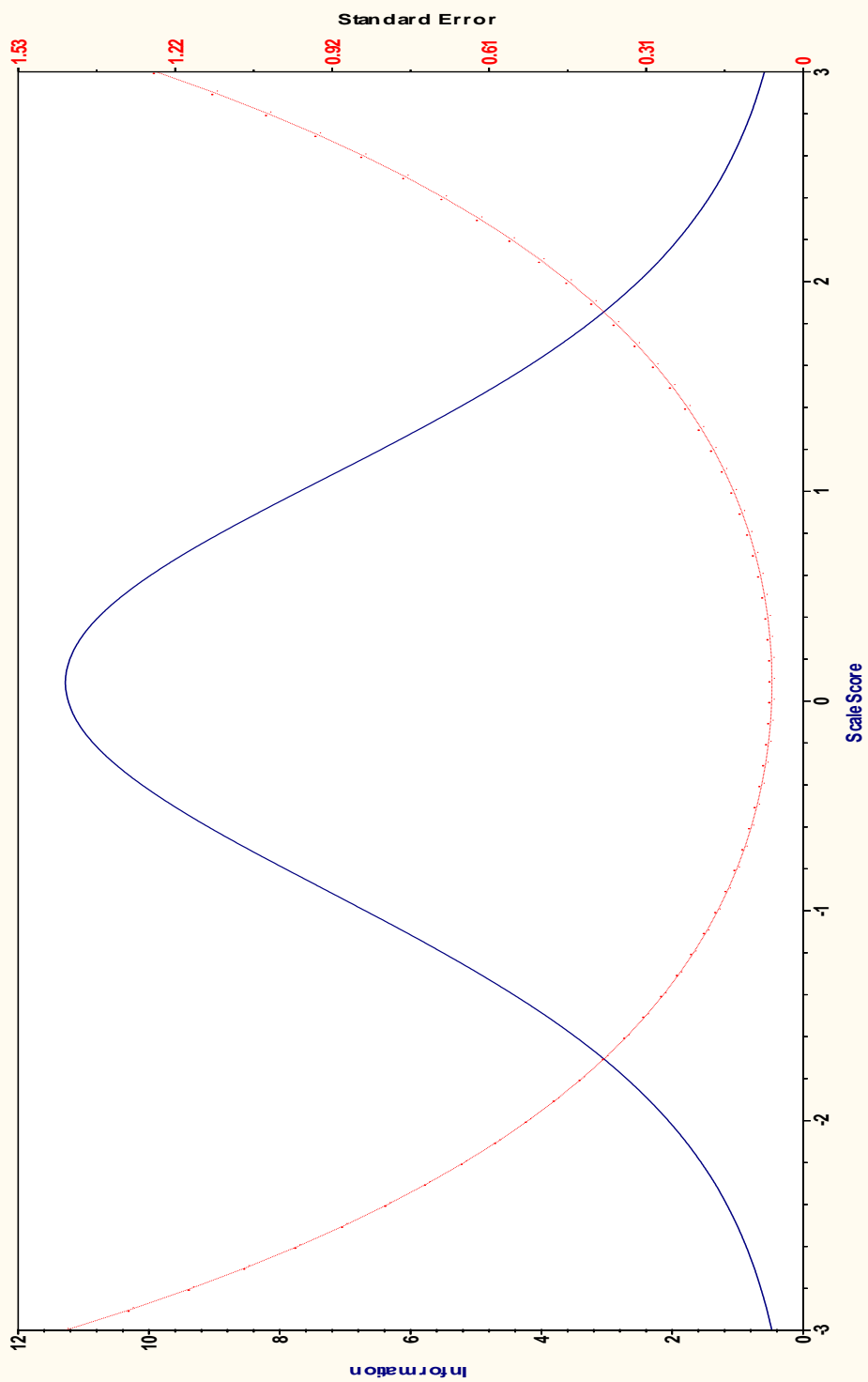
*****Output Continues*****

♀
analysis butir soal

Item Estimates (Thresholds) In input Order
29/ 5/18 17: 0
all on all (N = 260 L = 20 Probability Level= .50)

ITEM NAME		SCORE MAXSCR	THRSH	INFT	OUTFT	INFT	OUTFT
			1	MNSQ	MNSQ	t	t
19	item 19	76	260	1.23 .14	1.00	1.10	.0 .8
20	item 20	133	260	.22 .13	1.28	1.30	6.1 3.1
Mean				.00	.99	1.09	-.3 .3
SD				.91	.12	.42	2.3 2.0

Test 1, Name: HOTS



Hasil analisis kemampuan berpikir tingkat tinggi fisika SMA N 1 Rowokele

analisis butir soal

Case Estimates In input Order

all on all (N = 79 L = 20 Probability Level= .50)

NAME	SCORE	MAXSCR	ESTIMATE	ERROR	INFIT MNSQ	OUTFT MNSQ	INFIT t	OUTFT t
1 001	9	20	-.21	.50	.76	.69	-1.25	-.76
2 002	6	20	-1.02	.55	1.11	2.34	.47	2.12
3 003	15	20	1.36	.56	.94	.83	-.15	-.06
4 004	9	20	-.21	.50	1.01	.90	.14	-.12
5 005	10	20	.04	.50	.93	.82	-.34	-.35
6 006	11	20	.28	.50	1.12	1.01	.69	.16
7 007	7	20	-.73	.52	1.03	.92	.22	-.03
8 008	4	20	-1.69	.62	1.35	1.84	.96	1.20
9 009	7	20	-.73	.52	.95	.80	-.13	-.33
10 010	4	20	-1.69	.62	1.18	1.26	.57	.58
11 011	4	20	-1.69	.62	.94	.61	-.05	-.42
12 012	4	20	-1.69	.62	.82	.74	-.37	-.18
13 013	7	20	-.73	.52	.70	.59	-1.30	-.93
14 014	5	20	-1.33	.58	.80	.58	-.58	-.65
15 015	8	20	-.47	.51	.99	.90	.04	-.12
16 016	4	19	-1.66	.63	.63	.42	-1.02	-.84
17 017	4	20	-1.69	.62	.73	.50	-.66	-.66
18 018	2	20	-2.68	.81	1.34	.94	.72	.34
19 019	6	20	-1.02	.55	.65	.52	-1.34	-.99
20 020	7	20	-.73	.52	.85	.74	-.57	-.49
21 021	5	20	-1.33	.58	.75	.71	-.73	-.36
22 022	8	20	-.47	.51	1.04	.94	.25	.00
23 023	5	20	-1.33	.58	.70	.52	-.93	-.81
24 024	4	20	-1.69	.62	.85	.91	-.30	.09
25 025	5	20	-1.33	.58	1.21	1.17	.71	.48
26 026	4	20	-1.69	.62	1.16	1.15	.54	.44
27 027	5	20	-1.33	.58	.93	.81	-.13	-.16
28 028	7	20	-.73	.52	1.28	1.18	1.13	.54
29 029	7	20	-.73	.52	1.04	.97	.26	.08

30 030	7 20	-.73	.52	1.28	1.24	1.13	.64
31 031	9 20	-.21	.50	1.38	1.35	1.78	.92
32 032	6 20	-1.02	.55	1.77	3.59	2.35	3.35
33 033	4 20	-1.69	.62	.94	1.13	-.05	.41
34 034	9 20	-.21	.50	1.41	1.96	1.92	2.03
35 035	7 20	-.73	.52	.71	.65	-1.25	-.76
36 036	2 20	-2.68	.81	1.23	1.02	.56	.41
37 037	7 20	-.73	.52	.82	.84	-.69	-.23
38 038	8 20	-.47	.51	.94	.83	-.22	-.31
39 039	4 20	-1.69	.62	1.16	1.62	.54	.98
40 040	3 20	-2.13	.69	.97	.79	.08	.03
41 041	4 20	-1.69	.62	1.16	.94	.52	.14
42 042	7 20	-.73	.52	1.24	1.36	.98	.87
43 043	4 20	-1.69	.62	.89	.95	-.17	.16
44 044	6 20	-1.02	.55	1.03	.85	.20	-.14
45 045	6 20	-1.02	.55	.98	.92	.01	.01
46 046	6 20	-1.02	.55	1.39	1.25	1.34	.62
47 047	7 20	-.73	.52	.82	.76	-.69	-.45
48 048	10 20	.04	.50	1.33	1.22	1.68	.66
49 049	6 20	-1.02	.55	.72	.67	-1.04	-.59
50 050	6 20	-1.02	.55	.72	.60	-1.04	-.76
51 051	7 20	-.73	.52	.78	.64	-.91	-.79
52 052	9 20	-.21	.50	1.00	.98	.06	.08
53 053	3 20	-2.13	.69	1.21	6.50	.59	3.26
54 054	4 20	-1.69	.62	.67	.48	-.86	-.69
55 055	11 20	.28	.50	.85	.74	-.87	-.56
56 056	4 20	-1.69	.62	1.14	1.37	.48	.71
57 057	9 20	-.21	.50	1.27	1.25	1.32	.72
58 058	10 20	.04	.50	.86	.76	-.74	-.51
59 059	9 20	-.21	.50	.92	.83	-.36	-.32
60 060	6 20	-1.02	.55	1.27	1.26	1.00	.65
61 061	8 20	-.47	.51	.74	.64	-1.22	-.87
62 062	5 20	-1.33	.58	1.13	.96	.50	.13
63 063	5 20	-1.33	.58	1.13	1.17	.49	.47
64 064	6 20	-1.02	.55	.68	.53	-1.21	-.98
65 065	4 20	-1.69	.62	.68	.50	-.83	-.66
66 066	8 19	-.40	.52	.96	.86	-.12	-.21
67 067	4 20	-1.69	.62	.99	.96	.11	.17
68 068	3 20	-2.13	.69	.82	.52	-.28	-.37
69 069	7 20	-.73	.52	1.41	1.66	1.57	1.39
70 070	10 20	.04	.50	.75	.67	-1.43	-.81
71 071	6 20	-1.02	.55	1.37	1.62	1.30	1.21
72 072	9 20	-.21	.50	.68	.59	-1.81	-1.10
73 073	9 20	-.21	.50	1.42	1.98	1.97	2.06
74 074	6 20	-1.02	.55	.85	.80	-.49	-.27
75 075	7 20	-.73	.52	1.31	1.25	1.25	.67
76 076	8 20	-.47	.51	.60	.51	-2.10	-1.31
77 077	4 20	-1.69	.62	.70	.55	-.76	-.54
78 078	8 20	-.47	.51	.96	.87	-.10	-.18
79 079	5 20	-1.33	.58	1.01	.91	.15	.03
Mean		-.97		1.00	1.05	.02	.09
SD		.72		.25	.79	.94	.89

Lampiran 5

Dokumentasi

Sampel lembar jawab peserta didik

LEMBAR JAWABAN TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

MATERI OPTIKA

Nama : Alya Nabila
 Kelas : XI Mipa 2
 Sekolah : Man 2 Yk
 Hari, tanggal : Jumat, 11 05 2018
 Paket : A

Nomor	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E

Nomor	Jawaban				
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

LEMBAR JAWABAN TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

MATERI OPTIKA

Nama : Salma Salsabila
Kelas / No : XI MIPA 7 / 22
Sekolah : SMA N 5 AK
Hari, tanggal : Selasa, 8 Mei 2018
Paket : B

Nomor	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E

Nomor	Jawaban				
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

LEMBAR JAWABAN TES KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

MATERI OPTIKA

Nama : Siti Nurrohmah

Kelas : XI A 2 / 23

Sekolah : SMA N 1 Rowokele

Hari, tanggal : Selasa, 15 Mei 2018

Paket : A

Nomor	Jawaban				
1	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E

Nomor	Jawaban				
11	A	B	C	D	E
12	A	B	C	D	E
13	A	B	C	D	E
14	A	B	C	D	E
15	A	B	C	D	E
16	A	B	C	D	E
17	A	B	C	D	E
18	A	B	C	D	E
19	A	B	C	D	E
20	A	B	C	D	E

Dokumentasi pengambilan data

