

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL  
*DISCOVERY* BERBANTUAN *PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY*  
(PhET) UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR DAN HASIL  
BELAJAR ASPEK KOGNITIF PESERTA DIDIK SMA**

**TUGAS AKHIR SKRIPSI**

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



**Disusun oleh:**

**ARDHIANA SAPTANTIA KHUDRIA**

**15302241038**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA  
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2019**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL  
DISCOVERY BERBANTUAN *PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY*  
(PhET) UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR DAN HASIL  
BELAJAR ASPEK KOGNITIF PESERTA DIDIK SMA**

Disusun oleh:

Ardhiana Saptantia Khudria

NIM 15302241038

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



Yogyakarta, 5 Juli 2019

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Disetujui

Dosen Pembimbing

Yusman Wiyatmo, M.Si.

NIP. 19680712 199303 1 004

Prof. Dr. Jumadi

NIP. 19550112 197803 1 001

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ardhiana Saptantia Khudria

NIM : 15302241038

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul penelitian : **Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model *Discovery* Berbantuan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik SMA**

Menyatakan bahwa penelitian ini benar-benar merupakan karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi karya atau pendapat orang lain yang telah dipublikasikan, kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai referensi atau kutipan dan telah ditulis mengikuti aturan penulisan karya ilmiah yang lazim.

Pernyataan ini dibuat oleh penulis dengan penuh kesadaran dan apabila ternyata terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 5 Juli 2019

Yang menyatakan,



Ardhiana Saptantia Khudria

NIM. 15302241038




## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL MODEL  
DISCOVERY BERBANTUAN *PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY*  
(PhET) UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR DAN HASIL  
BELAJAR ASPEK KOGNITIF PESERTA DIDIK SMA**

Disusun oleh:  
Ardhiana Saptantia Khudria  
NIM 15302241038

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi  
Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas  
Negeri Yogyakarta  
Pada tanggal 12 Juli 2019

Tim Penguji			
Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Jumadi	Ketua Penguji		23/7 2019
Dr. Supahar	Penguji II		19/7 2019
Prof. Suparwoto, M.Pd.	Penguji I		19/7 2019

Yogyakarta, 24 Juli 2019  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Dekan,



Dr. Hartono  
NIP. 19620329 198702 1 002



## **MOTTO**

Man Jadda Wajada

Man Shobaro Zhafira

Karena sesungguhnya dalam kesulitan itu ada kemudahan (Q.S. Al-Insyirah: 5)

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas ridho-Nya yang telah memberikan kemudahan dalam segala urusan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Tugas akhir skripsi ini penulis persembahkan kepada Bapak Mimbar dan Ibu Suzan serta adik-adikku Bina, Charma, Dinar, dan Ega yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan doa tanpa kenal lelah.

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL  
DISCOVERY BERBANTUAN *PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY*  
(PhET) UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR DAN HASIL  
BELAJAR ASPEK KOGNITIF PESERTA DIDIK SMA**

Oleh  
Ardhiana Saptantia Khudria  
15302241038

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) yang layak untuk pembelajaran materi Alat Optik kelas XI dan (2) mengetahui efektivitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model 4-D yang terdiri dari empat tahap, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Subyek penelitian ini adalah peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Depok. Instrumen pengumpulan data terdiri dari lembar validasi dan angket respon peserta didik untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan serta soal *pretest-posttest* dan angket motivasi belajar untuk mengetahui peningkatan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik. Kelayakan produk dianalisis menggunakan simpangan baku ideal (SBI). Peningkatan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif dianalisis menggunakan uji *standard gain* (*g*).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) telah dihasilkan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) yang layak untuk pembelajaran materi Alat Optik kelas XI ditinjau dari pendapat ahli dan respon peserta didik pada uji empiris serta (2) perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) efektif meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik dengan nilai *gain* berturut-turut sebesar 0,22 dengan kategori rendah dan 0,24 dengan kategori rendah.

**Kata kunci:** model *discovery*, *physics education technology* (PhET), motivasi belajar, hasil belajar aspek kognitif



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat serta nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model *Discovery* Berbantuan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik SMA” dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Hartono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah memberikan izin kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Slamet Suyanto, M.Ed. selaku Wakil Dekan I Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah memberikan izin penelitian.
3. Yusman Wiyatmo, M.Si selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pendidikan Fisika beserta dosen dan staff yang telah memberi ijin, bantuan, dan fasilitas untuk melakukan penelitian.
4. Prof. Dr. Jumadi selaku dosen pembimbing dan validator, yang telah sabar membimbing, memberi arahan dan masukan selama proses penyusunan proposal skripsi dan penyusunan skripsi, serta memberikan masukan, komentar, dan saran dalam penyusunan instrumen penelitian.
5. Subagyo, S.Pd. selaku kepala SMA Negeri 1 Depok, yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian di sekolah.
6. Irsyad Riyadi, S.Pd. selaku guru fisika SMA Negeri 1 Depok yang telah membimbing dan membantu selama proses pengambilan data dalam penelitian ini.
7. Peserta didik kelas XI MIPA 2, XI MIPA 3, dan XI MIPA 4 SMA Negeri 1 Depok yang telah bersedia untuk bekerjasama dan membantu selama pengambilan data.

8. Ayah dan Ibu tercinta serta adik-adikku Bina, Charma, Dinar, dan Ega yang selalu memberikan semangat, doa, dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna perbaikan selanjutnya. Penulis berharap Tugas Akhir Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 2019  
Penulis,

Ardhiana Saptantia Khudria

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Pembatasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian .....	8
F. Manfaat Penelitian .....	8
G. Spesifikasi Produk .....	9
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Kajian Teori .....	10
B. Penelitian yang Relevan .....	34
C. Kerangka Berpikir .....	35
D. Pertanyaan Peneliti .....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Desain Penelitian .....	38
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
C. Subyek Penelitian .....	45



D. Instrumen Penelitian .....	45
E. Teknik Analisis Data .....	52
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	56
B. Pembahasan .....	85
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan .....	96
B. Keterbatasan Penelitian .....	97
C. Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>99</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>102</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indikator Motivasi Belajar .....	20
Tabel 2. Skema Penelitian.....	42
Tabel 3. Kategori Validitas Isi .....	48
Tabel 4. Kategori Tingkat Kesukaran Butir Soal.....	48
Tabel 5. Kategori Daya Pembeda.....	49
Tabel 6. Kriteria Reliabilitas Alpha .....	49
Tabel 7. Kisi-Kisi Soal Pretest-posttest .....	50
Tabel 8. Kisi-Kisi Angket Motivasi Belajar .....	51
Tabel 9. Kategori Penilaian Ideal.....	52
Tabel 10. Kategori Penilaian Ideal Rentang Skala 1-4 .....	53
Tabel 11. Kategori Nilai Standard Gain.....	54
Tabel 12. Kriteria Effect Size (d) Cohen .....	55
Tabel 13. Analisis Tugas.....	59
Tabel 14. Hasil Analisis Kelayakan RPP .....	64
Tabel 15. Revisi RPP .....	65
Tabel 16. Hasil Analisis Kelayakan LKPD 1 .....	65
Tabel 17. Hasil Analisis Kelayakan LKPD 2 .....	66
Tabel 18. Revisi LKPD 1 .....	66
Tabel 19. Revisi LKPD 2 .....	67
Tabel 20. Hasil Analisis Kelayakan LKPD .....	68
Tabel 21. Hasil Analisis Kelayakan Handout .....	69
Tabel 22. Revisi Handout.....	69
Tabel 23. Hasil Analisis Validitas Soal Pretest-Posttest.....	72
Tabel 24. Revisi Soal Pretest-Posttest.....	73
Tabel 25. Hasil Analisis Validitas Angket Motivasi Belajar .....	74
Tabel 26. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Terbatas terhadap LKPD 1 .....	75
Tabel 27. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Terbatas terhadap LKPD 2.....	76

Tabel 28. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Terbatas terhadap Handout .....	76
Tabel 29. Hasil Analisis Keterlaksanaan RPP .....	77
Tabel 30. Hasil Analisis Validitas Empiris Soal Pretest-posttest .....	79
Tabel 31. Hasil Analisis Standard Gain Kelas Eksperimen .....	80
Tabel 32. Hasil Analisis Standard Gain Kelas Kontrol .....	80
Tabel 33. Hasil Analisis Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen.....	81
Tabel 34. Hasil Analisis Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol .....	81
Tabel 35. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Luas terhadap LKPD 1	83
Tabel 36. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Luas terhadap LKPD 2	84
Tabel 37. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Luas terhadap Handout	84



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur .....	21
Gambar 2. Hukum Pemantulan .....	21
Gambar 3. Pembentukan bayangan pada cermin datar .....	22
Gambar 4. Lukisan Bayangan Benda dari Dua Buah Cermin Datar yang Disusun Membentuk Sudut $60^\circ$ .....	23
Gambar 5. Sifat Pemantulan pada Cermin Cekung .....	24
Gambar 6. Sifat Pemantulan pada Cermin Cekung .....	25
Gambar 7. Hukum Snellius tentang Pembiasan .....	26
Gambar 8. Sinar Istimewa pada Lensa Cembung .....	27
Gambar 9. Sinar Istimewa pada Lensa Cekung .....	28
Gambar 10. Pembentukan Bayangan pada Lup .....	30
Gambar 11. Pembentukan Bayangan pada Mikroskop .....	30
Gambar 12. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bintang .....	31
Gambar 13. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bumi .....	32
Gambar 14. Pembentukan Bayangan pada Teropong Panggung .....	33
Gambar 15. Kerangka Berpikir .....	35
Gambar 16. Peta Konsep Alat Optik .....	60
Gambar 17. Diagram Rata-Rata Nilai Pretest-posttest .....	79
Gambar 18. Diagram Rata-Rata Skor Motivasi Belajar Awal dan Akhir .....	81
Gambar 19. Diagram Sebaran Standard Gain Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik Kelas Eksperimen .....	92
Gambar 20. Diagram Sebaran Standard Gain Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik Kelas Kontrol .....	92
Gambar 21. Diagram Sebaran Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen .....	94
Gambar 22. Diagram Sebaran Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol .....	94

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penilaian..	103
Lampiran 2. Hasil Uji Coba Terbatas .....	158
Lampiran 3. Hasil Uji Coba Luas .....	169
Lampiran 4. Pedoman Penyusunan Produk .....	194
Lampiran 5. Draft Awal .....	195
Lampiran 6. Produk Akhir .....	210
Lampiran 7. Dokumentasi dan Surat-Surat .....	302

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan manusia. Dalam Undang-Undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional dinyatakan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar siswa secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Keberhasilan suatu proses pembelajaran dapat dilihat dari hasil belajar yang diperoleh peserta didik. Hasil belajar tersebut berupa hasil belajar aspek kognitif, afektif, dan psikomotor. Aspek kognitif adalah aspek yang mencakup kegiatan mental (otak). Aspek afektif merupakan aspek yang berkaitan dengan sikap dan nilai. Aspek psikomotor yaitu aspek yang berkaitan dengan keterampilan (*skill*) atau kemampuan bertindak setelah seseorang menerima pengalaman belajar tertentu.

Prinsip pembelajaran sesuai dengan Standar Kompetensi Lulusan dan Standar Isi antara lain dari peserta didik diberi tahu menuju peserta didik mencari tahu, dari guru sebagai satu-satunya sumber belajar menjadi belajar berbasis aneka sumber belajar, dan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran



(Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016). Penggunaan prinsip pembelajaran peserta didik mencari tahu mengharuskan peserta didik terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Peserta didik diharapkan dapat mencari atau memperoleh pengetahuan yang berkaitan dengan materi yang diajarkan tidak hanya menunggu diberi tahu oleh guru.

Pengetahuan yang diperoleh peserta didik tidak hanya bersumber dari apa yang disampaikan oleh guru. Peserta didik dapat mencari atau memperoleh pengetahuan yang berkaitan dengan materi pelajaran melalui berbagai sumber, seperti buku, hasil percobaan atau simulasi, maupun dari lingkungan sekitar. Peserta didik juga dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi seperti *handphone* dan internet sebagai sumber belajar.

Faktanya dalam proses pembelajaran, masih banyak guru yang menerapkan model pembelajaran yang menyebabkan peserta didik kurang terlibat secara aktif bahkan cenderung pasif dalam proses pembelajaran. Peserta didik hanya mendengarkan dan menghafalkan materi yang disampaikan oleh guru. Hal ini menyebabkan motivasi peserta didik untuk belajar menjadi rendah. Rendahnya motivasi belajar peserta didik akan mempengaruhi hasil belajar peserta didik.

Hasil observasi yang dilaksanakan ketika Praktik Lapangan Terbimbing (PLT) tahun 2018 di SMA Negeri 1 Depok menunjukkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik yang masih rendah. Rendahnya motivasi belajar peserta didik ditunjukkan dengan belum adanya kesiapan dari peserta didik ketika guru memulai pembelajaran. Ketika pembelajaran

berlangsung peserta didik kurang aktif menanggapi apa yang disampaikan oleh guru. Selain itu peserta didik tidak memperhatikan guru yang sedang menyampaikan materi. Peserta didik lebih asik berbicara dengan temannya atau bermain *handphone*. Hasil belajar aspek kognitif peserta didik yang rendah ditunjukkan dengan banyaknya peserta didik yang mendapatkan nilai hasil Penilaian Harian Bersama I (penilaian tengah semester) mata pelajaran fisika di bawah KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal). Nilai KKM untuk mata pelajaran fisika di SMA Negeri 1 Depok adalah 66.

Kegiatan peserta didik dalam proses pembelajaran termuat dalam model pembelajaran. Terdapat beberapa model pembelajaran yang digunakan dan dikembangkan dalam pendidikan, antara lain *problem based learning*, *project based learning*, *discovery learning*, dan *inquiry learning*. Untuk memperkuat pendekatan ilmiah (*scientific*), tematik terpadu (tematik anta mata pelajaran), dan tematik (dalam suatu mata pelajaran) perlu diterapkan pembelajaran berbasis penyingkapan/penelitian (*discovery/inquiry learning*). Untuk mendorong kemampuan peserta didik untuk menghasilkan karya kontekstual, disarankan menggunakan pendekatan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project based learning*) (Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016).

Penilaian hasil belajar peserta didik meliputi aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Penilaian pengetahuan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengukur penguasaan pengetahuan peserta didik. Penilaian keterampilan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengukur

kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan dalam melakukan tugas tertentu (Permendikbud Nomor 23 Tahun 2016).

Permendikbud Nomor 21 Tahun 2016 pada tingkat pendidikan menengah (kelas X-XII) kompetensi yang dicapai adalah menganalisis konsep, prinsip, dan hukum mekanika, fluida, termodinamika, gelombang, dan optik serta menerapkan metakognisi dalam menjelaskan fenomena alam dan penyelesaian masalah kehidupan. Alat optik merupakan salah satu materi pelajaran fisika SMA kelas XI. Berdasarkan silabus mata pelajaran fisika tingkat SMA kelas XI Tahun 2016, Kompetensi Dasar (KD) pada Kompetensi Inti aspek pengetahuan (KI-3) yang harus dicapai untuk materi alat optik adalah dapat menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa. Agar dapat mencapai KD tersebut, peserta didik perlu memahami sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa.

Metode pembelajaran yang digunakan di SMA Negeri 1 Depok masih berpusat pada guru. Guru menjelaskan materi dan memberikan persamaan-persamaan yang terdapat pada buku. Materi pelajaran disampaikan secara langsung maupun penjelasan dengan menggunakan media *powerpoint*. Peserta didik hanya mendengarkan dan mencatat apa yang disampaikan oleh guru yang menyebabkan peserta didik menjadi kurang aktif dalam pembelajaran. Dengan menggunakan metode tersebut peserta didik hanya menghafal dan kurang memahami materi yang disampaikan oleh guru.

Pembelajaran dengan model *discovery* tepat untuk digunakan dalam pembelajaran materi alat optik. Dengan model pembelajaran ini, peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran dan menemukan pengetahuan melalui eksperimen atau percobaan sehingga peserta didik akan lebih memahami materi yang dipelajari. Model pembelajaran *discovery* juga dapat meningkatkan keingintahuan peserta didik. Rasa ingin tahu tersebut akan meningkatkan motivasi peserta didik untuk terus belajar. Peserta didik akan terus berusaha mencari tahu melalui berbagai sumber, tidak hanya menjadikan guru sebagai satu-satunya sumber belajar.

Penggunaan media yang tepat dapat membantu melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. *Physics education technology* (PhET) merupakan salah satu simulasi interaktif mengenai fenomena-fenomena fisis berbasis riset yang dapat digunakan secara gratis. Penggunaan simulasi PhET memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi berupa *handphone* atau laptop dan internet. Simulasi PhET tidak hanya menyediakan simulasi untuk Fisika tetapi juga simulasi untuk Biologi, Kimia, Ilmu Kebumihan, dan Matematika.

Simulasi PhET membantu peserta didik memahami konsep abstrak dengan menganimasikan besaran-besaran fisika menggunakan simbol gambar. Simulasi PhET juga dilengkapi dengan instrumen pengukuran seperti penggaris, stopwatch, voltmeter, termometer, dan sebagainya untuk pengukuran kuantitatif. Model simulasi yang menarik dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk lebih memahami materi yang diajarkan.

Penelitian yang dilakukan Lisa Andriani Safitri dkk, menunjukkan pendekatan kontekstual menggunakan media simulasi Virtual PhET di SMAN 10 Pekanbaru dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Motivasi akhir peserta didik berada pada kategori tinggi dengan rata-rata peningkatan motivasi sebesar 5,13. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Ulfaturrone menunjukkan bahwa pembelajaran model simulasi menggunakan media PhET dalam pembelajaran fisika memberikan sumbangan efektif sebesar 48,1 % untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti ingin mengembangkan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) untuk meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik SMA.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu :

1. Pembelajaran fisika di SMA cenderung masih berpusat pada guru yang menyebabkan peserta didik kurang terlibat aktif dalam pembelajaran, sehingga perlu diterapkan model pembelajaran *discovery* yang diharapkan dapat melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran.
2. Guru masih menggunakan media pembelajaran *powerpoint* yang tidak melibatkan peserta didik secara langsung dalam pembelajaran, sehingga perlu diterapkan penggunaan media pembelajaran simulasi *physics*

*education technology* (PhET) yang melibatkan peserta didik secara langsung.

3. Model pembelajaran *discovery* dan media simulasi *physics education technology* (PhET) masih jarang digunakan oleh guru, sehingga peneliti menggunakan model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) dalam penelitian ini yang diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

### **C. Pembatasan Masalah**

Untuk memfokuskan objek dari penelitian dibutuhkan batasan masalah. Pada penelitian ini masalah yang akan diteliti dibatasi pada:

1. Perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) meliputi RPP, LKPD, dan handout.
2. Materi fisika dalam penelitian ini terbatas pada materi pokok alat optik.
3. Hasil belajar aspek kognitif materi alat optik dibatasi pada C1, C2, C3, dan C4 yang disesuaikan dengan kompetensi dasar materi alat optik.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, maka masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini layak untuk pembelajaran materi alat optik kelas XI?
2. Bagaimana efektivitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dan motivasi belajar peserta didik?



## **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET) yang layak untuk pembelajaran materi alat optik kelas XI.
2. Mengetahui efektivitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dan motivasi belajar peserta didik.

## **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Secara teoritis

Menjadi informasi dan referensi terkait perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) untuk meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik SMA pada materi alat optik.

2. Secara praktis

- a. Manfaat bagi guru

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat dijadikan referensi yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dan motivasi belajar fisika bagi peserta didik pada materi alat optik.

- b. Manfaat bagi peserta didik

Meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dan motivasi belajar.

## **G. Spesifikasi Produk**

Produk yang dihasilkan berupa perangkat pembelajaran fisika model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET), yaitu RPP, LKPD, dan Handout dengan materi pokok Alat Optik. RPP mengacu pada pembelajaran aktif 5M (mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan). RPP disusun sesuai dengan sintaks model pembelajaran *discovery learning* (stimulasi atau pemberian rangsangan, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, pembuktian, dan menarik kesimpulan). LKPD yang dikembangkan dibuat berdasarkan urutan dari sintaks *discovery learning*. Handout fisika yang dikembangkan berbentuk media cetak sehingga lebih mudah dibawa dan digunakan oleh peserta didik. Handout ini memuat materi Alat Optik untuk kelas XI SMA. Perangkat pembelajaran tersebut digunakan untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dan motivasi belajar peserta didik. Aspek belajar kognitif yang diukur dibatasi pada C1, C2, C3, dan C4.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pembelajaran Fisika**

Pembelajaran merupakan usaha pendidikan yang dilaksanakan secara sengaja dengan tujuan yang telah ditetapkan terlebih dahulu sebelum proses dilaksanakan, serta pelaksanaannya terkendali (Miarso dalam Siregar, 2011). Pembelajaran menurut Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 tahun 2003 diartikan sebagai proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Menurut Gagne, pembelajaran diartikan sebagai proses modifikasi dalam kapasitas manusia yang bisa dipertahankan dan ditingkatkan levelnya. Dalam proses tersebut, seseorang dapat memilih untuk melakukan perubahan atau tidak sama sekali terhadap yang ia lakukan (Huda, 2015).

Fisika adalah salah satu bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam atau sains yang mempelajari gejala-gejala alam, baik yang terjadi pada benda-benda yang dapat diamati (makro), maupun benda-benda yang tidak dapat diamati secara langsung (mikro). Fisika pada dasarnya merupakan ilmu pengetahuan alam yang mendalami dan memahami gejala atau proses alam secara kuantitatif. Collete dan Chiappetta (Zuhdan, 2004) menyatakan bahwa sains pada hakikatnya merupakan kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*), cara atau jalan berpikir (*a way of thinking*), dan cara untuk

penyelidikan (*a way of investigating*). Dalam sains kumpulan pengetahuan hasil penemuan yang dilakukan oleh para ilmuwan dapat berupa fakta, teori, konsep, prinsip hukum, dan model. Sains merupakan cara manusia memahami fenomena alam yang dilandasi dengan rasa ingin tahu. Untuk memahami fenomena alam dan hukum yang berlaku membutuhkan sebuah penyelidikan. Penyelidikan dilakukan melalui penelitian yang berupa observasi dan eksperimen.

Dari pengertian pembelajaran dan fisika di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika merupakan sebuah usaha pendidikan yang dalam pelaksanaannya terjadi proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar yang mempelajari gejala-gejala alam yang dapat diamati secara langsung maupun tidak langsung dan pelaksanaannya terkendali.

## **2. Model Pembelajaran Discovery**

Salah satu model instruksional kognitif yang sangat berpengaruh adalah model dari Jerome Bruner yang disebut belajar penemuan (*discovery learning*). Dasar dari teori Bruner adalah ungkapan dari Peaget yang menyatakan bahwa peserta didik harus berperan aktif dalam pembelajaran di kelas (Fathurrohman, 2015). Menurut Bruner dalam Sugihartono (2013), belajar merupakan proses yang bersifat aktif terkait dengan ide *Discovery Learning* yaitu peserta didik berinteraksi dengan lingkungannya melalui eksplorasi dan manipulasi obyek, membuat pertanyaan dan menyelenggarakan eksperimen. Bruner menganggap belajar penemuan

(*discovery learning*) sesuai dengan pencarian pengetahuan secara aktif oleh manusia dengan sendirinya akan memberikan hasil yang paling baik.

Proses pembelajaran akan berjalan dengan baik jika guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan suatu aturan (konsep, teori, definisi, dan sebagainya) melalui contoh-contoh yang menggambarkan aturan yang menjadi sumbernya. Pengetahuan yang diperoleh dengan *discovery learning* akan lama diingat jika dibandingkan dengan pengetahuan yang diperoleh dengan cara lain. *Discovery learning* meningkatkan penalaran peserta didik dan kemampuan untuk berpikir secara bebas. Selain itu, *discovery learning* juga dapat meningkatkan keingintahuan peserta didik, sehingga peserta didik akan termotivasi untuk terus belajar sampai menemukan jawaban (Fathurrohman, 2015).

Prosedur yang harus dilaksanakan dalam kegiatan belajar mengajar menggunakan pembelajaran *discovery* menurut Syah dalam kemendikbud (2014) antara lain *stimulation* (pemberian rangsangan), *problem statement* (identifikasi masalah), *data collection* (pengumpulan data), *data processing* (pengolahan data), *verification* (pembuktian), *generalization* (menarik kesimpulan). Guru memulai proses belajar mengajar dengan mengajukan pertanyaan atau aktivitas lain yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengumpulkan masalah-masalah yang relevan dengan materi pelajaran yang selanjutnya dipilih salah satu dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis. Untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis guru memberikan

kesempatan pada peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan sebanyak-banyaknya. Data dan informasi yang diperoleh peserta didik selanjutnya diolah dan kemudian ditafsirkan. Peserta didik melakukan pemeriksaan untuk membuktikan hipotesis yang telah ditetapkan sebelumnya dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil pengolahan data. Selanjutnya peserta didik menarik kesimpulan.

Peran guru dalam pembelajaran *discovery* menurut Bruner dalam Fathurrohman (2015) yaitu guru merencanakan pembelajaran sedemikian rupa sehingga pembelajaran tersebut terpusat pada masalah-masalah yang tepat untuk diselidiki oleh peserta didik, guru menyajikan materi pelajaran yang diperlukan sebagai dasar peserta didik dalam memecahkan masalah guru memperhatikan tiga cara penyajian pembelajaran (enaktif, ikonik, dan simbolik), guru berperan sebagai pembimbing ketika peserta didik memecahkan masalah di laboratorium atau secara teoritis, dan guru melakukan penilaian hasil belajar.

Dalam pembelajaran *discovery* menurut Bruner peran guru adalah sebagai tutor, fasilitator, motivator, dan evaluator. Guru hendaknya mengarahkan pembelajaran pada penemuan dan penemuan sehingga proses pembelajaran tidak begitu dikendalikan oleh guru.

### **3. Physics Education Technology (PhET)**

PhET merupakan salah satu simulasi interaktif fenomena-fenomena fisis berbasis riset yang diberikan secara gratis. PhET dikembangkan secara kontinyu oleh sebuah tim di Universitas Colorado sejak tahun 2012. Saat ini

PhET telah menghasilkan lebih dari 360 juta simulasi, baik dalam bidang Fisika, Kimia, Biologi, Ilmu Kebumihan, dan Matematika. Tim pengembang PhET meyakini bahwa dengan pendekatan berbasis riset, yang menggabungkan hasil penelitian sebelumnya dan yang dilakukan mereka sendiri, memungkinkan peserta didik untuk menghubungkan fenomena kehidupan nyata dan ilmu yang mendasarinya, yang pada akhirnya dapat memperdalam pemahaman dan meningkatkan minat peserta didik terhadap sains.

PhET tersedia dalam dua versi, yaitu offline dan online. PhET dapat diakses secara online melalui alamat <https://phet.colorado.edu>. Simulasi dan pemodelan PhET *Interactive Simulation* dikembangkan dengan menggunakan java, flash, ataupun html. Aplikasi ini dapat dijalankan baik pada sistem operasi windows, mac, dan linux.

Tujuan utama pengembangan PhET adalah untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam penemuan konsep sains sekaligus untuk meningkatkan hasil belajar mereka (Perkins dan Adam dalam Nurohman). PhET sebagai sebuah program simulasi komputer dirancang sedemikian rupa untuk membantu peserta didik terlibat dalam aktivitas sains melalui penyelidikan (*inquiry*) (Nurohman, 2017).

#### **4. Hasil Belajar Aspek Kognitif**

Hasil belajar peserta didik adalah kemampuan atau kompetensi yang dimiliki atau dikuasai peserta didik setelah ia memperoleh atau menerima pengalaman belajarnya (Miller dalam Widoyoko). Menurut Hamalik (dalam

Arifin) hasil belajar tampak sebagai terjadinya perubahan tingkah laku pada diri peserta didik yang dapat diamati dan diukur dalam perubahan kognitif (pengetahuan), afektif (sikap), dan psikomotor (keterampilan). Hasil belajar aspek kognitif (pengetahuan) mencakup kegiatan mental (otak). Bloom mengklasifikasikan aspek kognitif (pengetahuan) menjadi kemampuan intelektual berjenjang yang meliputi enam jenjang, yaitu pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), penerapan (*application*), analisis (*analysis*), sintesis (*syntesis*), dan evaluasi (*evaluation*). Keenam jenjang tersebut saling berkesinambungan (Endrayanto dan Harumurti, 2018).

Anderson merevisi aspek kognitif pada Taksonomi Bloom. Ranah pengetahuan diubah menjadi dimensi pengetahuan. Pada revisi taksonomi Bloom terdapat dua dimensi, yaitu dimensi proses kognitif dan dimensi pengetahuan. Dimensi kognitif menunjukkan keterampilan berpikir yang hendak dikembangkan dalam kegiatan pembelajaran. Dimensi proses kognitif mencakup kemampuan mengingat, memahami, mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan (Anderson, 2010).

Kemampuan mengingat menunjukkan kemampuan peserta didik memperoleh kembali pengetahuan yang relevan berdasarkan memori jangka panjang. Kemampuan ini mencakup proses berpikir yaitu mengenal kembali dan menghafal. Kemampuan memahami merupakan kemampuan merumuskan isi atau makna dari bahan/materi pembelajaran dan mengomunikasikan secara lisan, tulisan, maupun grafik atau diagram.



Kemampuan ini mencakup kemampuan menginterpretasikan, mengklasifikasikan, menyimpulkan, menduga, membandingkan, dan menjelaskan. Mengaplikasikan merupakan kemampuan menggunakan prosedur tertentu untuk menyelesaikan masalah atau situasi tertentu. kemampuan menerapkan terdiri dari kemampuan melakukan sesuatu (*executing*) dan mengimplementasikan (*implementing*).

Kemampuan menganalisis menekankan kemampuan memilih atau memecah suatu bahan/materi menjadi bagian-bagian atau unsur-unsur serta menentukan bagaimana bagian atau unsur tersebut saling terhubung secara keseluruhan. Kemampuan menganalisis meliputi kemampuan membedakan (*differenting*), mengorganisasi (*organizing*), dan memberikan simbol/nama (*attributing*). Mengevaluasi berarti kemampuan peserta didik melakukan *judgement* berdasarkan kriteria atau standar tertentu. Kemampuan mengevaluasi mencakup kemampuan memeriksa atau mengecek (*checking*) dan mengkritik (*criticizing*). Menciptakan diartikan sebagai meletakkan unsur (elemen) dalam satu kesatuan yang menyeluruh sehingga terbentuk dalam kesatuan yang koheren atau fungsional. Menciptakan merupakan generalisasi ide baru, hasil (produk), atau cara pandang baru dari suatu kejadian atau fenomena. Kemampuan menciptakan meliputi memahami masalah dengan melakukan generalisasi (*generating*), merancang atau merencanakan kegiatan (*planning*), dan melakukan apa yang sudah direncanakan sehingga dihasilkan hasil (produk) tertentu (*producing*).

## 5. Motivasi Belajar

Menurut Mc. Donald dalam Hamalik (2011), *motivation is an energy change within the person characterized by affective arousal and anticipatory goal reaction* (motivasi adalah perubahan energi dalam diri seseorang yang ditandai dengan timbulnya perasaan dan reaksi untuk mencapai tujuan). Motivasi merupakan suatu kondisi yang menyebabkan atau menimbulkan perilaku tertentu yang memberi arah dan ketahanan pada tingkah laku tertentu (Sugihartono dkk, 2013). Motivasi menurut Sardiman (2014) merupakan serangkaian usaha untuk menyediakan kondisi-kondisi tertentu, sehingga seseorang mau dan ingin melakukan sesuatu, dan bila ia tidak suka maka akan berusaha untuk meniadakan atau menolak perasaan tidak suka tersebut. Dari pengertian motivasi tersebut dapat disimpulkan bahwa motivasi adalah perubahan energi dalam diri seseorang sehingga timbul perasaan, reaksi, dan perbuatan dan usaha melakukan sesuatu untuk mencapai tujuan.

Motivasi berdasarkan sumber yang menimbulkannya dibedakan menjadi motivasi intrinsik dan motivasi ekstrinsik. Motivasi intrinsik adalah motivasi yang berasal dari diri individu tanpa adanya rangsangan dari luar. Motivasi eksternal merupakan motivasi yang berasal dari luar (Siregar dan Nara, 2011). Motivasi berfungsi untuk mengarahkan perbuatan seseorang untuk mencapai tujuan. Selain itu motivasi juga berfungsi sebagai penggerak yang akan menentukan cepat atau lambat seseorang bertindak untuk mencapai tujuan (Hamalik, 2011).

Dalam kegiatan belajar, motivasi dikatakan sebagai keseluruhan daya penggerak di dalam diri peserta didik yang menimbulkan kegiatan belajar, yang menjamin kelangsungan dari kegiatan belajar, dan yang memberikan arah pada kegiatan belajar sehingga tujuan yang diinginkan oleh peserta didik dapat tercapai. Motivasi memiliki dua peranan penting dalam belajar. Pertama, motivasi merupakan daya penggerak psikis dalam diri peserta didik yang menimbulkan kegiatan belajar, menjamin kelangsungan belajar demi mencapai tujuan. Kedua, motivasi memegang peranan penting dalam memberikan gairah, semangat dan rasa senang dalam belajar, sehingga peserta didik dengan motivasi belajar tinggi akan mempunyai banyak energi untuk melaksanakan kegiatan belajar (Siregar dan Nara, 2011).

Motivasi mendorong seseorang untuk melakukan suatu kegiatan/pekerjaan. Dalam belajar pun sangat diperlukan adanya motivasi. Menurut Sugihartono (2013) motivasi tinggi dapat ditemukan dalam perilaku peserta didik antara lain adanya kualitas keterlibatan peserta didik dalam belajar yang sangat tinggi, adanya perasaan dan keterlibatan afektif peserta didik yang tinggi dalam belajar, dan adanya upaya peserta didik untuk senantiasa memelihara atau menjaga agar senantiasa memiliki motivasi belajar tinggi.

Peserta didik yang mempunyai motivasi intrinsik akan memiliki tujuan menjadi orang yang terdidik, berpengetahuan, ahli dalam bidang studi tertentu. Peserta didik melakukan belajar karena ingin mendapatkan pengetahuan, nilai atau keterampilan agar dapat berubah tingkah lakunya

secara konstruktif, bukan karena ingin mendapatkan pujian atau ganjaran. Motivasi belajar tersebut timbul dari dalam diri peserta didik sendiri tanpa pengaruh dari luar (Sardiman, 2014).

Motivasi ekstrinsik berfungsi karena adanya perangsang dari luar. Peserta didik belajar tidak untuk mendapatkan pengetahuan melainkan dengan tujuan lain, seperti mendapatkan pujian, mendapatkan hadiah, atau untuk mendapatkan nilai yang baik. Faktor-faktor tersebut secara tidak langsung akan meningkatkan usaha peserta didik untuk belajar (Sardiman 2014).

Berdasarkan macam-macam motivasi, motivasi belajar yang akan diteliti berupa motivasi belajar instrinsik dan motivasi belajar ekstrinsik yang sesuai dengan ciri-ciri motivasi belajar menurut Uno (2015), yaitu adanya hasrat dan keinginan untuk berhasil, adanya dorongan dan kebutuhan dalam belajar, adanya harapan dan cita-cita masa depan, adanya penghargaan dalam belajar, adanya kegiatan yang menarik dalam pembelajaran, dan adanya lingkungan belajar yang kondusif.

Hasrat dan keinginan untuk berhasil dalam belajar pada umumnya disebut dengan motif berprestasi. Seseorang yang mempunyai motif berprestasi tinggi cenderung berusaha untuk menyelesaikan tugasnya secara tuntas. Dorongan untuk menyelesaikan tugas tersebut berasal dari upaya pribadi. Seseorang yang merasa takut untuk menghadapi kegagalan akan mendapatkan dorongan untuk berusaha sebaik mungkin untuk belajar. Cita-cita masa depan sangat penting bagi peserta didik. Dengan adanya cita-cita,

seseorang akan berusaha untuk meraihnya. Penghargaan terhadap perilaku baik atau pencapaian hasil belajar yang baik efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Peserta didik akan berusaha untuk mencapai hasil belajar yang tinggi agar bisa memperoleh penghargaan. Kegiatan pembelajaran yang menarik akan menarik perhatian peserta didik. Lingkungan belajar yang kondusif juga sangat diperlukan. Lingkungan yang kondusif memungkinkan peserta didik dapat belajar dengan baik.

Berdasarkan uraian di atas, indikator yang digunakan dalam penelitian untuk mengukur variabel motivasi belajar disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Indikator Motivasi Belajar

<b>Motivasi</b>	<b>Aspek</b>	<b>Indikator</b>
	Motivasi Instrinsik	Adanya hasrat dan keinginan untuk berhasil
		Adanya dorongan dan kebutuhan untuk belajar
		Adanya harapan dan cita-cita masa depan
	Motivasi eksternal	Adanya penghargaan dalam belajar
		Adanya kegiatan yang menarik dalam belajar
		Adanya lingkungan belajar yang kondusif

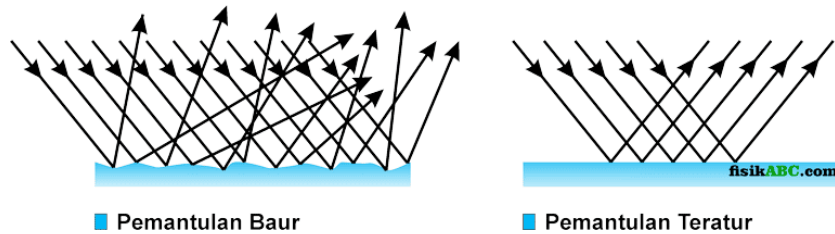
## 6. Materi Pembelajaran Alat Optik

### a. Pemantulan

#### 1) Definisi Pemantulan

Pemantulan adalah pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas cahaya ketika bertemu dengan bidang batas antara dua medium. Jika batas antara dua medium cukup teratur (misalnya cermin atau kaca), akan terjadi pemantulan teratur. Jika batas antara

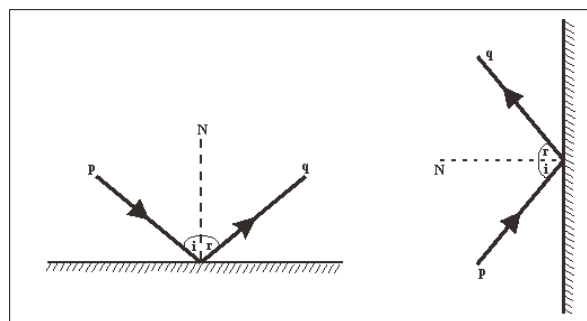
dua medium tidak teratur, akan terjadi pemantulan terhambur (pemantulan baur).



Sumber : [www.fisikabc.com](http://www.fisikabc.com)

Gambar 1. Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur

Pemantulan cahaya pada permukaan teratur pertama kali diamati oleh **Willbrod Snellius** dan dikenal sebagai hukum Snellius. Sinar yang berasal dari sumber cahaya disebut sinar datang, sinar yang dipantulkan oleh bidang pantul disebut sinar pantul, dan garis yang tegak lurus dengan bidang pantul disebut garis normal.



Gambar 2. Hukum Pemantulan

Hukum pemantulan menyatakan

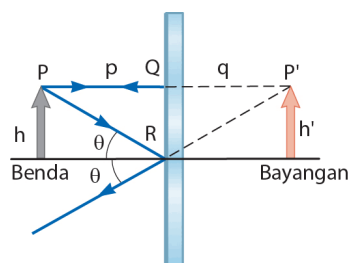
- Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terhadap bidang batas pemantul pada titik jatuh, semuanya terletak dalam satu bidang datar.
- Sudut datang ( $\theta_d$ ) sama dengan sudut pantul ( $\theta_p$ ).

$$\theta_d = \theta_p$$

Benda maupun bayangan dapat terletak tegak ke bawah atau tegak ke atas sumbu suatu bidang lengkung sferik. Untuk jarak benda ( $s$ ), jarak bayangan ( $s'$ ), tinggi benda ( $h$ ), tinggi bayangan ( $h'$ ), jari-jari kelengkungan bidang lengkung ( $R$ ) ditentukan perjanjian sebagai berikut.

- a) Semua jarak diukur dari permukaan pemantul atau pembias ke titik yang bersangkutan.
  - b) Jarak benda ( $s$ ) bernilai positif, jika arah pengukuran benda berlawanan dengan arah sinar datang.
  - c) Jarak bayangan ( $s'$ ) bernilai positif, jika arah pengukuran sama dengan arah sinar pantul atau sinar bias.
  - d) Jari-jari kelengkungan ( $R$ ) bernilai positif jika pengukuran sama dengan arah sinar pantul atau sinar bias.
  - e) Benda atau bayangan bernilai positif, jika tegak ke atas sumbu suatu bidang legkung sferik.
- 2) Pembentukan Bayangan akibat Pemantulan

- a) Cermin Datar



sumber : [www.myrighspot.com](http://www.myrighspot.com)

Gambar 3. Pembentukan bayangan pada cermin datar

Bayangan yang terbentuk pada cermin datar merupakan perpotongan dari perpanjangan sinar-sinar pantulnya. Bayangan

yang terbentuk dengan cara tersebut dinamakan bayangan maya. Jarak benda dan jarak bayangan yang terbentuk pada cermin datar sama besar sehingga berlaku

$$s' = s$$

Dua buah cermin datar yang disusun sehingga membentuk sudut apit tertentu, jumlah bayangan yang terbentuk dapat diketahui dengan persamaan

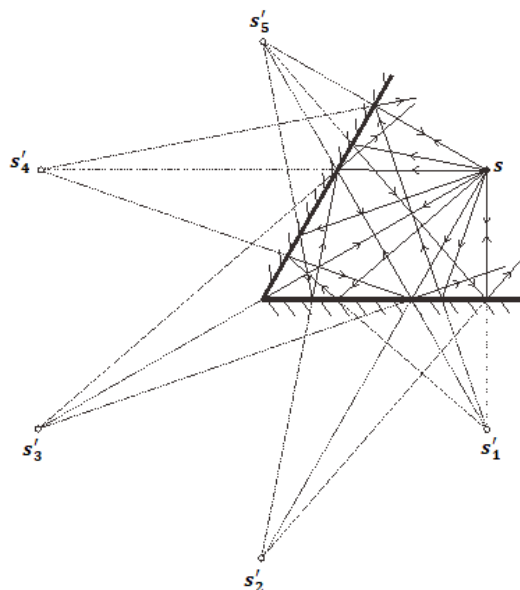
$$n = \frac{360}{\alpha} - m$$

dengan :

$n$  = jumlah bayangan

$\alpha$  = sudut di antara dua cermin

$$m = \begin{cases} 1, & \text{jika } \frac{360}{\alpha} \text{ bernilai genap} \\ 0, & \text{jika } \frac{360}{\alpha} \text{ bernilai ganjil} \end{cases}$$



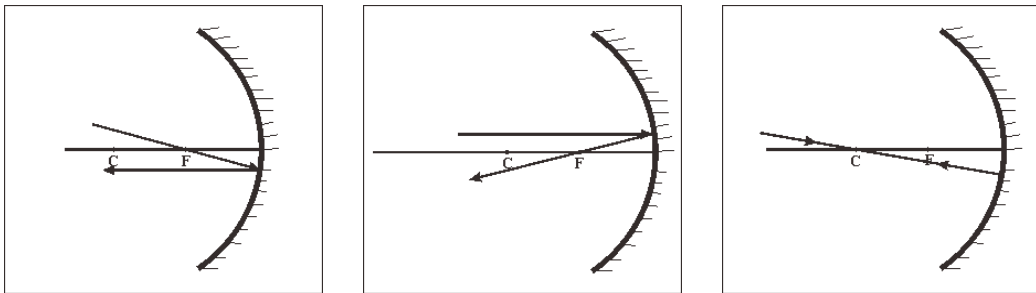
Gambar 4. Lukisan Bayangan Benda dari Dua Buah Cermin Datar yang Disusun Membentuk Sudut  $60^\circ$



b) Cermin Cekung

Cermin cekung disebut juga *cermin konkaf* atau *cermin positif*.

Sifat pemantulan pada cermin cekung adalah sinar yang datang melalui titik fokus ( $F$ ) dipantulkan sejajar dengan sumbu utama, sinar yang datang sejajar sumbu utama dipantulkan melalui titik fokus, dan sinar yang datang melalui pusat kelengkungan (titik  $C$ ) dipantulkan kembali melalui pusat kelengkungan.



Gambar 5. Sifat Pemantulan pada Cermin Cekung

Hubungan antara jarak benda dan posisi bayangan yang terbentuk oleh cermin cekung dapat dituliskan sebagai berikut

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

dengan

$s$  = jarak benda

$f$  = jarak fokus cermin

$s'$  = jarak bayangan

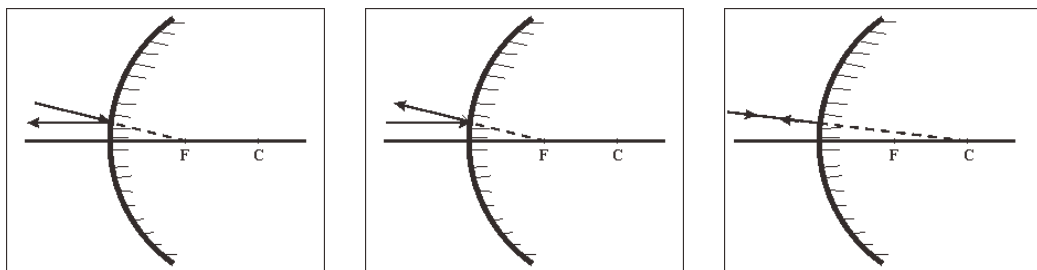
Nilai  $f$  untuk cermin cekung bernilai positif. Persamaan untuk perbesaran mutlak dapat dituliskan sebagai berikut

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

Perbesaran bernilai negatif jika bayangan terbalik dan bernilai positif jika bayangan tegak.

c) Cermin Cembung

Cermin cembung disebut juga *cermin konveks* atau *cermin negatif*. Sifat pemantulan pada cermin cembung adalah sinar yang datang dan menuju ke titik fokus ( $F$ ) dipantulkan sejajar sumbu utama, sinar yang datang sejajar sumbu utama dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus, dan sinar yang datang menuju pusat kelengkungan (titik  $C$ ) dipantulkan kembali seolah-olah berasal dari pusat kelengkungan.



Gambar 6. Sifat Pemantulan pada Cermin Cekung

Nilai  $f$  untuk cermin cembung bernilai negatif. Persamaan untuk perbesaran mutlak dapat dituliskan sebagai berikut

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

Karena pada cermin cembung nilai  $s'$  selalu negatif, bayangan yang dihasilkan selalu tegak.

## b. Pembiasan

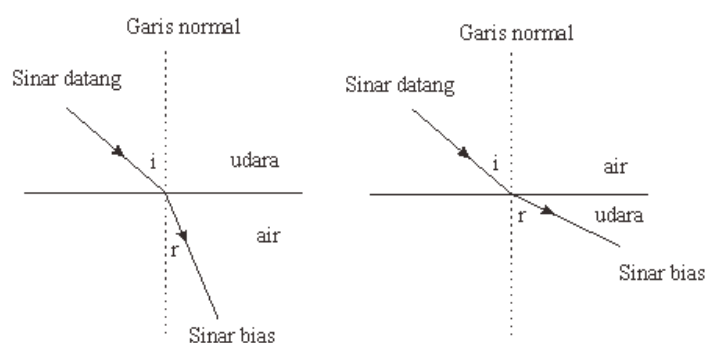
### 1) Definisi Pembiasan

Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada saat melintas dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada gejala pembiasan sinar bias merambat dalam medium yang berbeda. Pada pembiasan terjadi perubahan perambatan cahaya dan sudut dari arah perubahan ini disebut sebagai sudut bias  $\theta_b$ .

Pesamaan untuk menghitung sudut bias sebagai berikut

$$\frac{\sin \theta_d}{\sin \theta_b} = n_{21}$$

dengan  $n_{21}$  merupakan perbandingan indeks bias medium 2 terhadap medium 1. Persamaan tersebut dikenal sebagai hukum Snellius untuk pembiasan karena didapatkan pertama kali oleh W. Snell. Hukum Snellius merupakan salah satu hukum pembiasan. Hukum pembiasan yang lain adalah sinar datang, sinar pantul, dan garis normal pada titik jatuh berada pada satu bidang datar.



Gambar 7. Hukum Snellius tentang Pembiasan

Jika cahaya datang dari medium yang lebih renggang (indeks bias kecil) ke medium yang lebih rapat (indeks bias besar), cahaya akan

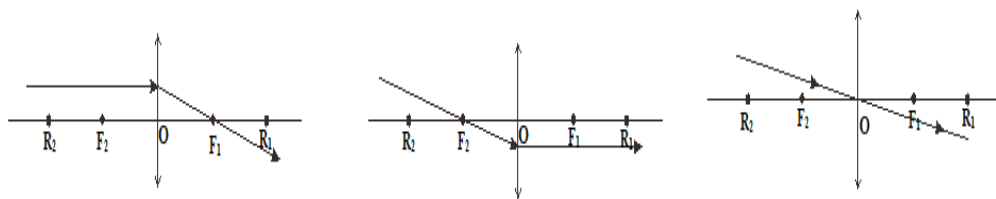
dibiaskan mendekati garis normal. Sebaliknya, jika cahaya datang dari medium yang lebih rapat ke medium yang lebih renggang, cahaya akan dibiaskan ke arah menjauhi garis normal.

## 2) Pembentukan Bayangan akibat Pembiasan

### a) Lensa Cembung

Lensa cembung disebut juga lensa *konveks* atau lensa *positif*.

Lensa cembung merupakan lensa konvergen, yaitu lensa yang bersifat mengumpulkan berkas sinar sejajar. Sinar istimewa untuk lensa cembung yaitu sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan menuju titik fokus pertama, sinar datang melalui titik fokus kedua dibiaskan sejajar dengan sumbu utama, dan sinar datang melalui pusat lensa (di titik *O*) diteruskan.



Gambar 8. Sinar Istimewa pada Lensa Cembung

Bayangan nyata terletak di sisi lain dari benda dan selalu terbalik.

Bayangan maya selalu tegak dan terletak sepihak dengan benda.

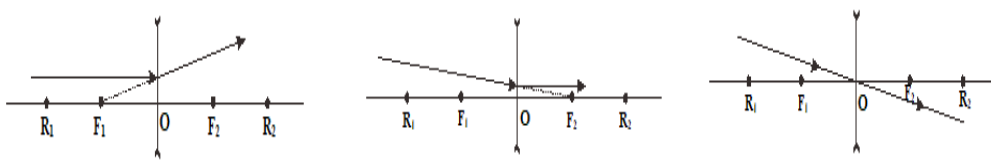
Perbesaran lateral yang dihasilkan lensa cembung adalah

$$M = -\frac{s'}{s}$$

### b) Lensa Cekung

Lensa cekung disebut juga lensa konkaf atau lensa negatif. Lensa cekung merupakan lensa divergen, yaitu lensa yang bersifat

memencarkan berkas sinar sejajar. Sinar istimewa untuk lensa cekung yaitu sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah-olah berasal dari titik fokus pertama, sinar datang menuju titik fokus kedua dibiaskan sejajar dengan sumbu utama, dan sinar datang melalui pusat lensa (di titik  $O$ ) diteruskan.



Gambar 9. Sinar Istimewa pada Lensa Cekung

Dengan jarak benda berapapun, bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung merupakan bayangan maya, diperkecil, dan tegak.

Perbesaran lateral yang dihasilkan lensa cekung adalah

$$M = -\frac{s'}{s}$$

### 3) Kuat Lensa

Kuat lensa merupakan kemampuan untuk mengumpulkan atau memencarkan sinar. Kuat lensa adalah besaran yang kuantitasnya berbanding terbalik terhadap jarak focus dalam satuan meter.

$$P = \frac{1}{f}$$

Satuan kuat lensa ( $P$ ) adalah dioptri. Satu dioptri sama dengan satu  $\text{m}^{-1}$ .

### c. Alat Optik

#### 1) Mata

Mata terdiri dari tiga organ utama, yaitu bola mata, lensa mata, dan retina. Bola mata adalah tempat bagi lensa mata dan retina. Lensa mata berfungsi membiaskan sinar agar terbentuk bayangan yang tajam retina, dari benda yang dilihat. Retina merupakan sensor yang menangkap bayangan nyata yang dibentuk oleh lensa mata dan meneruskannya ke otak. Lensa mata mempunyai kemampuan berakomodasi. Daya akomodasi mata adalah kemampuan lensa mata untuk mengatur jarak titik api dengan mencembung dan memipih. Titik jauh mata untuk mata normal adalah di tak terhingga. Titik dekat mata untuk mata normal adalah 25 cm sampai 30 cm.

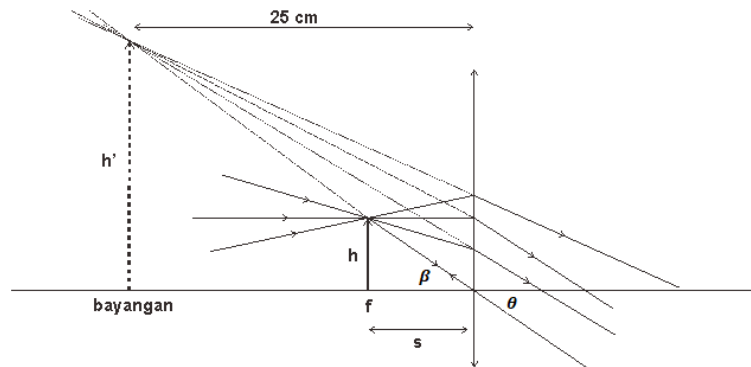
#### 2) Lup (Kaca Pembesar)

Lup atau kaca pembesar merupakan lensa positif.

##### a) Pengamatan dengan mata berakomodasi

Pada pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum, mata melihat bayangan maya pada titik dekat mata ( $S_n$ ). Untuk lup berlaku

$$s' = -S_n$$



Gambar 10. Pembentukan Bayangan pada Lup

Perbesaran sudut lihat untuk mata berakomodasi dapat ditulis

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + 1$$

b) Pengamatan dengan mata tak berakomodasi

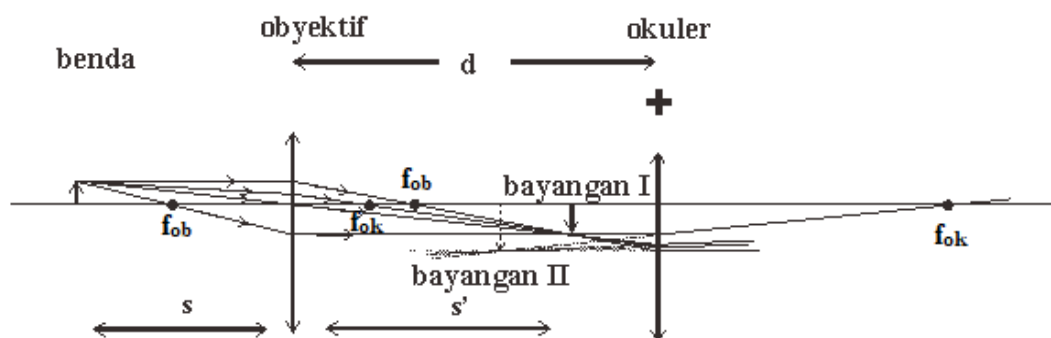
Pada pengamatan menggunakan lup tanpa berakomodasi, benda diletakkan pada focus ( $f$ ) lup. Perbesaran sudut lihat ( $\gamma$ ) dapat dituliskan

$$\gamma = \frac{S_n}{f}$$

3) Mikroskop

Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif.

a) Pengamatan dengan mata berakomodasi



Gambar 11. Pembentukan Bayangan pada Mikroskop

Perbesaran linier untuk mata berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut

$$M = \left( \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right) \left( \frac{s_n}{s_{ok}} \right) = \left( \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right) \left( \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right)$$

Jarak antara lensa objektif dengan lensa okuler disebut panjang tubus mikroskop. Panjang tubus mikroskop untuk mata berakomodasi adalah

$$d = s'_{ob} + s_{ok}$$

b) Pengamatan dengan mata tak berakomodasi

Perbesaran linier untuk mata tak berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut

$$M = \left( \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \right) \left( \frac{s_n}{f_{ok}} \right)$$

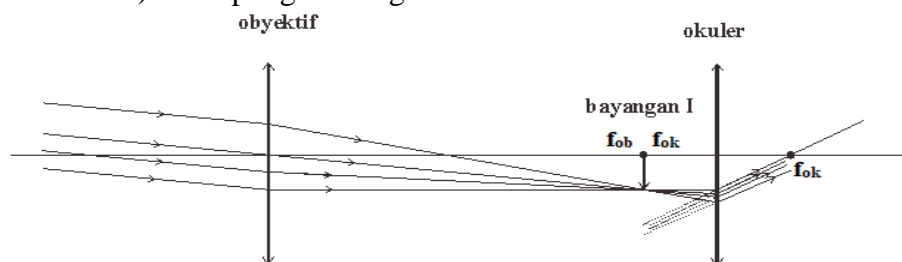
Panjang tubus mikroskop untuk mata tak berakomodasi adalah

$$d = s'_{ob} + f_{ok}$$

4) Teropong

Teropong merupakan alat untuk melihat benda-benda jauh agar tampak jelas. Terdapat beberapa jenis teropong, antara lain sebagai berikut.

a) Teropong Bintang



Gambar 12. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bintang



Teropong bintang atau teleskop digunakan untuk mengamati benda-benda langit. Pada teropong bintang terdapat dua lensa positif (lensa objektif dan lensa okuler). Karena benda yang diamati jauh sekali maka berkas sinar yang datang pada lensa objektif berupa sinar sejajar, sehingga terbentuk bayangan nyata pada titik fokus lensa objektif. Pengamatan bintang-bintang dilakukan dengan pengamatan mata tak berakomodasi. Titik fokus lensa objektif berimpit dengan fokus lensa okuler.

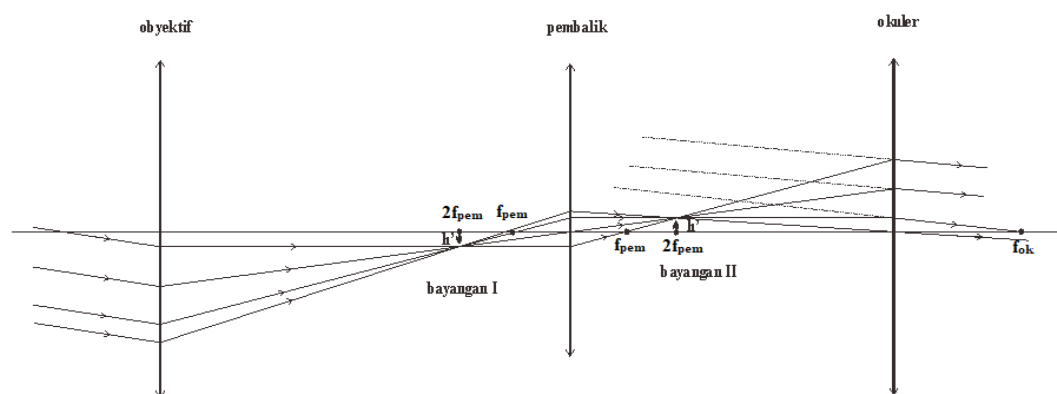
Perbesaran sudut teropong

$$\gamma = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{h/f_{ok}}{h/f_{ob}} = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Panjang teropong

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

#### b) Teropong Bumi



Gambar 13. Pembentukan Bayangan pada Teropong Bumi

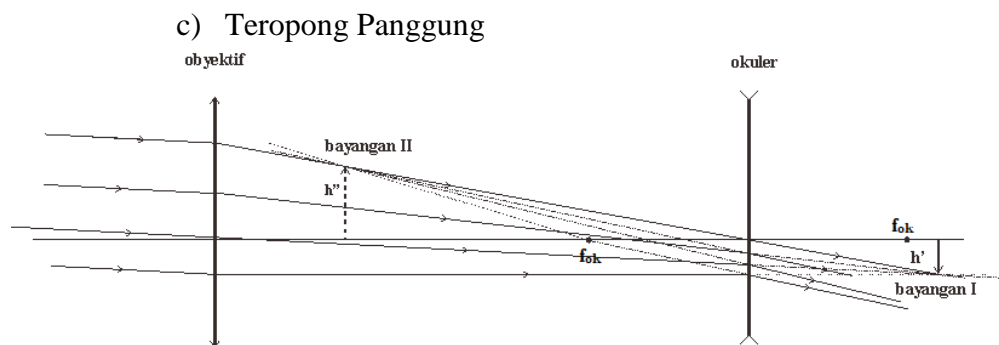
Pada teropong bumi, di antara lensa objektif dan lensa okuler diletakkan lensa positif. Lensa ini disebut lensa pembalik.

Bayangan yang terbentuk lensa objektif diletakkan pada jarak  $2f_p$  dari lensa pembalik. Panjang teropong adalah

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

Perbesaran sudut teropong bumi dirumuskan:

$$\gamma = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$



Gambar 14. Pembentukan Bayangan pada Teropong Panggung

Untuk memperpendek panjang teropong bumi, pembalikan bayangan dapat dilakukan oleh lensa sebagai okuler. Susunan semacam ini dinamakan teropong panggung atau teropong Galilei. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif merupakan benda maya bagi lensa okuler. Untuk mata yang tidak berakomodasi panjang teropong dirumuskan:

$$d = f_{ob} - f_{ok}$$

Perbesaran sudut teropong panggung dapat dihitung dengan persamaan

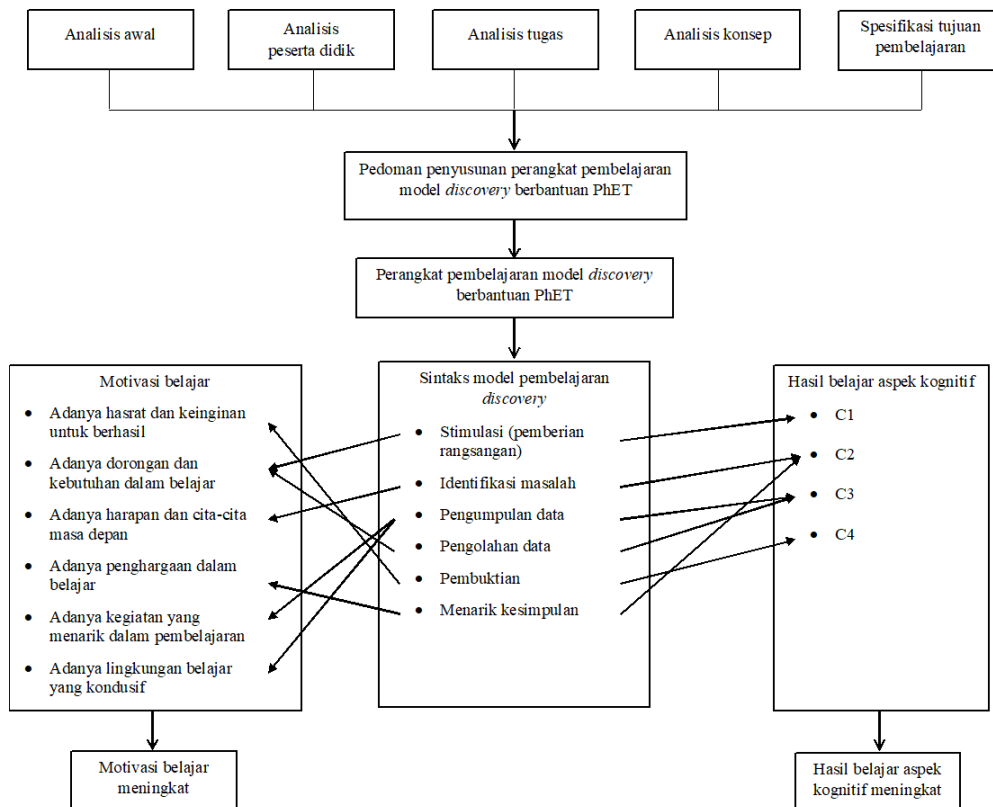
$$\gamma = \left| \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \right|$$

## B. Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan Ulfaturrena Nur Labibah (2018) menunjukkan bahwa model pembelajaran simulasi menggunakan media PhET dalam pembelajaran fisika memberi sumbangan efektif 41,1% untuk meningkatkan keaktifan peserta didik dan 48,1% untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif peserta didik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model simulasi menggunakan media PhET dalam pembelajaran fisika efektif untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.
2. Penelitian yang dilakukan Retna Wuryaningsih dan Suharno (2014) menunjukkan peningkatan hasil belajar peserta didik yang ditunjukkan dengan perbedaan hasil *pre-test* dan *post-test* yaitu: skor rata-rata *pre-test* 18,44 standar deviasi 3,01, skor rata-rata *post-test* 21,37 dengan standar deviasi 2,39. Skor rata-rata Gain 2,93 dengan standar deviasi 1,92, skor rata-rata nilai Gain 0,46 dengan standar deviasi 0,22 dengan rata-rata nilai *pre-test* 7,35 dan rata-rata nilai *post-test* 8,55.
3. Penelitian yang dilakukan Lisa Andriani Safitri, Muhammad Nasir, dan Syahril (2017) menunjukkan motivasi akhir peserta didik pada kelas eksperimen berada pada kategori tinggi dengan rata-rata peningkatan motivasi sebesar 5,13, sedangkan kelas kontrol berada pada kategori rendah yaitu sebesar 3,24. Dengan demikian dapat disimpulkan penerapan pendekatan kontekstual menggunakan media simulasi virtual PhET dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik di SMAN 10 Pekanbaru.

4. Penelitian yang dilakukan Rexi Agusmin, Nirwana, dan Nyoman Rohadi menunjukkan motivasi belajar siswa sebelum mengikuti pembelajaran berada pada kategori rendah dengan skor rata-rata yaitu 44,15 dan pada saat setelah mengikuti proses pembelajaran skor rata-rata motivasi belajar peserta didik meningkat menjadi 65,15 yang berada pada kategori tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan PhET dapat meningkatkan motivasi belajar.

### C. Kerangka Berpikir



Gambar 15. Kerangka Berpikir

Metode dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran sangat berpengaruh terhadap minat peserta didik untuk

mengikuti pembelajaran. Untuk itu, guru perlu memilih metode dan media yang tepat sehingga dapat meningkatkan minat peserta didik dalam mengikuti pembelajaran. Minat peserta didik akan mempengaruhi motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

Metode ceramah yang sering digunakan oleh guru menyebabkan peserta didik menjadi pasif dalam proses pembelajaran. Hal ini menyebabkan peserta didik menjadi kurang termotivasi untuk belajar fisika yang akan mempengaruhi hasil belajar aspek kognitif peserta didik. Oleh karena itu, diperlukan perangkat pembelajaran yang dapat meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan PhET yang disusun berdasarkan hasil analisis awal, analisis peserta didik, analisis tugas, analisis konsep, dan spesifikasi tujuan pembelajaran layak digunakan dalam pembelajaran di kelas. Perangkat pembelajaran tersebut meliputi RPP (Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran), LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) dan handout.

Pembelajaran fisika menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan PhET membantu peserta didik terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Peserta didik akan memahami materi pelajaran dengan cara menemukan konsep-konsep materi melalui simulasi. Peserta didik yang terlibat aktif dalam proses pembelajaran dan memahami materi yang diajarkan akan lebih semangat dan termotivasi untuk belajar fisika. Peningkatan semangat dan

motivasi belajar fisika juga akan meningkatkan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

#### **D. Pertanyaan Peneliti**

1. Bagaimana hasil analisis simpangan baku ideal perangkat pembelajaran yang dikembangkan berdasarkan penilaian ahli dan praktisi?
2. Bagaimana respon peserta didik pada uji empiris terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan?
3. Bagaimana nilai gain peningkatan motivasi belajar peserta didik?
4. Bagaimana nilai gain peningkatan hasil belajar aspek kognitif peserta didik?

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dengan model 4-D (*Four D Models*). Model 4-D diadaptasi dari model 4D oleh Thiagarajan dan Semmel (1974). Model ini terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*). Pada penelitian ini produk yang dikembangkan adalah perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET) yang diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dan motivasi belajar peserta didik.

Tahapan-tahapan pengembangan menggunakan *4-D Models* diuraikan sebagai berikut.

##### **1. Tahap Pendefinisian (*Define*)**

###### **a. Analisis awal**

Analisis awal digunakan untuk menentukan pemasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran fisika. Masalah yang dihadapi meliputi kurikulum dan permasalahan lapangan sehingga dibutuhkan pengembangan perangkat pembelajaran.

###### **b. Analisis peserta didik**

Analisis peserta didik yaitu analisis tentang karakteristik peserta didik yang meliputi kemampuan dan perkembangan kognitif.

c. Analisis tugas

Analisis tugas bertujuan untuk menentukan substansi isi dalam satuan pembelajaran dengan merinci tugas isi materi ajar. Pada analisis tugas dilakukan analisis Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) kemudian menjabarkan indikator pencapaian kompetensi.

d. Analisis konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menjabarkan fakta-fakta serta mengidentifikasi konsep-konsep yang terkait dengan materi pokok. Konsep tersebut disusun secara sistematis kemudian dicantumkan dalam media pembelajaran.

e. Spesifikasi tujuan pembelajaran

Spesifikasi tujuan pembelajaran yaitu perumusan tujuan pembelajaran didasarkan pada KI dan KD yang tercantum dalam kurikulum tentang suatu konsep materi.

Hasil dari tahap pendefinisian (*define*) ini adalah pedoman penyusunan produk (perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan PhET).

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang perangkat pembelajaran sesuai dengan hasil spesifikasi tujuan pembelajaran pada tahap *define*.

Tahap rancangan dalam penelitian ini difokuskan pada perancangan desain awal produk berupa perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET). Perangkat pembelajaran terdiri dari RPP, LKPD, LDPD, dan Handout. Selain itu pada tahap ini juga



dirancang instrumen pengambilan data yang terdiri dari instrumen penilaian hasil belajar aspek kognitif, lembar angket motivasi belajar, lembar validasi perangkat dan instrumen, lembar angket respon peserta didik terhadap produk, serta lembar observasi keterlaksanaan RPP.

a. Pemilihan Media Pembelajaran

Tujuan pemilihan media pembelajaran yaitu menyesuaikan media dengan materi dan menentukan media yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Media yang digunakan adalah simulasi PhET, LKPD berbasis *discovery learning*, handout, dan media penunjang seperti LDPD.

b. Pemilihan Format Bahan Ajar

Format bahan ajar yang digunakan disesuaikan dengan model pembelajaran *discovery learning*. Format ini digunakan sebagai acuan dalam pembuatan rancangan awal RPP dan LKPD.

c. Perancangan Awal Perangkat Pembelajaran

*Draft* awal perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET) terdiri dari RPP, LKPD, dan handout.

d. Instrumen Pengambilan Data

Instrumen pengambilan data digunakan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik dan sebagai alat evaluasi setelah implementasi kegiatan. Instrumen yang akan digunakan terlebih dahulu dinilai dan divalidasi oleh validator.

Hasil dari tahap perancangan (*design*) adalah draft awal produk (perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan PhET).

### 3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan (*develop*) ini bertujuan untuk menghasilkan RPP, LKPD, dan Handout yang sudah direvisi berdasarkan komentar, saran, dan penilaian dari validator, uji coba terbatas, dan uji coba operasional.

#### a. Validasi

Validasi dilakukan oleh validator ahli dan validator praktisi. Validator ahli yaitu dosen Pendidikan Fisika FMIPA UNY dan validator praktisi yaitu guru fisika SMA Negeri 1 Depok. Hasil validasi berupa komentar, masukan, dan saran yang digunakan untuk memperbaiki draft awal perangkat pembelajaran dan instrumen pengumpulan data. Hasil perbaikan (revisi) dari draft awal selanjutnya diuji coba kepada peserta didik.

#### b. Uji Coba

Produk dari hasil yang telah direvisi berdasarkan masukan dari validator selanjutnya diuji coba kepada peserta didik. Uji coba pada penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu uji coba terbatas dan uji coba luas. Uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui respon dan tanggapan peserta didik terhadap produk hasil revisi I. Respon tersebut digunakan untuk memperbaiki produk revisi I sehingga dapat digunakan pada uji coba luas.

Produk hasil revisi II siap digunakan pada uji coba luas. Data yang diperoleh dari uji coba luas adalah data hasil belajar aspek kognitif, motivasi belajar peserta didik, respon peserta didik terhadap produk, dan keterlaksanaan pembelajaran. Uji coba luas dilakukan dengan metode *quasi experiment*. Skema penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Skema Penelitian

Variabel Bebas Variabel Terikat	Perlakuan	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Y <sub>1</sub>		
Y <sub>2</sub>		

Keterangan:

X<sub>1</sub> = pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan (model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET))

X<sub>2</sub> = pembelajaran dengan perangkat pembelajaran konvensional (yang biasa digunakan di sekolah)

Y<sub>1</sub> = skor motivasi belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol

Y<sub>2</sub> = hasil belajar aspek kognitif kelas eksperimen dan kelas kontrol

Validitas internal merupakan upaya peneliti untuk melokalisasi perlakuan terhadap subyek agar penelitian terfokus pada pengaruh perlakuan bukan akibat yang lain. Validitas internal yang perlu mendapatkan perhatian antara lain *history*, *maturation*, *testing*, *instrumentation*, *statistical regression*, *selection bias*, *experiment*

*effect*, dan *mortality*. *History* atau kondisi tertentu diluar perlakuan yang dapat mempengaruhi variabel terikat. Hal ini diatasi dengan memilih kelas kontrol dan kelas eksperimen. *Maturation* atau pendewasaan berkaitan dengan selang waktu perlakuan. Perubahan biologis dan psikologis yang terjadi pada peserta didik yang diteliti akan mempengaruhi hasil penelitian. *Testing* atau pemberian soal tes yang sudah pernah dilakukan kepada peserta didik yang diteliti dapat mempengaruhi hasil belajar. *Testing* diatasi dengan adanya jeda waktu dalam pelaksanaan *pretest* dan *posttest*. *Instrumentation* berkaitan dengan adanya perubahan instrumen yang meliputi tipe pengukuran, tingkat kesulitan, cara menskor, cara menjawab, dan sebagainya sehingga dalam penelitian memanfaatkan butir soal yang sama pada soal *pretest* dan *posttest* untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. *Statistical regression* atau regresi statistik dapat mengakibatkan kesalahan simpulan yang diambil apabila kelompok dipilih berdasarkan skor yang ekstrim. *Selection bias* terjadi ketika pemilihan kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak berimbang sebelum diberi perlakuan. Hal tersebut dapat diatasi dengan memilih kelas kontrol dan kelas eksperimen secara acak. *Experiment effect* terjadi ketika kelas eksperimen dan kelas kontrol diasumsikan sebanding, namun kelas eksperimen mengalami pematangan (*maturation*) akibat adanya perlakuan. *Mortality* atau subyek yang hilang selama perlakuan diatasi dengan mengambil subyek yang cukup dan memberikan harapan

bahwa subyek yang diteliti agar tetap hadir selama perlakuan berlangsung.

Validitas eksternal mengacu pada ketepatan hasil penelitian ketika akan diterapkan pada situasi yang berbeda. Hal yang perlu diperhatikan pada validitas eksternal antara lain *multiple treatment interaction*, *pretest treatment*, *selection treatment*, *experimenter effect*, dan *reactive arrangement*. *Multiple treatment interaction* atau perlakuan yang berulang terjadi ketika subyek yang sama mendapatkan perlakuan lebih dari satu perlakuan. Hal tersebut diatasi dengan memberikan satu perlakuan pada satu kelompok. *Pretest treatment* merupakan efek dari tes awal terhadap perilaku subyek yang diteliti. *Selection treatment* terjadi apabila karakteristik subyek yang diteliti berbeda dengan karakteristik populasinya. *Experimenter effect* terjadi apabila terdapat ketidaksengajaan pengaruh yang diberikan oleh peneliti selama pengumpulan data penelitian. *Reactive arrangement* berkaitan dengan sikap subyek ketika menjadi subyek penelitian.

Hasil dari tahap pengembangan (*develop*) adalah produk akhir.

#### 4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Produk yang telah diuji coba luas direvisi berdasarkan respon dan tanggapan yang diperoleh dari peserta didik. Selanjutnya produk tersebut dapat disebarluaskan sehingga dapat digunakan pada lingkup yang lebih luas.

## **B. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2018/2019 bulan Februari - Mei 2019 di SMA Negeri 1 Depok. Uji coba terbatas dilaksanakan pada 16 April 2019. Uji coba luas dilaksanakan pada 22 April sampai 10 Mei 2019.

## **C. Subyek Penelitian**

Subyek penelitian pengembangan perangkat pembelajaran ini adalah peserta didik kelas XI SMA N 1 Depok. Penelitian ini menggunakan dua kelas untuk uji coba produk yang dikembangkan. Pemilihan subyek tidak dilakukan secara acak, dikarenakan peneliti hanya diberi dua kelas untuk uji coba luas. Subyek dipilih dengan cara undian, satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen merupakan kelas yang menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan PhET sedangkan kelas kontrol menggunakan perangkat pembelajaran konvensional. Kelas eksperimen dalam penelitian ini adalah kelas XI MIPA 3 dan kelas XI MIPA 4 sebagai kelas kontrol.

## **D. Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ada dua, yaitu instrumen perangkat pembelajaran dan instrumen pengambilan data.

### **1. Instrumen Perangkat Pembelajaran**

#### **a. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**

RPP adalah instrumen yang digunakan sebagai pedoman dalam melaksanakan pembelajaran di kelas. RPP dijabarkan dari silabus untuk

mengarahkan kegiatan belajar peserta didik untuk mencapai KD (Unesa, 2013). RPP yang disusun dalam penelitian ini menggunakan model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET). RPP yang disusun berbasis *discovery learning*.

**b. Lembar kerja Peserta Didik (LKPD)**

LKPD digunakan untuk membimbing peserta didik dalam melakukan kegiatan pembelajaran. LKPD dapat berupa panduan untuk pelatihan latihan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen atau demonstrasi. LKPD yang digunakan berbasis *discovery learning*.

**c. Handout**

Handout merupakan merupakan bahan ajar atau media pembelajaran yang digunakan guru untuk menyampaikan informasi atau materi pembelajaran kepada peserta didik secara ringkas. Handout yang akan dikembangkan adalah handout dengan materi Alat Optik.

**2. Instrumen Pengambilan Data**

**a. Lembar Validasi Perangkat Pembelajaran**

Lembar validasi digunakan untuk penilaian perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh validator. Penilaian dilakukan oleh dosen dan guru. Saran dan masukan yang diberikan oleh validator akan digunakan untuk memperbaiki perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini.

### **b. Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP**

Lembar observasi digunakan untuk mengamati kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan RPP dan untuk mengetahui kualitas perangkat pembelajaran ditinjau dari penggunaan perangkat pembelajaran di kelas. Lembar observasi ini juga digunakan sebagai bahan untuk menilai kepraktisan perangkat yang dikembangkan dan evaluasi serta revisi produk yang dikembangkan.

### **c. Lembar Penilaian Hasil Belajar Aspek Kognitif**

Lembar penilaian ini digunakan untuk mendapatkan hasil belajar aspek kognitif peserta didik pada materi Alat Optik. Lembar penilaian yang digunakan adalah *pretest* dan *post-test*. Soal yang digunakan untuk *pretest-posttest* adalah sama untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil validasi lembar soal *pretest-posttest* dianalisis menggunakan analisis *Aiken's V*. Analisis *Aiken's V* hanya digunakan untuk menilai validitas isi soal *pretest-posttest*. Statistika *Aiken's V* dirumuskan sebagai:

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

Keterangan:

$$s = r - l_0$$

$l_0$  = angka penilaian validitas yang terendah

$c$  = angka penilaian validitas tertinggi

$r$  = angka yang diberikan penilai

$n$  = jumlah penilai



Hasil perhitungan nilai V dikategorikan berdasarkan kriteria validitas isi pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Validitas Isi

Nilai V	Kategori
0,8 – 1,00	Sangat Tinggi
0,6 – 0,799	Tinggi
0,4 – 0,699	Cukup
0,2 – 0,399	Rendah
< 0,2	Sangat Rendah

(Azwar, 2012)

Validitas empiris butir soal *pretest-posttest* berupa tingkat kesukaran, daya pembeda, dan reliabilitas dianalisis menggunakan ITEMAN. Kriteria tingkat kesukaran butir soal menurut Sundayana (2015) ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Kategori Tingkat Kesukaran Butir Soal

Skor	Kategori
0,71 – 1,00	Mudah
0,31 – 0,70	Sedang
0,00 – 0,30	Sukar

Tingkat kesukaran 0,00 butir soal terlalu mudah dan tingkat kesukaran 1,00 butir soal terlalu mudah. Kriteria daya pembeda menurut Allen dan Yen dalam Setyawarno disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Kategori Daya Pembeda

Skor	Kategori
0,40 – 1,00	Sangat Baik
0,30 – 0,39	Baik
0,20 – 0,29	Cukup baik
0,00 – 0,19	Tidak Baik

Jika skor daya pembeda negatif, maka butir soal tersebut sangat buruk dan harus dibuang. Nilai reliabilitas soal *pretest-posttest* dilihat melalui koefisien *Alpha Cronbach*. Rumus *Alpha Cronbach* sebagai berikut

$$r_{ii} = \left( \frac{k}{(k-1)} \right) \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{\sum s_t^2} \right)$$

dengan:

k = jumlah butir pada tes

$s_i^2$  = varians butir pada tes

$s_t^2$  = varians tes total

(Azwar, 2017)

Kriteria reliabilitas alpha disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Kriteria Reliabilitas Alpha

Skor	Kriteria
$r \leq 0,20$	Sangat rendah
$0,20 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r \leq 0,60$	Sedang
$0,60 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r \leq 1,00$	Sangat Tinggi

Tabel 7. Kisi-Kisi Soal Pretest-posttest

No	Indikator Soal	Sebaran Butir Soal			
		C1	C2	C3	C4
1	Menentukan arah sinar pantul		1		
2	Menghitung besar sudut bias			2	
3	Menganalisis indeks bias suatu medium				3, 4
4	Menentukan pembentukan bayangan pada cermin datar		5		
5	Menghitung jumlah bayangan yang terbentuk			6	
6	Menggambarkan sifat pemantulan pada cermin			7	
7	Menganalisis sifat bayangan yang terbentuk				8
8	Mengetahui sifat pemantulan pada cermin cekung	9			
9	Menggambarkan sinar istimewa pada lensa			10	
10	Menganalisis letak bayangan yang terbentuk pada lensa cekung				11
11	Menganalisis sifat bayangan yang terbentuk				12
12	Menghitung kuat lensa untuk kacamata			13	
13	Mengetahui ciri-ciri cacat pada mata	14			
14	Menghitung kuat lensa yang diperlukan pada lup			15	
15	Mengetahui persamaan untuk menghitung perbesaran pada lup	16			
16	Mengetahui jenis lensa yang digunakan pada alat optik	17			
17	Menghitung jarak antara lensa objektif dan okuler pada mikroskop			18	
18	Menentukan jarak lensa okuler sebuah teropong bintang		19		
19	Mengetahui lensa penyusun teropong bumi	20			

#### d. Lembar Angket Motivasi

Lembar angket motivasi digunakan untuk mengetahui tingkat motivasi belajar peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran.

Tabel 8. Kisi-Kisi Angket Motivasi Belajar

No	Aspek	Indikator	Nomor Butir	
			(+)	(-)
1	Dorongan internal	a. Adanya hasrat dan keinginan untuk berhasil	6, 8	7, 9
		b. Adanya dorongan dan kebutuhan dalam belajar	10, 26, 28, 29	11, 27, 30
		c. Adanya harapan dan cita-cita masa depan	1, 12, 31	2, 3, 13, 32
2	Dorongan Eksternal	a. Adanya penghargaan dalam belajar	14, 16	15, 17
		b. Adanya kegiatan yang menarik dalam belajar	21, 23, 25	22, 24
		c. Adanya lingkungan belajar yang kondusif sehingga memungkinkan peserta didik dapat belajar dengan baik	4, 18, 33	5, 19, 20

Validitas isi angket motivasi belajar dianalisis menggunakan analisis *Aiken's V* dan validitas empiris angket motivasi belajar dianalisis menggunakan ITEMAN.

#### e. Lembar Angket Respon Peserta Didik

Lembar angket respon peserta didik digunakan untuk mendapatkan respon peserta didik terhadap LKPD dan handout yang dikembangkan setelah digunakan dalam proses pembelajaran.

### E. Teknik Analisis Data

#### 1. Analisis Kelayakan Produk

Analisis kelayakan produk dalam penelitian ini menggunakan simpangan baku ideal (SBI). Langkah untuk menganalisis sebagai berikut.

- 1) Menentukan nilai rata-rata aktual

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

- 2) Menghitung rata-rata skor ideal menggunakan persamaan berikut

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{2} (\text{skor maksimal ideal} + \text{skor minimal ideal})$$

- 3) Menghitung nilai simpangan baku ideal ( $SB_i$ ) dengan persamaan berikut

$$SB_i = 1/6(\text{skor maksimal ideal} - \text{skor minimal ideal})$$

Kriteria penilaian kelayakan instrumen menurut Widoyoko (2011) ditampilkan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Kategori Penilaian Ideal

No.	Rentang Skor (i) Kuantitatif	Kategori
1	$\bar{X} > \bar{X}_1 + 1,8SB_i$	Sangat Layak
2	$\bar{X}_1 + 0,6 SB_i < \bar{X} \leq \bar{X}_1 + 1,8 SB_i$	Layak
3	$\bar{X}_1 - 0,6 SB_i < \bar{X} \leq \bar{X}_1 + 0,6 SB_i$	Cukup Layak
4	$\bar{X}_1 - 1,8 SB_i < \bar{X} \leq \bar{X}_1 - 0,6 SB_i$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq \bar{X}_1 - 1,8SB_i$	Sangat Tidak Layak

Kriteria penilaian ideal diubah dalam rentang skala 1-4 akan berubah menjadi Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Kategori Penilaian Ideal Rentang Skala 1-4

No.	Rentang Skor (i) Kuantitatif	Kategori
1	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak
2	$2,8 < \bar{X} \leq 3,4$	Layak
3	$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup Layak
4	$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat Tidak Layak

## 2. Analisis Kesesuaian Pembelajaran dengan RPP

Kesesuaian Pembelajaran dengan RPP dianalisis dengan menghitung IJA (*Interjudge Agreement*) dengan persamaan

$$IJA = \frac{A_Y}{A_Y + A_N} \times 100\%$$

dengan:

$A_Y$  = kegiatan yang terlaksana

$A_N$  = kegiatan yang tidak terlaksana

Kriteria RPP dikatakan layak digunakan dalam pembelajaran jika keterlaksanaannya lebih dari 75%.

## 3. Analisis Peningkatan Motivasi Belajar dan Hasil Belajar

Analisis deskriptif untuk mengetahui perbedaan peningkatan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif pada kelas kontrol dan eksperimen digunakan uji standar gain. Uji gain dilakukan berdasarkan data awal dan data akhir.

$$std\ gain < g > = \frac{\bar{x}_{sesudah} - \bar{x}_{sebelum}}{\bar{x} - \bar{x}_{sebelum}}$$

Keterangan:

$\bar{x}_{sebelum}$  = rata-rata skor sebelum pembelajaran

$\bar{x}_{sesudah}$  = rata-rata skor sesudah pembelajaran

$\bar{x}$  = skor maksimal

Nilai std gain tersebut diinterpretasikan pada Tabel 11 sebagai berikut.

Tabel 11. Kategori Nilai Standard Gain

Nilai $\langle g \rangle$	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

(Hake ,1999)

#### 4. *Effect Size*

Effect size merupakan cara yang sederhana untuk mengukur besar perbedaan antara dua kelompok. Untuk mengetahui keefektifan penggunaan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) dibandingkan dengan penggunaan perangkat pembelajaran konvensional yang biasa digunakan oleh guru dianalisis menggunakan *effect size*. *Effect size* dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$d = \frac{M_1 - M_2}{\sigma_{kontrol}}$$

Keterangan:

$d$  = *effect size*

$M$  = rata-rata kelompok

$\sigma$  = standar deviasi

Kriteria *effect size* menurut Cohen dalam Becker (2000) ditunjukkan dalam

Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Kriteria Effect Size (d) Cohen

No	<i>Effect Size</i>	Kategori
1	0,2	Lemah
2	0,5	Sedang
3	0,8	Kuat



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Penelitian pengembangan perangkat pembelajaran model discovery berbantuan *physics education technology* (PhET) ini dilakukan menggunakan metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dengan model 4-D (*Four D Models*). Model 4-D terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*), dan tahap penyebaran (*disseminate*). Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut.

##### **1. Tahap Pendefinisian (*Define*)**

Tahap pendefinisian (*define*) bertujuan untuk menentukan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Tahap ini meliputi lima langkah sebagai berikut.

###### **a. Analisis Awal**

Analisis awal bertujuan untuk mengkaji masalah dasar yang dihadapi pada pembelajaran fisika di SMA Negeri 1 Depok. Analisis awal dilakukan dengan observasi di SMA Negeri 1 Depok. Berdasarkan hasil observasi yang dilaksanakan pada saat mengikuti PLT, diperoleh beberapa informasi berikut:

- 1) Kurikulum yang digunakan adalah Kurikulum 2013.

- 2) Dalam proses pembelajaran, guru menyampaikan materi dan dicatat oleh peserta didik.
- 3) Peserta didik hanya mengerjakan soal-soal fisika pada buku pegangan.
- 4) Dalam penyampaian materi guru hanya menggunakan media yang sudah tersedia.
- 5) RPP yang digunakan masih belum menunjukkan adanya variasi dalam kegiatan pembelajaran dan pelaksanaannya tidak sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan.

Tindak lanjut dari hasil observasi ini adalah mengembangkan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *Physics education technology* (PhET) untuk peserta didik kelas XI dengan materi pokok alat optik.

b. Analisis Peserta Didik

Penelitian ditujukan pada peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Depok tahun pelajaran 2018/2019. Berdasarkan observasi kelas ditemukan beberapa permasalahan terkait dengan peserta didik, yaitu

- 1) Persepsi peserta didik terhadap mata pelajaran fisika sebagai mata pelajaran yang sulit karena menganggap fisika sebagai mata pelajaran hitungan sehingga perlu menghafalkan rumus.
- 2) Peserta didik memiliki respon yang cenderung pasif ketika proses pembelajaran berlangsung.

- 3) Peserta didik kurang memperhatikan guru ketika guru menyampaikan materi pelajaran.
- 4) Peserta didik sibuk berbicara dengan teman sebangku ataupun bermain *handphone* ketika guru menjelaskan materi pelajaran.
- 5) Peserta didik tidak memahami konsep fisika dari materi yang diajarkan, sehingga tidak mengetahui penggunaan persamaan yang tepat dalam mengerjakan soal.
- 6) Hasil Penilaian Harian Bersama I (penilaian tengah semester) peserta didik masih dibawah KKM 66.

Pembelajaran *discovery* yang dibantu dengan media PhET dan LKPD akan membantu peserta didik untuk lebih memahami materi fisika yang diajarkan. Peserta didik yang terlibat aktif dalam proses pembelajaran akan meningkatkan motivasi belajar fisika peserta didik. Selain itu, peserta didik juga memerlukan bahan ajar berupa *handout* yang berisi materi fisika secara lengkap, contoh soal, dan soal latihan sehingga dapat membantu peserta didik belajar secara mandiri.

#### c. Analisis Tugas

Analisis tugas terdiri dari analisis Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) kemudian menjabarkan indikator pencapaian kompetensi. Materi yang digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran ini adalah alat optik. Peneliti menggunakan 6 x 45 menit untuk menyampaikan materi dan 2 x 45 menit untuk melaksanakan *pretest* dan *posttest*. Materi alat optik ini dibagi mejadi tiga bahasan, yaitu

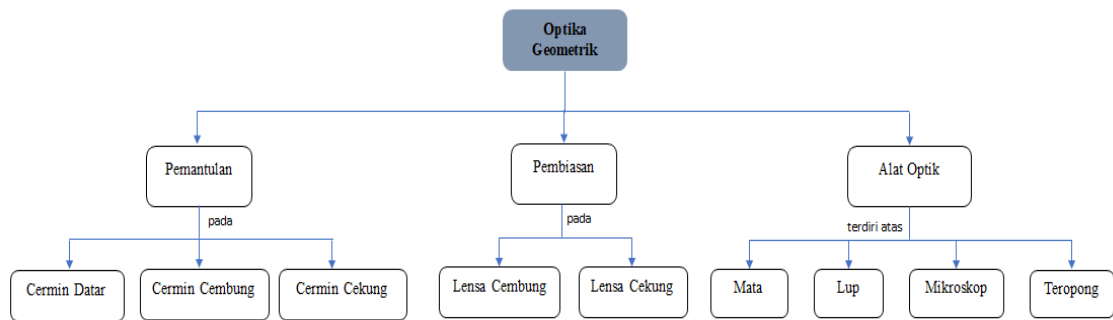
pemantulan, pembiasan, dan alat optik. Hasil analisis tugas dijabarkan pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Analisis Tugas

No	Kompetensi Dasar (KD)	No	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.11	Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa	3.11.1	Menjelaskan dan menggambarkan pembentukan bayangan akibat pemantulan pada cermin
		3.11.2	Menjelaskan dan menggambarkan pembentukan bayangan akibat pembiasan pada lensa
		3.11.3	Menganalisis alat-alat optik secara kuantitatif dan kualitatif
		3.11.4	Menerapkan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari
4.11	Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantulan dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa	4.11.1	Merencanakan dan melaksanakan simulasi yang menerapkan hukum pemantulan dan hukum pembiasan
		4.11.2	Mempresentasikan hasil simulasi tentang pemantulan dan pembiasan

#### d. Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk menjabarkan fakta-fakta serta mengidentifikasi konsep-konsep yang terkait dengan materi alat optik. Konsep-konsep tersebut disusun menjadi sebuah peta konsep seperti yang disajikan pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Peta Konsep Alat Optik

e. Spesifikasi Tujuan

Spesifikasi tujuan dilakukan dengan menyusun tujuan pembelajaran.

Penyusunan tujuan pembelajaran disesuaikan dengan hasil analisis tugas. Tujuan pembelajaran untuk materi alat optik , yaitu:

- 1) Peserta didik dapat menjelaskan hukum pemantulan
- 2) Peserta didik dapat melukiskan sifat pemantulan pada cermin
- 3) Peserta didik dapat menjelaskan pembentukan bayangan akibat pemantulan pada cermin
- 4) Peserta didik dapat menggambarkan pembentukan bayangan akibat pemantulan oleh cermin
- 5) Peserta didik dapat menjelaskan hukum Snellius tentang pembiasan
- 6) Peserta didik dapat menjelaskan pembentukan bayangan akibat pembiasan
- 7) Peserta didik dapat menggambarkan pembentukan bayangan akibat pembiasan oleh lensa
- 8) Peserta didik dapat menganalisis alat-alat optik

- 9) Peserta didik dapat mengaplikasikan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari

## 2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang desain awal produk berupa perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *Physics Education Technology* (PhET) yang disesuaikan dengan hasil spesifikasi tujuan pembelajaran pada tahap *define*.

### a. Pemilihan Media Pembelajaran

Pemilihan media pembelajaran disesuaikan dengan materi alat optik dan model pembelajaran *discovery learning*. Media yang digunakan adalah LKPD, model simulasi PhET, dan handout. Dengan menggunakan media tersebut pembelajaran dengan model *discovery learning* lebih mudah dilaksanakan dan peserta didik dapat lebih memahami materi alat optik.

### b. Pemilihan Format

Format bahan ajar yang digunakan disesuaikan dengan model pembelajaran *discovery learning*. Format ini digunakan sebagai acuan dalam pembuatan alur pembelajaran dalam RPP dan langkah pada LKPD.

### c. Perancangan Awal Perangkat Pembelajaran

Draft awal perangkat pembelajaran yang diperoleh setelah melakukan pemilihan media dan pemilihan format masih memerlukan masukan

dan revisi agar diperoleh perangkat yang sesuai dan dapat digunakan secara luas.

d. Instrumen Pengambilan Data

1) Lembar Angket Validasi

Lembar angket validasi digunakan untuk mendapatkan penilaian dari validator ahli dan validator praktisi terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Lembar validasi juga berisi saran dan masukan dari validator untuk memperbaiki perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Lembar angket validasi meliputi lembar validasi RPP, lembar validasi LKPD, lembar validasi LDPD, lembar validasi handout, lembar validasi *pretest-posttest*, dan lembar validasi angket motivasi belajar peserta didik.

2) Soal Pretest dan Posttest

Soal pretest dan posttest digunakan untuk menilai hasil belajar aspek kognitif peserta didik. Aspek kognitif yang diukur yaitu C1, C2, C3, dan C4. Soal pretest dan posttest dibuat sama. Soal pretest dan posttest terdiri dari 20 butir soal pilihan ganda yang mengacu pada indikator pada RPP.

3) Lembar Angket Motivasi belajar

Angket motivasi belajar disusun untuk mengetahui motivasi belajar peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika. Angket terdiri dari 33 pernyataan. Setiap pernyataan terdiri dari 4

pilihan, yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju.

#### 4) Lembar Angket Respon Peserta Didik

Lembar angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Lembar angket respon peserta didik terhadap LKPD 1 dan LKPD 2 terdiri dari 14 pernyataan dan angket respon peserta didik terhadap handout terdiri dari 18 pernyataan. Peserta didik juga dapat memberikan saran yang digunakan sebagai pertimbangan untuk memperbaiki perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

### 3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan draft awal perangkat pembelajaran yang sudah direvisi berdasarkan masukan, komentar, dan saran dari validator serta respon dari peserta didik pada uji coba terbatas dan uji coba lapangan.

#### a. Validasi

Validasi dilakukan oleh validator ahli dan validator praktisi. Tahap ini dilaksanakan pada tanggal 1 – 20 Maret 2019. Komentar dan saran yang diberikan oleh validator digunakan sebagai masukan untuk merevisi draft awal perangkat pembelajaran. Rentang skala penilaian untuk setiap aspek adalah 1 sampai 4. Hasil penilaian dari validator digunakan untuk menganalisis tingkat kelayakan dari perangkat yang



dikembangkan dan validitas dari instrumen penilaian. Analisis tingkat kelayakan instrumen menggunakan analisis simpangan baku ideal dan analisis validitas menggunakan analisis *Aiken's V*. Hasil analisis kelayakan perangkat pembelajaran dan validitas instrumen penilaian dijelaskan sebagai berikut.

#### 1) RPP

Hasil validasi RPP dianalisis menggunakan simpangan baku ideal untuk mengetahui kelayakan RPP yang akan dikembangkan. Nilai simpangan baku ideal RPP adalah 3,55. Berdasarkan kategori penilaian pada Tabel 10 skor tersebut masuk dalam kategori sangat layak. Hasil analisis kelayakan RPP ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Analisis Kelayakan RPP

No	Komponen RPP	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
1	Identitas Mata Pelajaran	4	4	4	Sangat Layak
2	Perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi	3,5	4	3,75	Sangat Layak
3	Perumusan Tujuan Pembelajaran	3	3	3	Layak
4	Pemilihan Materi Ajar	3	3	3	Layak
5	Pemilihan Sumber Belajar	4	4	4	Sangat Layak
6	Pemilihan Media Belajar	4	4	4	Sangat Layak
7	Metode Pembelajaran	3,5	4	3,75	Sangat Layak
8	Skenario Pembelajaran	3,33	3,33	3,33	Layak
9	Penilaian	3,33	3,67	3,5	Sangat Layak
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,47</b>	<b>3,63</b>	<b>3,55</b>	<b>Sangat Layak</b>

Revisi RPP dilakukan mengacu pada saran perbaikan yang diberikan oleh validator ahli dan validator praktisi. Perbaikan dan revisi yang dilakukan untuk RPP disajikan pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Revisi RPP

No	Komentar dan Saran	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1.	Terdapat kesalahan pada materi pembelajaran	Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada saat melintas dua medium yang berbeda kerapatannya.	Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada bidang batas antara dua medium yang berbeda kerapatannya
2.	Terdapat kesalahan pada materi pembelajaran	Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif. Lensa yang dengan benda yang diamati disebut lensa objektif.	Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif. Lensa yang dekat dengan benda yang diamati disebut lensa objektif.

## 2) LKPD

Hasil validasi LKPD dianalisis menggunakan simpangan baku ideal untuk mengetahui kelayakan LKPD yang akan dikembangkan. Nilai simpangan baku ideal LKPD 1 adalah 3,44. Berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 10 masuk dalam kategori sangat layak. Nilai simpangan baku ideal LKPD 2 adalah 3,31. Berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 9 masuk dalam kategori layak. Hasil analisis kelayakan LKPD 1 dan LKPD 2 ditunjukkan pada Tabel 16 dan Tabel 17 berikut.

Tabel 16. Hasil Analisis Kelayakan LKPD 1

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
1.	Didaktik	3	3,5	3,25	Layak
2.	Kualitas Materi dalam LKPD	3,5	3,5	3,5	Sangat Layak
Rata-Rata Total		3,38	3,5	3,44	Sangat Layak

Tabel 17. Hasil Analisis Kelayakan LKPD 2

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
1.	Didaktik	3	3	3	Layak
2.	Kualitas Materi dalam LKPD	3,33	3,50	3,42	Sangat Layak
Rata-Rata Total		3,25	3,38	3,31	Layak

Revisi LKPD 1 dan LKPD 2 dilakukan mengacu pada saran perbaikan yang diberikan oleh validator ahli dan validator praktisi.

Perbaikan dan revisi yang dilakukan untuk LKPD 1 dan LKPD 2 disajikan pada Tabel 18 dan Tabel 19 berikut.

Tabel 18. Revisi LKPD 1

## Sebelum Revisi

Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!

### C. PENGUMPULAN DATA

Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!

Material 1 : Udara

No	Sudut Datang	Sudut Pantul	
		Air	Gelas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

### D. PENGOLAHAN DATA

- Berdasarkan tabel di atas, jelaskan perbedaan sudut pantul pada material air dan gelas!

## Setelah Revisi

Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!

### C. PENGUMPULAN DATA

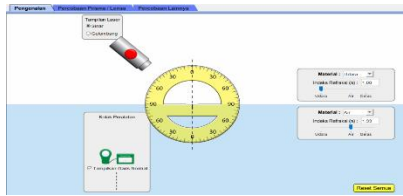
#### 1. PROSEDUR

- Buka aplikasi PhET (*bending-light-in*), pilih pengenalan

- Atur material 1 pada udara dan material 2 pada air
- Geser laser membentuk sudut datang  $10^\circ$
- Catat hasil sudut datang dan sudut pantul
- Ulangi langkah 3 dan 4 dengan sudut  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ , dan  $60^\circ$
- Ubah jenis material 2 menjadi gelas
- Ulangi langkah 3, 4, dan 5

<div style="border: 1px solid black; height: 300px; margin-bottom: 10px;"></div>	<p><b>2. PERCOBAAN</b></p> <p>Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!</p> <p>Material 1 : Udara</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th rowspan="2">Sudut Datang</th> <th colspan="2">Sudut Pantul</th> </tr> <tr> <th>Air</th> <th>Gelas</th> </tr> <tr><td>1.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table> <p><b>D. PENGOLAHAN DATA</b></p> <p>1. Berdasarkan tabel di atas, jelaskan perbedaan sudut pantul pada material air dan gelas!</p> <div style="border: 1px solid blue; height: 50px; margin: 10px 0;"></div> <p>2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan, tuliskan hubungan antara sudut datang dan sudut pantul!</p> <div style="border: 1px solid blue; height: 50px; margin: 10px 0;"></div>	No	Sudut Datang	Sudut Pantul		Air	Gelas	1.				2.				3.				4.				5.				6.			
No	Sudut Datang			Sudut Pantul																											
		Air	Gelas																												
1.																															
2.																															
3.																															
4.																															
5.																															
6.																															

Tabel 19. Revisi LKPD 2

Sebelum Revisi	Setelah Revisi																										
<p>Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!</p> <div style="border: 2px solid red; height: 50px; margin: 10px 0;"></div> <p><b>C. PENGUMPULAN DATA</b></p> <p>Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini</p> <p>1. PERCOBAAN 1</p> <p>Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!</p> <p>Material 1 : Udara</p> <p>Indeks bias udara (<math>n_{udara}</math>) = .....</p> <p>Indeks bias air (<math>n_{air}</math>) = .....</p> <p>Indeks bias gelas (<math>n_{gelas}</math>) = .....</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center; margin-top: 10px;"> <tr> <th rowspan="2">No</th> <th rowspan="2">Sudut Datang</th> <th colspan="2">Sudut Bias</th> </tr> <tr> <th>Air</th> <th>Gelas</th> </tr> <tr><td>1.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	No	Sudut Datang	Sudut Bias		Air	Gelas	1.				2.				3.				4.				5.				<p>Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!</p> <div style="border: 2px solid red; height: 50px; margin: 10px 0;"></div> <p><b>C. PENGUMPULAN DATA</b></p> <p>1. PROSEDUR</p> <p>a. Buka aplikasi PhET (<i>bending-light-in</i>), pilih pengenalan</p>  <p>b. Atur material 1 pada udara dan material 2 pada air</p> <p>c. Geser laser membentuk sudut datang 10°</p> <p>d. Catat hasil sudut datang dan sudut bias</p> <p>e. Ulangi langkah c dan d dengan sudut 20°, 30°, 40°, dan 45°</p> <p>f. Ubah jenis material 2 menjadi gelas</p> <p>g. Ulangi langkah 3, 4, dan 5</p> <p>h. Ubah material 1 menjadi gelas dan material 2 menjadi air</p>
No			Sudut Datang	Sudut Bias																							
	Air	Gelas																									
1.																											
2.																											
3.																											
4.																											
5.																											

2. PERCOBAAN 2

Material 1 : Gelas

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Udara
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

**D. PENGOLAHAN DATA**

1. Berdasarkan tabel percobaan 1, jelaskan perbedaan sudut bias pada material air dan gelas!

2. Berdasarkan tabel percobaan 2, jelaskan perbedaan sudut bias pada material air dan udara!

i. Ulangi langkah 3, 4, dan 5

j. Ubah material 2 menjadi udara

k. Ulangi langkah 3, 4, dan 5

2. PERCOBAAN 1

Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!

Material 1 : Udara

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Gelas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

3. PERCOBAAN 2

Material 1 : Gelas

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Udara
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

### 3) LDPD

Hasil validasi LDPD dianalisis menggunakan simpangan baku ideal untuk mengetahui kelayakan LDPD yang akan dikembangkan. Nilai simpangan baku ideal LDPD adalah 3,42. Berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 10 masuk dalam kategori sangat layak. Hasil analisis kelayakan LDPD ditunjukkan pada Tabel 20 berikut.

Tabel 20. Hasil Analisis Kelayakan LDPD

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
1.	Format	3	3,5	3,25	Layak
2.	Isi	3	3	3	Layak
3.	Bahasa	4	4	4	Sangat Layak
Rata-Rata Total		3,33	3,50	3,42	Sangat Layak

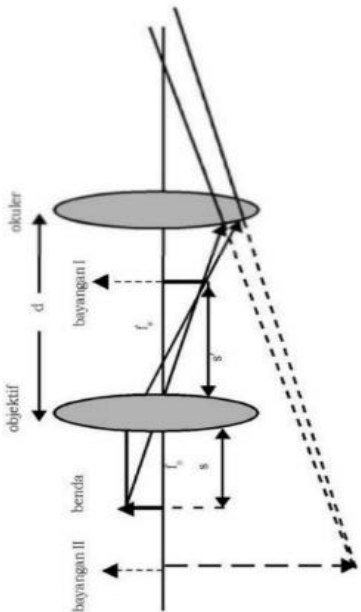
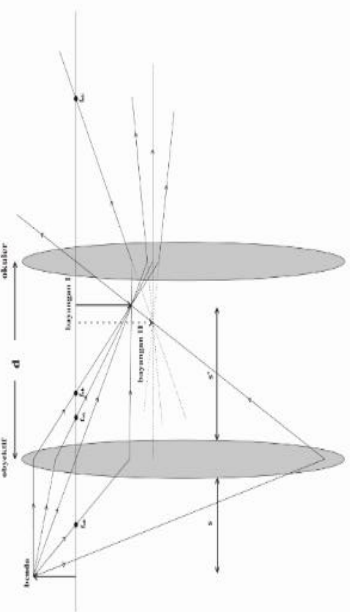
#### 4) Handout

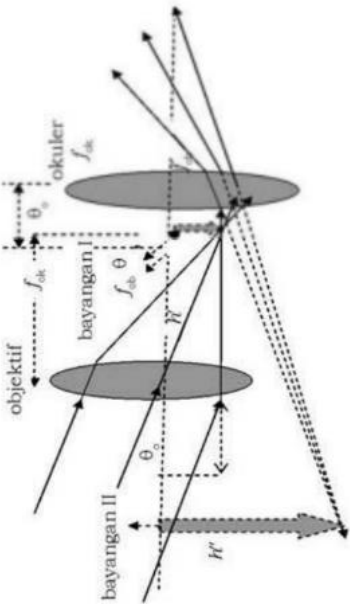
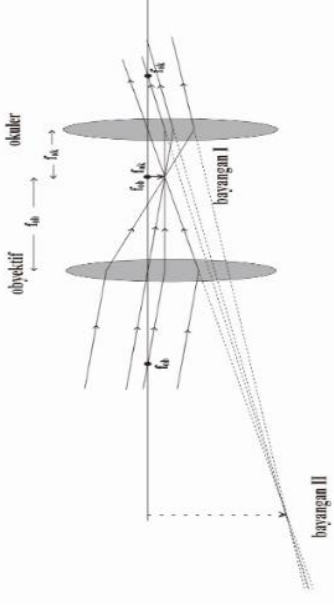
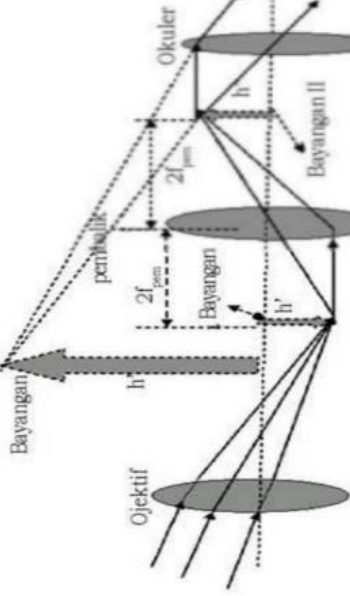
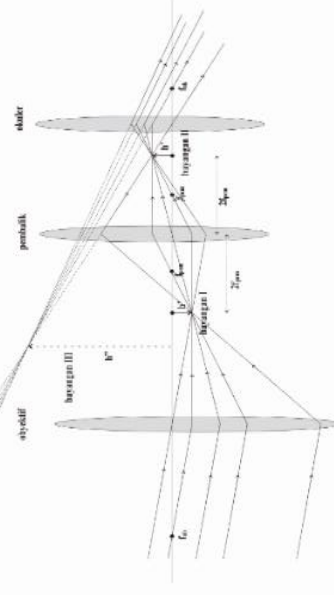
Hasil validasi handout dianalisis menggunakan simpangan baku ideal untuk mengetahui kelayakan handout yang akan dikembangkan. Nilai simpangan baku ideal handout adalah 3,62. Berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 10 masuk dalam kategori sangat layak. Hasil analisis kelayakan handout ditunjukkan pada Tabel 21.

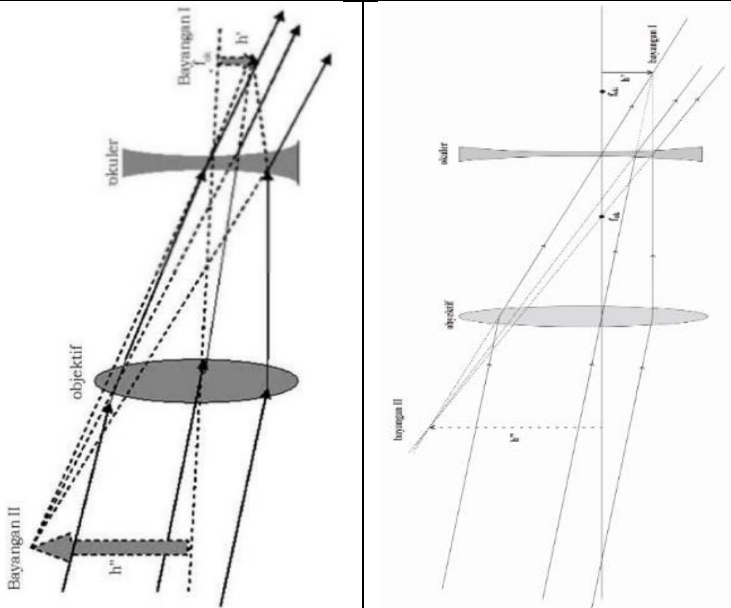
Tabel 21. Hasil Analisis Kelayakan Handout

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
1.	Isi	3,33	3,58	3,46	Sangat Layak
2.	Bahasa	4	4	4	Sangat Layak
3.	Penyajian	3,22	3,33	3,28	Layak
4.	Kegrafisan	4	4	4	Sangat Layak
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,56</b>	<b>3,68</b>	<b>3,62</b>	<b>Sangat Layak</b>

Tabel 22. Revisi Handout

No	Komentar atau Saran	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1.	Terdapat kekeliruan pada gambar pembentukan bayangan pada mikroskop		

2.	Terdapat kekeliruan pada gambar pembentukan bayangan pada teropong bintang		
3.	Terdapat kekeliruan pada gambar pembentukan bayangan pada teropong bumi		

4.	Terdapat kekeliruan pada gambar pembentukan bayangan pada teropong panggung	
----	-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Revisi handout dilakukan mengacu pada saran perbaikan yang diberikan oleh validator ahli dan validator praktisi. Perbaikan dan revisi yang dilakukan untuk handout disajikan pada Tabel 22.

#### 5) Soal *pretest-posttest*

Hasil validasi soal *pretest-posttest* dianalisis menggunakan *Aiken's V* untuk mengetahui validitas soal *pretest-posttest*. Hasil analisis *Aiken's V* soal *pretest-posttest* adalah 0,81. Berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 3 masuk dalam kategori sangat tinggi. Hasil analisis validitas soal *pretest-posttest* ditunjukkan pada Tabel 23.

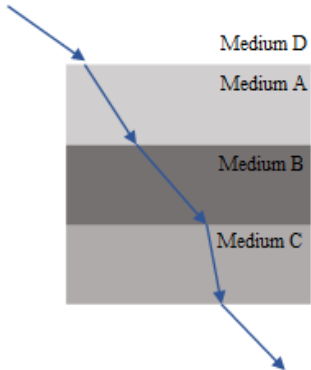
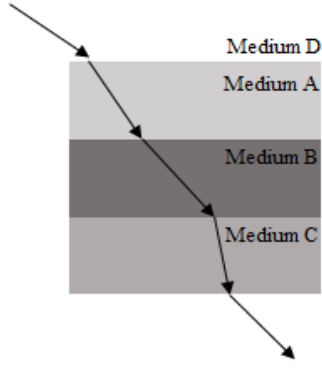


Tabel 23. Hasil Analisis Validitas Soal *Pretest-Posttest*

No	Validator		Nilai V	Kategori
	1	2		
1.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
2.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
3.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
4.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
5.	3	3	0,67	Tinggi
6.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
7.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
8.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
9.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
10.	3	3	0,67	Tinggi
11.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
12.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
13.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
14.	3	3	0,67	Tinggi
15.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
16.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
17.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
18.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
19.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
20.	4	4	1,00	Sangat Tinggi

Revisi soal *pretest-posttest* dilakukan mengacu pada saran perbaikan yang diberikan oleh validator ahli dan validator praktisi. Perbaikan dan revisi yang dilakukan untuk soal *pretest-posttest* disajikan pada Tabel 24 berikut.

Tabel 24. Revisi Soal *Pretest-Posttest*

Komentar atau Saran	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
Terdapat gambar yang kurang jelas	 <p>3. Medium yang indeks biasnya paling besar adalah ....</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Medium A</li> <li>Medium B</li> <li>Medium C</li> <li>Medium D</li> <li>Ruang hampa</li> </ol>	 <p>3. Medium yang indeks biasnya paling besar adalah ....</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Medium A</li> <li>Medium B</li> <li>Medium C</li> <li>Medium D</li> <li>Ruang hampa</li> </ol>

6) Angket motivasi belajar

Hasil validasi angket motivasi belajar dianalisis menggunakan *Aiken's V* untuk mengetahui validitas angket motivasi belajar. Hasil analisis *Aiken's V* angket motivasi belajar adalah 0,83. Berdasarkan kriteria penilaian pada Tabel 3 masuk dalam kategori sangat tinggi. Hasil analisis kelayakan dan validitas angket motivasi belajar ditunjukkan pada Tabel 25 berikut.

Tabel 25. Hasil Analisis Validitas Angket Motivasi Belajar

No	Validator		Nilai V	Kategori
	1	2		
1.	3	3	0,67	Tinggi
2.	3	3	0,67	Tinggi
3.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
4.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
5.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
6.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
7.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
8.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
9.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
10.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
11.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
12.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
13.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
14.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
15.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
16.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
17.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
18.	3	3	0,67	Tinggi
19.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
20.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
21.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
22.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
23.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
24.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
25.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
26.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
27.	3	3	0,67	Tinggi
28.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
29.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
30.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
31.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
32.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
33.	3	4	0,83	Sangat Tinggi

b. Uji Coba Terbatas

Uji terbatas dilaksanakan pada tanggal 16 April 2019. Perangkat pembelajaran tidak diuji secara keseluruhan. Hal ini disebabkan karena harus mengikuti waktu dan jadwal yang ada di sekolah yang tidak memungkinkan untuk pengujian perangkat pembelajaran secara keseluruhan. Perangkat yang diuji pada uji coba terbatas adalah LKPD 1, LKPD 2, dan handout. Hasil analisis respon peserta didik terhadap LKPD 1, LKPD 2, dan handout pada uji coba terbatas disajikan pada Tabel 26, Tabel 27, dan Tabel 28 berikut.

Tabel 26. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Terbatas  
terhadap LKPD 1

Butir Angket	Skor Rata-Rata	Kategori
1	3,00	Layak
2	3,00	Layak
3	3,23	Layak
4	3,23	Layak
5	2,92	Layak
6	3,08	Layak
7	3,15	Layak
8	3,00	Layak
9	2,85	Layak
10	3,08	Layak
11	3,08	Layak
12	3,23	Layak
13	3,00	Layak
14	2,92	Layak
<b>Rata-Rata</b>	<b>3,06</b>	<b>Layak</b>

Tabel 27. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Terbatas  
terhadap LKPD 2

Butir Angket	Skor Rata-Rata	Kategori
1	2,77	Cukup Layak
2	3,08	Layak
3	3,15	Layak
4	3,23	Layak
5	3,08	Layak
6	3,08	Layak
7	3,15	Layak
8	2,77	Cukup Layak
9	3,00	Layak
10	3,08	Layak
11	3,08	Layak
12	2,92	Layak
13	2,62	Cukup Layak
14	2,38	Cukup Layak
<b>Rata-Rata</b>	<b>2,96</b>	<b>Layak</b>

Tabel 28. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Terbatas  
terhadap Handout

No	Aspek	Skor Rata-Rata	Kategori
1	Bahasa dan tampilan	2,95	Layak
2	Kelayakan penyajian	2,77	Layak
3	Kualitas, isi, dan tujuan	2,83	Layak
4	Instruksional	2,87	Layak
5	Teknis	3	Layak
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,05</b>	<b>Layak</b>

Dari hasil uji coba terbatas, perangkat yang diujicobakan tidak diperlukan adanya perbaikan sehingga siap digunakan pada uji coba luas.

c. Uji Coba Luas

Uji coba luas dilaksanakan menggunakan instrumen yang telah direvisi berdasarkan hasil uji coba terbatas. Hasil data yang diperoleh dari uji coba luas adalah keterlaksanaan RPP, hasil belajar aspek kognitif, motivasi belajar, dan angket respon peserta didik. Keterlaksanaan RPP diperoleh dari lembar observasi keterlaksanaan RPP. Penilaian hasil belajar aspek kognitif diperoleh dengan menggunakan soal *pretest-posttest*. Motivasi belajar peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran diperoleh dengan mengisi angket motivasi belajar. Sedangkan penilaian perangkat pembelajaran oleh peserta didik dilakukan dengan menggunakan angket respon peserta didik. Hasil uji coba luas dijelaskan sebagai berikut.

1) Keterlaksanaan RPP

Penilaian keterlaksanaan RPP dilakukan pada saat proses pembelajaran. Keterlaksanaan RPP dianalisis menggunakan analisis *Interjudge Agreement* (IJA). Hasil analisis keterlaksanaan RPP di kelas eksperimen disajikan pada Tabel 29 berikut.

Tabel 29. Hasil Analisis Keterlaksanaan RPP

No	Kegiatan	Jumlah Terlaksana		
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
1	Pendahuluan	3	3	3
2	Inti	9	10	11
3	Penutup	3	2	2
Total		15	15	16
IJA		79%	79%	89%
Rata-Rata		82%		

Presentase keterlaksanaan RPP merupakan perbandingan kegiatan yang terlaksana terhadap semua kegiatan yang direncanakan pada RPP. Berdasarkan Tabel 25 presentase keterlaksanaan RPP rata-rata untuk ketiga pertemuan adalah 82%. RPP yang disusun dikatakan layak digunakan apabila nilai IJA (*interjudge agreement*) lebih dari 75%. Hal ini menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam pembelajaran

## 2) Hasil belajar aspek kognitif

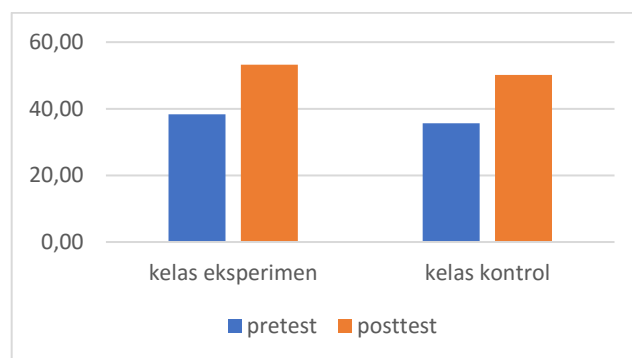
Hasil belajar aspek kognitif diperoleh dari hasil pengerjaan pretest dan posttest. Hasil ini digunakan untuk menganalisis peningkatan hasil belajar. Peningkatan hasil belajar di analisis menggunakan analisis *standard gain*. Sebelum menganalisis peningkatan hasil belajar, terlebih dahulu dilakukan validasi empiris soal pretest dan posttest.

Validasi empiris soal *pretest-posttest* yang dianalisis terdiri dari tingkat kesukaran dan daya pembeda. Validasi empiris dianalisis menggunakan ITEMAN berdasarkan hasil posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol. Soal dengan daya pembeda yang tidak baik, tidak dimasukkan dalam analisis peningkatan hasil belajar aspek kognitif peserta didik. Hasil analisis validasi empiris soal *pretest-posttest* ditunjukkan pada Tabel 30 sebagai berikut

Tabel 30. Hasil Analisis Validitas Empiris Soal Pretest-posttest

No butir	Tingkat kesukaran	Kategori	Daya pembeda	Kategori
1	0,981	Mudah	-0,045	Tidak Baik
2	0,5	Sedang	0,368	Baik
3	0,407	Sedang	0,313	Baik
4	0,185	Sukar	0,393	Baik
5	0,981	Mudah	0,410	Sangat Baik
6	0,556	Sedang	0,119	Tidak Baik
7	0,352	Sedang	0,027	Tidak Baik
8	0,685	Sedang	0,373	Baik
9	0,704	Mudah	0,079	Tidak Baik
10	0,667	Sedang	0,311	Baik
11	0,241	Sukar	0,256	Cukup Baik
12	0,185	Sukar	0,156	Tidak Baik
13	0,722	Mudah	0,345	Baik
14	0,630	Sedang	0,236	Cukup Baik
15	0,130	Sukar	0,157	Tidak Baik
16	0,889	Mudah	0,145	Tidak Baik
17	0,519	Sedang	0,155	Tidak Baik
18	0,296	Sukar	0,302	Baik
19	0,352	Sedang	-0,166	Tidak Baik
20	0,426	Sedang	0,344	Baik

Pada Gambar 17 disajikan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol.



Gambar 17. Diagram Rata-Rata Nilai Pretest-posttest

Hasil analisis standard gain pretest dan posttest peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 31 dan Tabel 32.



Tabel 31. Hasil Analisis Standard Gain Kelas Eksperimen

<b>Analisis</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
Skor minimal	18,18	27,27
Skor maksimal	63,64	81,82
Skor rata-rata	38,38	53,20
Standar deviasi	12,87	16,36
<b>Std gain</b>	<b>0,24</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	

Tabel 32. Hasil Analisis Standard Gain Kelas Kontrol

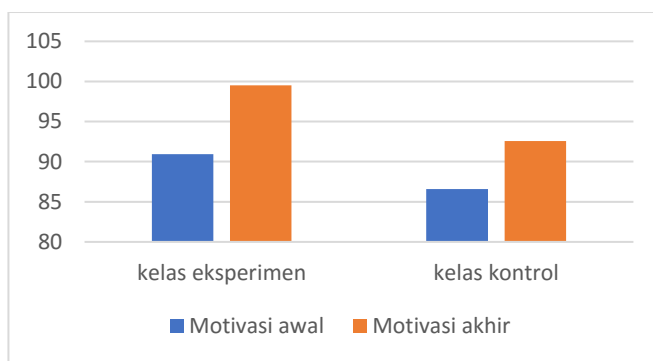
<b>Analisis</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
Skor minimal	18,18	27,27
Skor maksimal	63,64	81,82
Skor rata-rata	35,69	50,17
Standar deviasi	12,72	14,84
<b>Std gain</b>	<b>0,23</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	

Nilai standard gain untuk kelas eksperimen sebesar 0,24 dan masuk pada kategori rendah. Nilai standard gain untuk kelas kontrol sebesar 0,23 dan masuk kategori rendah. Nilai standard gain kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan PhET efektif dapat meningkatkan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

### 3) Motivasi belajar peserta didik

Motivasi belajar peserta didik diperoleh pengisian angket motivasi belajar. Hasil ini digunakan untuk menganalisis peningkatan motivasi belajar peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika. Peningkatan motivasi belajar peserta didik di

analisis menggunakan analisis *standard gain*. Pada Gambar 18 disajikan motivasi belajar peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran fisika untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol.



Gambar 18. Diagram Rata-Rata Skor Motivasi Belajar Awal dan Akhir

Hasil analisis *standard gain* motivasi belajar peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 33 dan Tabel 34.

Tabel 33. Hasil Analisis Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen

Analisis	Motivasi Awal	Motivasi Akhir
Skor minimal	82	85
Skor maksimal	105	119
Skor rata-rata	90,41	99,52
Standar deviasi	5,25	6,38
<b>Std gain</b>	<b>0,22</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	

Tabel 34. Hasil Analisis Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol

Analisis	Motivasi Awal	Motivasi Akhir
Skor minimal	68	80
Skor maksimal	106	111
Skor rata-rata	86,59	92,56
Standar deviasi	7,44	7,56
<b>Std gain</b>	<b>0,13</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	

Nilai standard gain untuk kelas eksperimen sebesar 0,22 dan masuk pada kategori rendah. Nilai standard gain untuk kelas kontrol sebesar 0,13 dan masuk kategori rendah. Nilai standard gain kelas eksperimen lebih besar dari kelas kontrol.

4) Besar skala keefektifan pembelajaran

Pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) dan pada kelas kontrol menggunakan perangkat pembelajaran konvensional. Data yang diukur berupa motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif. Motivasi belajar diperoleh melalui pengisian angket motivasi sebelum dan sesudah mengikuti proses pembelajaran. Hasil belajar aspek kognitif diperoleh melalui *pretest* dan *posttest*. Skor motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif dianalisis untuk mengetahui *effect size*. Untuk motivasi belajar diperoleh nilai *effect size* sebesar 0,92. Menurut Cohen, skor tersebut masuk dalam kategori kuat. Nilai *effect size* untuk hasil belajar aspek kognitif sebesar 0,21 yang masuk dalam kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik dengan kategori kuat dan efektif untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif dengan kategori sedang.

5) Angket respon peserta didik

Angket respon peserta didik diisi oleh peserta didik yang mengikuti pembelajaran fisika dengan perangkat yang dikembangkan. Angket respon yang diperoleh dari peserta didik adalah angket respon terhadap LKPD 1, LKPD 2, dan handout. Hasil analisis angket respon peserta didik pada uji coba luas dapat dilihat pada Tabel 35, Tabel 36, dan Tabel 37 berikut.

Tabel 35. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Luas terhadap LKPD 1

<b>Butir Angket</b>	<b>Skor Rata-Rata</b>	<b>Kategori</b>
1	3,25	Layak
2	3,25	Layak
3	3,25	Layak
4	3,17	Layak
5	3,17	Layak
6	3,08	Layak
7	3,33	Layak
8	3,17	Layak
9	3,33	Layak
10	3,42	Sangat Layak
11	3,33	Layak
12	3,00	Layak
13	3,08	Layak
14	3,00	Layak
<b>Rata-Rata</b>	<b>3,20</b>	<b>Layak</b>

Tabel 36. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Luas terhadap LKPD 2

Butir Angket	Skor Rata-Rata	Kategori
1	3,60	Sangat Layak
2	3,50	Sangat Layak
3	3,50	Sangat Layak
4	3,40	Layak
5	3,40	Layak
6	3,40	Layak
7	3,30	Layak
8	3,30	Layak
9	3,30	Layak
10	3,40	Layak
11	3,40	Layak
12	3,30	Layak
13	3,30	Layak
14	3,10	Layak
<b>Rata-Rata</b>	<b>3,37</b>	<b>Layak</b>

Tabel 37. Hasil Analisis Respon Peserta Didik Uji Coba Luas terhadap Handout

No	Aspek	Skor Rata-Rata	Kategori
1	Bahasa dan tampilan	3,18	Layak
2	Kelayakan penyajian	3	Layak
3	Kualitas, isi, dan tujuan	3,02	Layak
4	Instruksional	3,02	Layak
5	Teknis	3,03	Layak
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,05</b>	<b>Layak</b>

Berdasarkan hasil respon peserta didik, terdapat beberapa masukan yang diberikan oleh peserta didik untuk memperbaiki LKPD 1 dan LKPD 2. Pada tahap uji coba luas ini dilakukan revisi berdasarkan masukan yang diberikan oleh peserta didik.

#### 4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran (*disseminate*) merupakan tahap akhir dari penelitian dengan model 4-D. Pada tahap ini dilakukan penyebaran perangkat

pembelajaran yang dikembangkan. Perangkat pembelajaran tersebut berupa RPP, LKPD, dan handout. Penyebaran dilakukan dengan memberikan perangkat pembelajaran yang dikembangkan kepada guru fisika SMA Negeri 1 Depok.

## **B. Pembahasan**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran model simulasi berbantuan PhET yang layak digunakan dalam pembelajaran. Perangkat pembelajaran juga diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik.

### **1. Kelayakan Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Pengumpulan Data**

Kelayakan perangkat pembelajaran dan instrumen pengambilan data bersumber dari hasil penilaian oleh validator ahli dan validator praktisi. Perangkat pembelajaran yang dinilai adalah RPP, LKPD 1, LKPD 2, LKPD, dan handout. Instrumen pengambilan data yang dinilai adalah soal *pretest-posttest*, dan angket motivasi belajar.

#### **a. Kelayakan RPP**

Penilaian kelayakan RPP diperoleh dari hasil penilaian validator ahli (dosen) dan validator praktisi (guru). Terdapat 19 indikator penilaian yang dikelompokkan menjadi sembilan komponen RPP. Analisis yang digunakan adalah analisis simpangan baku ideal (SBI) dengan skala penilaian empat. Rerata nilai SBI untuk komponen identitas mata pelajaran sebesar 4 dengan kategori sangat layak, komponen perumusan indikator pencapaian kompetensi sebesar 3,75 dengan kategori sangat layak, komponen perumusan tujuan pembelajaran

sebesar 3 dengan kategori layak, komponen pemilihan bahan ajar sebesar 3 dengan kategori layak, komponen pemilihan sumber belajar sebesar 4 dengan kategori sangat layak, komponen pemilihan media belajar sebesar 4 dengan kategori sangat layak, komponen metode pembelajaran sebesar 3,75 dengan kategori sangat layak, komponen skenario pembelajaran sebesar 3,33 dengan kategori layak, dan komponen penilaian sebesar 3,5 dengan kategori sangat layak. Secara keseluruhan komponen RPP diperoleh nilai SBI sebesar 3,55 dengan kategori sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Kelayakan RPP juga dapat dilihat dari presentase keterlaksanaan RPP. Keterlaksanaan RPP digunakan untuk mengetahui apakah pembelajaran yang dilaksanakan di kelas sudah sesuai dengan RPP yang telah disusun. Data keterlaksanaan RPP diperoleh dari observasi keterlaksanaan RPP yang dilakukan oleh observer. Keterlaksanaan RPP dianalisis menggunakan analisis *Interjudge Agreement*. RPP layak digunakan dalam proses pembelajaran apabila nilai IJA lebih dari 75%. Nilai IJA pada pertemuan pertama sebesar 79%, pertemuan kedua sebesar 79%, dan pertemuan ketiga 89%. Rata-rata nilai IJA untuk ketiga pertemuan sebesar 82%. Nilai IJA pada pertemuan pertama, kedua, dan ketiga lebih besar dari 75%, sehingga RPP yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

b. Kelayakan LKPD 1 dan LKPD 2

Penilaian kelayakan LKPD 1 dan LKPD 2 dilakukan oleh validator dan di analisis menggunakan analisis simpangan baku ideal dengan skala penilaian empat. Penilaian meliputi aspek didaktik dan aspek kualitas materi dalam LKPD. Masing-masing aspek terdiri dari beberapa indikator dengan jumlah keseluruhan indikator sebanyak 16 butir.

Berdasarkan hasil penilaian validator untuk LKPD 1 diperoleh rerata nilai SBI aspek didaktik sebesar 3,25 dengan kategori layak dan aspek kualitas materi dalam LKPD sebesar 3,5 dengan kategori sangat layak. Secara keseluruhan nilai SBI untuk LKPD 1 sebesar 3,44 dengan kategori sangat layak. Hasil penilaian validator untuk LKPD 2 diperoleh rerata nilai SBI aspek didaktik sebesar 3 dengan kategori layak dan aspek kualitas materi dalam LKPD sebesar 3,42 dengan kategori sangat layak. Secara keseluruhan diperoleh nilai SBI untuk LKPD 2 sebesar 3,31 dengan kategori layak. Hasil di atas menunjukkan bahwa LKPD 1 dan LKPD 2 yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Penilaian kelayakan LKPD juga dilakukan oleh peserta didik yang menggunakan LKPD 1 dan LKPD 2. Penilaian diperoleh menggunakan lembar angket respon peserta didik terhadap LKPD 1 dan LKPD 2. Lembar angket respon peserta didik terhadap LKPD 1 dan LKPD 2 terdiri dari 14 indikator. Hasil respon peserta didik diperoleh dari penilaian peserta didik ketika uji coba terbatas dan uji



coba luas. Hasil penilaian dianalisis menggunakan analisis simpangan baku ideal (SBI) dengan skala penilaian 4.

Respon peserta didik terhadap LKPD 1 pada uji coba terbatas diperoleh nilai SBI sebesar 3,05 dengan kategori layak dan pada uji coba luas sebesar 3,20 dengan kategori layak. Respon peserta didik terhadap LKPD 2 pada uji coba terbatas diperoleh nilai SBI sebesar 2,96 dengan kategori layak dan pada uji coba luas sebesar 3,37 dengan kategori layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD 1 dan LKPD 2 yang dikembangkan mendapatkan respon baik dari peserta didik.

c. Kelayakan LDPD

Penilaian kelayakan LDPD diperoleh dari hasil penilaian oleh validator. Penilaian terdiri dari enam indikator yang terbagi dalam tiga aspek, yaitu aspek format, aspek isi, dan aspek bahasa. Hasil penilaian dianalisis menggunakan analisis simpangan baku ideal dengan skala penilaian 4. Rerata nilai SBI untuk aspek format sebesar 3,25 dengan kategori layak, aspek isi sebesar 3 dengan kategori layak, dan aspek bahasa sebesar 4 dengan kategori sangat layak. Secara keseluruhan nilai SBI untuk LDPD sebesar 3,42 dengan kategori sangat layak. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa LDPD yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

d. Kelayakan handout

Penilaian kelayakan handout diperoleh dari hasil penilaian oleh validator. Terdapat 34 indikator yang dikelompokkan menjadi empat

aspek, yaitu aspek isi, aspek bahasa, aspek penyajian, dan aspek kegrafisan. Hasil penilaian dianalisis menggunakan analisis simbaran baku ideal (SBI) dengan skala penilaian empat. Rerata nilai SBI aspek isi sebesar 3,46 dengan kategori sangat layak, aspek bahasa sebesar 4 dengan kategori sangat layak, aspek penyajian sebesar 3,28 dengan kategori layak, dan aspek kegrafisan sebesar 4 dengan kategori sangat layak. Secara keseluruhan nilai SBI untuk handout sebesar 3,62 dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa handout yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Penilaian kelayakan juga dilakukan oleh peserta didik yang menggunakan handout. Penilaian diperoleh menggunakan lembar angket respon peserta didik terhadap handout. Lembar angket respon peserta didik terhadap handout terdiri dari 18 indikator yang dikelompokkan menjadi lima aspek, yaitu aspek bahasa dan tampilan, aspek kelayakan penyajian, aspek kualitas, isi, dan tujuan, aspek instruksional, serta aspek teknis. Hasil respon peserta didik diperoleh dari penilaian peserta didik ketika uji coba terbatas dan uji coba luas. Hasil penilaian dianalisis menggunakan analisis simpangan baku ideal (SBI) dengan skala penilaian 4.

Respon peserta didik terhadap handout pada uji coba terbatas diperoleh rerata nilai SBI aspek bahasa dan tampilan sebesar 2,95 dengan kategori layak, aspek kelayakan penyajian sebesar 2,77 dengan

kategori layak, aspek kualitas, isi, dan tujuan sebesar 2,83 dengan kategori layak, aspek instruksional sebesar 2,87 dengan kategori layak, serta aspek teknis sebesar 3 dengan kategori layak. Secara keseluruhan nilai SBI untuk handout sebesar 3,05 dengan kategori layak.

Respon peserta didik terhadap handout pada uji coba luas diperoleh rerata nilai SBI aspek bahasa dan tampilan sebesar 3,18 dengan kategori layak, aspek kelayakan penyajian sebesar 3 dengan kategori layak, aspek kualitas, isi, dan tujuan sebesar 3,02 dengan kategori layak, aspek instruksional sebesar 3,02 dengan kategori layak, serta aspek teknis sebesar 3,03 dengan kategori layak. Secara keseluruhan nilai SBI untuk handout sebesar 2,88 dengan kategori layak. Berdasarkan hasil respon peserta didik terhadap handout pada uji coba terbatas dan uji coba luas menunjukkan bahwa handout yang dikembangkan mendapatkan respon baik dari peserta didik.

e. Kelayakan soal *pretest-posttest*

Penilaian kelayakan soal *pretest-posttest* diperoleh dari hasil penilaian oleh validator. Terdapat 14 indikator yang dikelompokkan menjadi empat aspek, yaitu aspek format, aspek materi, aspek konstruksi, dan aspek bahasa. Hasil penilaian dianalisis menggunakan analisis *Aiken's V*. Rerata nilai *V* aspek format sebesar 0,75 dengan kategori tinggi, aspek materi sebesar 0,83 dengan kategori sangat tinggi, aspek konstruksi sebesar 0,70 dengan kategori tinggi, dan aspek bahasa sebesar 1 dengan kategori sangat tinggi. Secara keseluruhan nilai *V*

untuk soal *pretest-posttest* sebesar 0,81 dengan kategori sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa soal *pretest-posttest* yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi empiris, soal *pretest-posttest* memiliki nilai alpha sebesar 0,335 dengan kategori rendah.

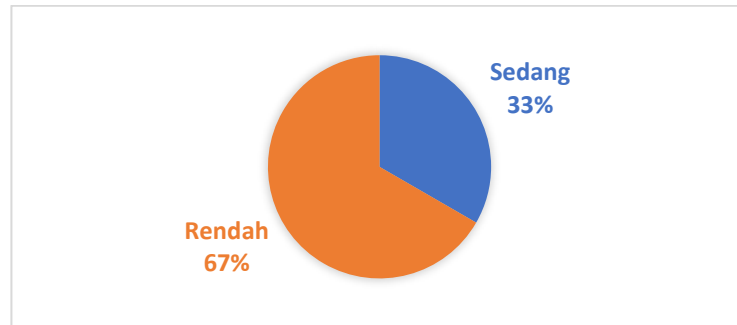
f. Kelayakan angket motivasi belajar

Penilaian kelayakan angket motivasi belajar diperoleh dari hasil penilaian oleh validator. Terdapat 5 aspek yang dinilai. Hasil penilaian dianalisis menggunakan analisis *Aiken's V*. Secara keseluruhan nilai *V* untuk angket motivasi belajar sebesar 0,83 dengan kategori sangat tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa angket motivasi belajar yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi empiris, angket motivasi belajar memiliki nilai alpha sebesar 0,849 dengan kategori sangat tinggi.

2. Peningkatan Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik

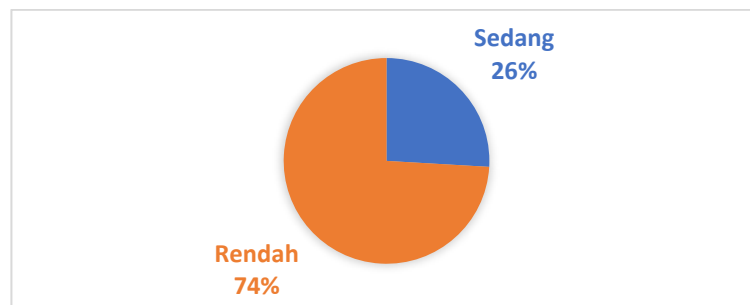
Peningkatan hasil belajar aspek kognitif peserta didik diperoleh berdasarkan hasil pretest dan posttest yang dianalisis menggunakan teknik analisis *standard gain*. Pada uji coba luas kelas eksperimen yang terdiri dari 27 peserta didik terdapat 9 peserta didik (33%) dengan *standard gain* kategori sedang dan 18 peserta didik (67%) dengan *standard gain* kategori rendah. Rerata nilai *standard gain* yang diperoleh dari hasil analisis adalah 0,24 yang masuk dalam kategori rendah. Sebaran *standard gain* hasil

belajar aspek kognitif peserta didik kelas eksperimen disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19. Diagram Sebaran Standard Gain Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik Kelas Eksperimen

Pada uji coba luas kelas kontrol yang terdiri dari 27 peserta didik terdapat peserta didik (26%) dengan standard gain kategori sedang dan 20 peserta didik (74%) dengan standard gain kategori rendah. Rerata nilai standard gain yang diperoleh dari hasil analisis adalah 0,23 yang masuk dalam kategori rendah. Sebaran standard gain hasil belajar aspek kognitif peserta didik kelas kontrol disajikan pada Gambar 20 berikut.



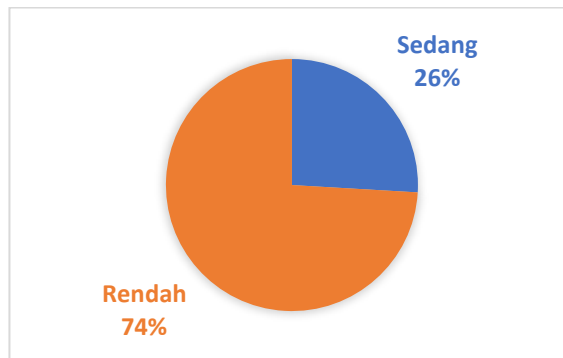
Gambar 20. Diagram Sebaran Standard Gain Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik Kelas Kontrol

Rata-rata nilai posttest lebih tinggi daripada rata-rata nilai pretest untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata nilai pretest dan posttest untuk kelas eksperimen adalah 38,38 dan 53,20 sedangkan rata-rata nilai pretest dan posttest untuk kelas kontrol adalah 35,69 dan 50,17.

Rata-rata nilai posttest kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, proses pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model konvensional yang biasa digunakan oleh guru yaitu metode ceramah. Adanya perbedaan peningkatan hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa penggunaan perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif untuk meningkatkan hasil belajar aspek kognitif peserta didik. Tingkat keefektifan berdasarkan hasil *effect size* masuk dalam kategori sedang. Peningkatan hasil belajar aspek kognitif peserta didik pada kelas eksperimen yang rendah disebabkan oleh peserta didik yang belum terbiasa dengan pembelajaran menggunakan simulasi.

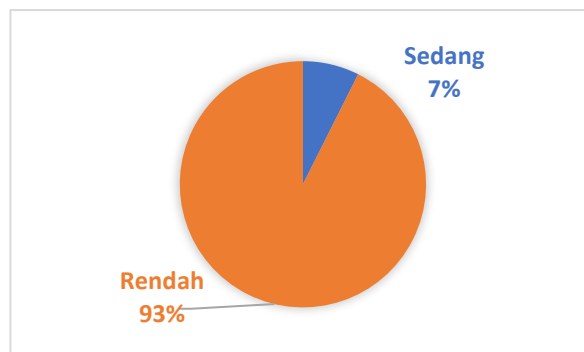
### 3. Peningkatan Motivasi Belajar Peserta Didik

Peningkatan motivasi belajar peserta didik diperoleh berdasarkan hasil pengisian angket motivasi belajar sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran. Analisis yang digunakan untuk mengetahui peningkatan motivasi belajar adalah analisis *standard gain*. Pada uji coba luas kelas eksperimen yang terdiri dari 27 peserta didik terdapat 7 peserta didik (26%) dengan *standard gain* kategori sedang dan 20 peserta didik (74%) dengan *standard gain* kategori rendah. Rerata nilai *standard gain* yang diperoleh dari hasil analisis adalah 0,22 yang masuk dalam kategori rendah. Sebaran *standard gain* motivasi belajar peserta didik kelas eksperimen disajikan pada Gambar 21.



Gambar 21. Diagram Sebaran Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Eksperimen

Pada uji coba luas kelas kontrol yang terdiri dari 27 peserta didik terdapat 2 peserta didik (7%) dengan standard gain kategori sedang dan 25 peserta didik (93%) dengan standard gain kategori rendah. Rerata nilai standard gain yang diperoleh dari hasil analisis adalah 0,13 yang masuk dalam kategori rendah. Sebaran standard gain motivasi belajar peserta didik kelas kontrol disajikan pada Gambar 22 berikut.



Gambar 22. Diagram Sebaran Standard Gain Motivasi Belajar Peserta Didik Kelas Kontrol

Rata-rata skor motivasi belajar akhir lebih tinggi daripada rata-rata skor motivasi belajar awal untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata skor motivasi belajar awal dan akhir untuk kelas eksperimen adalah 90,41 dan 99,52 sedangkan rata-rata skor motivasi belajar awal dan akhir untuk kelas kontrol adalah 86,59 dan 92,56.

Rata-rata skor motivasi belajar akhir kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Adanya perbedaan peningkatan motivasi belajar tersebut menunjukkan efektivitas penggunaan perangkat pembelajaran pada kelas eksperimen. Tingkat efektivitas peningkatan motivasi belajar berdasarkan *effect size* masuk dalam kategori kuat. Pada kelas eksperimen, proses pembelajaran menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan sedangkan pada kelas kontrol menggunakan model konvensional yang biasa digunakan oleh guru.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Telah dihasilkan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan handout yang layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran fisika materi alat optik. Kelayakan ditinjau dari nilai yang diberikan oleh ahli dan dianalisis menggunakan simpangan baku ideal (SBI). Nilai SBI untuk RPP sebesar 3,55 dengan kategori sangat layak, LKPD 1 sebesar 3,44 dengan kategori sangat layak, LKPD 2 sebesar 3,31 dengan kategori layak, dan handout sebesar 3,62 dengan kategori sangat layak. Kelayakan perangkat pembelajaran juga ditinjau dari nilai respon peserta didik yang dianalisis menggunakan simpangan baku ideal (SBI). Nilai SBI hasil uji coba terbatas untuk LKPD 1 sebesar 3,05 dengan kategori layak, LKPD 2 sebesar 2,96 dengan kategori layak, dan handout sebesar 2,88 dengan kategori layak. Nilai SBI hasil uji coba luas untuk LKPD 1 sebesar 3,20 dengan kategori layak, LKPD 2 sebesar 3,37 dengan kategori layak, dan handout sebesar 3,05 dengan kategori layak.
2. Perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) efektif untuk meningkatkan motivasi belajar dan hasil

belajar aspek kognitif. Efektivitas ditunjukkan dengan adanya peningkatan motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik yang menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET). Nilai gain motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik yang menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) berturut-turut sebesar 0,22 dengan kategori rendah dan 0,24 dengan kategori rendah. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan nilai gain motivasi belajar dan hasil belajar aspek kognitif peserta didik yang tidak menggunakan perangkat pembelajaran model *discovery* berbantuan *physics education technology* (PhET) yaitu sebesar 0,13 dengan kategori rendah dan 0,23 dengan kategori rendah.

#### **B. Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan penelitian pengembangan perangkat pembelajaran model simulasi dengan menggunakan *physics education technology* (PhET) antara lain:

1. Pemilihan kelas kontrol dan kelas eksperimen tidak dapat dilakukan secara acak dikarenakan guru di sekolah hanya memberikan dua kelas untuk uji coba luas.
2. Tidak dilakukan pengujian terbatas dengan menggunakan keseluruhan perangkat pembelajaran yang akan digunakan pada uji coba luas. Hal ini disebabkan waktu pengambilan data yang terbatas dan harus menyesuaikan

jadwal kegiatan pembelajaran sekolah. Pengujian terbatas hanya dilakukan pada LKPD 1, LKPD 2, dan handout.

3. Soal *pretest-posttest* tidak dilakukan uji empiris sebelum digunakan dalam uji coba luas sehingga analisis validitas empiris dengan program ITEMAN menggunakan hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol pada uji coba luas. Soal dengan kategori tidak baik tidak dihitung dalam analisis peningkatan hasil belajar.

### **C. Saran**

1. Perlunya dilakukan pengujian terbatas dengan menggunakan keseluruhan perangkat pembelajaran yang akan digunakan pada uji coba luas.
2. Penelitian dilakukan dengan memperhitungkan jadwal kegiatan di sekolah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusmin, R., Nirwana, dan Rohadi, N. (2018). *Peningkatan Motivasi dan hasil Belajar Siswa dengan Model Problem Based Learning Berbantuan Simulasi PhET di Kelas XI IPA-C SMAN 6 Kota Bengkulu*. Jurnal Kumparan Fisika Vol 1 No 2 hal: 53-59.
- Anderson, Lorin W. dan Krathwohl, David R. (2010). *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom*. Penerjemah: Agung Prihantono. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Arifin, Imam. (2017). *Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pairs Share terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Fisika*. Skripsi, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Azwar, S. (2012). *Reliabilitas dan Validitas*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Azwar, S. (2017). *Reliabilitas dan Validitas*. (Edisi 4). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Dani, Irfan. 2013. *Pengertian Perangkat Pembelajaran*. <http://pustaka.pandani.web.id/2013/03/pengertian-perangkat-pembelajaran.html?m=1> diakses pada 22 Maret 2019.
- Endrayanto, Herman Y S dan Harumurti, Yustiana W. (2018). *Penilaian Belajar Siswa di Sekolah*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Fathurrohman, M. (2015). *Model-Model Pembelajaran Inovatif: Alternatif Desain Pembelajaran yang Menyenangkan*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media.
- Hamalik, Oemar. 2011. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Huda, M. (2015). *Model-Model Pengajaran dan Pembelajaran: Isu-Isu Metodis dan Paradigmatis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Jihad, Asep dan Haris, Abdul. (2013). *Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Multi Pressindo.
- Labibah, Ulfaturrone Nur. (2018). *Efektivitas Model Pembelajaran Simulasi Berbantuan PhET pada Pembelajaran Fisika Ditinjau dari Peningkatan Keaktifan dan Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik SMA*. Skripsi, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

- Nurohman, Sabar. 2017. *Pelatihan Simulasi dan Pemodelan Menggunakan PhET*. <http://sabarnurohman.blogs.uny.ac.id/2017/08/18/pelatihan-simulasi-dan-pemodelan-menggunakan-phet/> diakses pada 22 Maret 2019.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2016 tentang Standar Penilaian Pendidikan.
- Pujiana. (2017). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI SMA N Bantul*. Skripsi, tidak diterbitkan, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rosyid, Muhammad Farchani dkk. (2018). *Kajian Konsep Fisika 2*. Solo: Tiga Serangkai Putra Mandiri.
- Safitri, L.A., Nasir, Muhammad, dan Syahril. (2017). *Peningkatan Motivasi Belajar Siswa SMA dengan Pendekatan Kontekstual Menggunakan Media Simulasi Virtual PhET di SMAN 10 Pekanbaru*. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ilmu Keguruan dan Ilmu Pendidikan Vol 4, No 2.
- Sardiman. (2014). *Interaksi dan Motivasi Belajar-Mengajar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Setyawarno, Didik. *Penggunaan Aplikasi Software Iteman (Item and Test Analysis) untuk Analisis Butir Soal Pilihan Ganda Berdasarkan Teori Tes Klasik*.
- Siregar, Eveline dan Nara, Hartini. 2011. *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia.
- Soepono, dkk. (1980). *Energi, Gelombang, dan Medan Jilid II*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sugihartono, dkk. (2013). *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sundayana, Rostina. (2015). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

- Suparmo dan Widodo, Tri. 2009. *Panduan Pembelajaran Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Thiagarajan, Sivasailan, dkk. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minnesota:Indiana University.
- Unesa. (2013). *Modul PLPG Pendidikan Ekonomi*. Pendidikan dan Latihan Profesi Guru 2013.
- Uno, B. Hamzah. (2015). *Teori Motivasi dan Pengukuran*. Gorontalo: Bumi Aksara.
- UU RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. [http://kelembagaan.ristekdikti.go.id/wp-content/uploads/2016/08/UU\\_no\\_20\\_th\\_2003.pdf](http://kelembagaan.ristekdikti.go.id/wp-content/uploads/2016/08/UU_no_20_th_2003.pdf) diakses pada 2 Oktober 2017.
- Wawasan Edukasi. (2018). *Pengertian Handout Beserta Fungsi dan Contohnya*. <http://www.wawasan-edukasi.web.id/2018/06/handout.html> diakses pada 19 Januari 2019.
- Widodo, Tri. 2009. *Fisika : untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Widoyoko, S Eko P. 2009. *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta:Pustaka Pelajar.
- Wuryaningsih, Retna dan Suharno. (2014). *Penerapan Pembelajaran Fisika dengan Media Simulasi PhET pada Pokok Bahasan Gaya untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas VIIIA SMPN 6 Yogyakarta*. Yogyakarta: Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng& DIY.
- Zuhdan K. Prasetyo, dkk. 2004. *Kapita Selekta Pembelajaran Fisika Edisi Kedua*. Pusat Penerbitan Universitas Terbuka.
- \_\_\_\_\_. *Tentang PhET*. <https://phet.colorado.edu/in/about> diakses pada 22 Maret 2019.

# LAMPIRAN

## **Lampiran 1. Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran dan Instrumen**

### **Penilaian**

- 1.1 Hasil Validasi RPP
  - 1.1.a Validasi RPP oleh Validator Ahli
  - 1.1.b Validasi RPP oleh Validator Praktisi
  - 1.1.c Hasil Analisis Kelayakan RPP
- 1.2 Hasil Validasi LKPD 1
  - 1.2.a Validasi LKPD 1 oleh Validator Ahli
  - 1.2.b Validasi LKPD 1 oleh Validator Praktisi
  - 1.2.c Hasil Analisis Kelayakan LKPD 1
- 1.3 Hasil Validasi LKPD 2
  - 1.3.a Validasi LKPD 2 oleh Validator Ahli
  - 1.3.b Validasi LKPD 2 oleh Validator Praktisi
  - 1.3.c Hasil Analisis Kelayakan LKPD 2
- 1.4 Hasil Validasi LDPD
  - 1.4.a Validasi LDPD oleh Validator Ahli
  - 1.4.b Validasi LDPD oleh Validator Praktisi
  - 1.4.c Hasil Analisis Kelayakan LDPD
- 1.5 Hasil Validasi Handout
  - 1.5.a Validasi Handout oleh Validator Ahli
  - 1.5.b Validasi Handout oleh Validator Praktisi
  - 1.5.c Hasil Analisis Kelayakan Handout
- 1.6 Hasil Validasi *Pretest-Posttest*
  - 1.6.a Hasil Analisis Kelayakan *Pretest-Posttest*
- 1.7 Hasil Validasi Angket Motivasi Belajar
  - 1.7.a Hasil Analisis Kelayakan Angket Motivasi Belajar



Lampiran 1.1.a Validasi RPP oleh Validator Ahli

LEMBAR VALIDASI

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Tujuan	: Mengukur kelayakan isi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah RPP atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

### A. LEMBAR PENILAIAN

No	Komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	Skor				Komentar/Saran
		4	3	2	1	
<b>A</b>	<b>Identitas Mata Pelajaran</b>					
1.	Terdapat satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, dan jumlah pertemuan.	✓				
<b>B</b>	<b>Perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi</b>					
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	✓				
2.	Kesesuaian indikator Pencapaian Kompetensi dengan Kompetensi Dasar yang diukur		✓			
<b>C</b>	<b>Perumusan Tujuan Pembelajaran</b>					
1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar		✓			
2.	Mengacu pada Indikator Pencapaian Kompetensi		✓			
<b>D</b>	<b>Pemilihan Materi Ajar</b>					
1.	Kesesuaian karakteristik peserta didik		✓			
2.	Kesesuaian dengan alokasi waktu		✓			
<b>E</b>	<b>Pemilihan Sumber Belajar</b>					
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran	✓				
2.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	✓				
<b>F</b>	<b>Pemilihan Media Belajar</b>					
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran	✓				
2.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	✓				
<b>G</b>	<b>Metode Pembelajaran</b>					
1.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik		✓			

2.	Kesesuaian dengan model pembelajaran yang digunakan		✓			
<b>H</b>	<b>Skenario Pembelajaran</b>					
1.	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup	✓				
2.	Kesesuaian penyajian dengan sistematika materi		✓			
3.	Kesesuaian alokasi waktu dengan cakupan materi		✓			
<b>I</b>	<b>Penilaian</b>					
1.	Kesesuaian dengan teknik penilaian dengan indikator pencapaian kompetensi		✓			
2.	Kejelasan prosedur penilaian		✓			
3.	Kelengkapan instrumen penilaian	✓				

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### C. KESIMPULAN

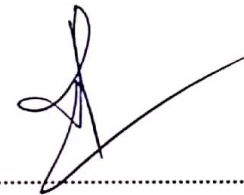
RPP ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



NIP .....

Lampiran 1.1.b Validasi RPP oleh Validator Praktisi

LEMBAR VALIDASI

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Tujuan	: Mengukur kelayakan isi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah RPP atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.



### A. LEMBAR PENILAIAN

No	Komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	Skor				Komentar/Saran
		4	3	2	1	
<b>A</b>	<b>Identitas Mata Pelajaran</b>					
1.	Terdapat satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, dan jumlah pertemuan.	✓				
<b>B</b>	<b>Perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi</b>					
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	✓				
2.	Kesesuaian indikator Pencapaian Kompetensi dengan Kompetensi Dasar yang diukur	✓				
<b>C</b>	<b>Perumusan Tujuan Pembelajaran</b>					
1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar		✓			
2.	Mengacu pada Indikator Pencapaian Kompetensi		✓			
<b>D</b>	<b>Pemilihan Materi Ajar</b>					
1.	Kesesuaian karakteristik peserta didik		✓			
2.	Kesesuaian dengan alokasi waktu		✓			
<b>E</b>	<b>Pemilihan Sumber Belajar</b>					
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran	✓				
2.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	✓				
<b>F</b>	<b>Pemilihan Media Belajar</b>					
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran	✓				
2.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	✓				
<b>G</b>	<b>Metode Pembelajaran</b>					
1.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	✓				

2.	Kesesuaian dengan model pembelajaran yang digunakan	✓				
<b>H</b>	<b>Skenario Pembelajaran</b>					
1.	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup	✓				
2.	Kesesuaian penyajian dengan sistematika materi		✓			
3.	Kesesuaian alokasi waktu dengan cakupan materi		✓			
<b>I</b>	<b>Penilaian</b>					
1.	Kesesuaian dengan teknik penilaian dengan indikator pencapaian kompetensi		✓			
2.	Kejelasan prosedur penilaian	✓				
3.	Kelengkapan instrumen penilaian	✓				

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

---

---

---

---

---

---

---

---

### C. KESIMPULAN

RPP ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



Isyad Riyadi, S.Pd

NIP. 1958026 199802 1002



Lampiran 1.1.c Hasil Analisis Kelayakan RPP

**DATA HASIL ANALISIS VALIDASI RPP**

No	Komponen Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
A	Identitas Mata Pelajaran				
1.	Terdapat satuan pendidikan, kelas, semester, materi pokok, dan jumlah pertemuan.	4	4	4	Sangat Layak
B	Perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi				
1.	Kesesuaian dengan KI dan KD	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kesesuaian indikator Pencapaian Kompetensi dengan Kompetensi Dasar yang diukur	3	4	3,5	Sangat Layak
Rata-Rata		3,5	4	3,75	Sangat Layak
C	Perumusan Tujuan Pembelajaran				
1.	Kesesuaian dengan Kompetensi Dasar	3	3	3	Layak
2.	Mengacu pada Indikator Pencapaian Kompetensi	3	3	3	Layak
Rata-Rata		3	3	3	Layak
D	Pemilihan Materi Ajar				
1.	Kesesuaian karakteristik peserta didik	3	3	3	Layak
2.	Kesesuaian dengan alokasi waktu	3	3	3	Layak
Rata-Rata		3	3	3	Layak
E	Pemilihan Sumber Belajar				
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	4	4	4	Sangat Layak
Rata-Rata		4	4	4	Sangat Layak
F	Pemilihan Media Belajar				
1.	Kesesuaian dengan materi pembelajaran	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	4	4	4	Sangat Layak

<b>Rata-Rata</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>Sangat Layak</b>
<b>G</b>	<b>Metode Pembelajaran</b>				
1.	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kesesuaian dengan model pembelajaran yang digunakan	3	4	3,5	Sangat Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>3,75</b>	<b>Sangat Layak</b>
<b>H</b>	<b>Skenario Pembelajaran</b>				
1.	Menampilkan kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kesesuaian penyajian dengan sistematika materi	3	3	3	Layak
3.	Kesesuaian alokasi waktu dengan cakupan materi	3	3	3	Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,33</b>	<b>3,33</b>	<b>3,33</b>	<b>Layak</b>
<b>I</b>	<b>Penilaian</b>				
1.	Kesesuaian dengan teknik penilaian dengan indikator pencapaian kompetensi	3	3	3	Layak
2.	Kejelasan prosedur penilaian	3	4	3,5	Sangat Layak
3.	Kelengkapan instrumen penilaian	4	4	4	Sangat Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,33</b>	<b>3,67</b>	<b>3,5</b>	<b>Sangat Layak</b>
Jumlah Total		66	69	67,5	
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,47</b>	<b>3,63</b>	<b>3,55</b>	<b>Sangat Layak</b>

No	Komponen RPP	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
1	Identitas Mata Pelajaran	4	4	4	Sangat Layak
2	Perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi	3,5	4	3,75	Sangat Layak
3	Perumusan Tujuan Pembelajaran	3	3	3	Layak
4	Pemilihan Materi Ajar	3	3	3	Layak
5	Pemilihan Sumber Belajar	4	4	4	Sangat Layak
6	Pemilihan Media Belajar	4	4	4	Sangat Layak
7	Metode Pembelajaran	3,5	4	3,75	Sangat Layak
8	Skenario Pembelajaran	3,33	3,33	3,33	Layak
9	Penilaian	3,33	3,67	3,5	Sangat Layak

#### Kriteria Penilaian Ideal

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak
2	$2,8 < \bar{X} \leq 3,4$	Layak
3	$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup Layak
4	$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat Tidak Layak

Lampiran 1.2.a Validasi LKPD 1 oleh Validator Ahli

LEMBAR VALIDASI

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) I

---

Tujuan	: Mengukur kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

---

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah LKPD atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

### A. LEMBAR PENILAIAN

No	Penilaian	Deskripsi	Skor				Komentar/Saran
			4	3	2	1	
Aspek Didaktik							
1.	Memperhatikan adanya perbedaan individu	LKPD dapat dipahami oleh setiap peserta didik dengan kemampuan berbeda		✓			
2.	Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep	LKPD berfungsi sebagai petunjuk bagi peserta didik untuk mencari informasi		✓			
3.	Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik	LKPD memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menulis, menggambar, dan berdialog dengan teman		✓			
4.	Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional dan moral peserta didik	Kegiatan dalam LKPD memungkinkan peserta didik berhubungan dengan orang lain dan mengkomunikasikan pendapat dengan hasil kerjanya		✓			
Aspek Kualitas Materi dalam LKPD							
5.	Kelengkapan materi	Materi yang disampaikan mencakup semua materi yang terkandung dalam Ki dan KD	✓				
6.	Keluasan materi	Materi yang disajikan mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian semua KI	✓				

7.	Kesesuaian indikator	Indikator pembelajaran sesuai dengan KI dan KD		✓			
8.	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	Materi yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah disyaratkan dalam indikator pencapaian KD		✓			
9.	Kebenaran konsep materi	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak penafsiran dan sesuai dengan konsep yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			
10.	Keakuratan fakta data	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
11.	Keakuratan gambar dan ilustrasi	Gambar dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
12.	Keakuratan istilah	Istilah-istilah teknis sesuai dengan kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik	✓				
13.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	Notasi dan simbol disajikan secara benar menurut kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik	✓				

14.	Kesistematiskan urutan materi	Materi disajikan secara urut dan sistematis	✓				
15.	Kesesuaian urutan dengan kemampuan peserta didik	Urutan materi disajikan sesuai tingkat kemampuan peserta didik	✓				
16.	Dorongan untuk mencari informasi lebih	Petunjuk dalam LKPD mendorong peserta didik untuk mencari informasi lebih lanjut		✓			

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### C. KESIMPULAN

LKPD ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



NIP .....



Lampiran 1.2.b Validasi LKPD 1 oleh Validator Praktisi

LEMBAR VALIDASI	
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1	
Tujuan	: Mengukur kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah LKPD atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

# A. LEMBAR PENILAIAN

No	Penilaian	Deskripsi	Skor				Komentar/Saran
			4	3	2	1	
Aspek Didaktik							
1.	Memperhatikan adanya perbedaan individu	LKPD dapat dipahami oleh setiap peserta didik dengan kemampuan berbeda		✓			
2.	Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep	LKPD berfungsi sebagai petunjuk bagi peserta didik untuk mencari informasi	✓				
3.	Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik	LKPD memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menulis, menggambar, dan berdialog dengan teman		✓			
4.	Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional dan moral peserta didik	Kegiatan dalam LKPD memungkinkan peserta didik berhubungan dengan orang lain dan mengkomunikasikan pendapat dengan hasil kerjanya	✓				
Aspek Kualitas Materi dalam LKPD							
5.	Kelengkapan materi	Materi yang disampaikan mencakup semua materi yang terkandung dalam Ki dan KD	✓				
6.	Keluasan materi	Materi yang disajikan mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian semua KI	✓				

7.	Kesesuaian indikator	Indikator pembelajaran sesuai dengan KI dan KD		~			
8.	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	Materi yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah disyaratkan dalam indikator pencapaian KD		✓			
9.	Kebenaran konsep materi	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak penafsiran dan sesuai dengan konsep yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			
10.	Keakuratan fakta data	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
11.	Keakuratan gambar dan ilustrasi	Gambar dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
12.	Keakuratan istilah	Istilah-istilah teknis sesuai dengan kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik	✓				
13.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	Notasi dan simbol disajikan secara benar menurut kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik	✓				

14.	Kesistematiskan urutan materi	Materi disajikan secara urut dan sistematis	✓				
15.	Kesesuaian urutan dengan kemampuan peserta didik	Urutan materi disajikan sesuai tingkat kemampuan peserta didik	✓				
16.	Dorongan untuk mencari informasi lebih	Petunjuk dalam LKPD mendorong peserta didik untuk mencari informasi lebih lanjut		✓			

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### C. KESIMPULAN

LKPD ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



Wijaya Ryadi, S-Pd

NIP. 1968026 199802 1002

Lampiran 1.2.c Hasil Analisis Kelayakan LKPD 1

**DATA ANALISIS VALIDASI LKPD 1**

No	Penilaian	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
	Aspek Didaktik				
1.	Memperhatikan adanya perbedaan individu	3	3	3	Layak
2.	Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep	3	4	3,5	Sangat Layak
3.	Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik	3	3	3	Layak
4.	Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional dan moral peserta didik	3	4	3,5	Sangat Layak
Rata-Rata		3	3,5	3,25	Layak
	Aspek Kualitas Materi dalam LKPD				
5.	Kelengkapan materi	4	4	4	Sangat Layak
6.	Keluasan materi	4	4	4	Sangat Layak
7.	Kesesuaian indikator	3	3	3	Layak
8.	Kesesuain materi dengan tujuan pembelajaran	3	3	3	Layak
9.	Kebenaran konsep materi	3	3	3	Layak
10.	Keakuratan fakta data	3	3	3	Layak
11.	Keakuratan gambar dan ilustrasi	3	3	3	Layak
12.	Keakuratan istilah	4	4	4	Sangat Layak
13.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	4	4	4	Sangat Layak

14.	Kesistematiskan urutan materi	4	4	4	Sangat Layak
15.	Kesesuaian urutan dengan kemampuan peserta didik	4	4	4	Sangat Layak
16.	Dorongan untuk mencari informasi lebih	3	3	3	Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>Sangat Layak</b>
Jumlah Total		54	56	55	
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,38</b>	<b>3,5</b>	<b>3,44</b>	<b>Sangat Layak</b>

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
1.	Didaktik	3	3,5	3,25	Layak
2.	Kualitas Materi dalam LKPD	3,5	3,5	3,5	Sangat Layak

#### Kriteria Penilaian Ideal

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak
2	$2,8 < \bar{X} \leq 3,4$	Layak
3	$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup Layak
4	$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat Tidak Layak



### Lampiran 1.3.a Validasi LKPD 2 oleh Validator Ahli

#### LEMBAR VALIDASI

##### LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 2

---

Tujuan	: Mengukur kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

---

#### Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah LKPD atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.



### A. LEMBAR PENILAIAN

No	Penilaian	Deskripsi	Skor				Komentar/Saran
			4	3	2	1	
Aspek Didaktik							
1.	Memperhatikan adanya perbedaan individu	LKPD dapat dipahami oleh setiap peserta didik dengan kemampuan berbeda		✓			
2.	Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep	LKPD berfungsi sebagai petunjuk bagi peserta didik untuk mencari informasi		✓			
3.	Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik	LKPD memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menulis, menggambar, dan berdialog dengan teman		✓			
4.	Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional dan moral peserta didik	Kegiatan dalam LKPD memungkinkan peserta didik berhubungan dengan orang lain dan mengkomunikasikan pendapat dengan hasil kerjanya		✓			
Aspek Kualitas Materi dalam LKPD							
5.	Kelengkapan materi	Materi yang disampaikan mencakup semua materi yang terkandung dalam Ki dan KD	✓				
6.	Keluasan materi	Materi yang disajikan mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian semua KI	✓				

7.	Kesesuaian indikator	Indikator pembelajaran sesuai dengan KI dan KD		✓			
8.	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	Materi yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah disyaratkan dalam indikator pencapaian KD		✓			
9.	Kebenaran konsep materi	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak penafsiran dan sesuai dengan konsep yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			
10.	Keakuratan fakta data	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
11.	Keakuratan gambar dan ilustrasi	Gambar dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
12.	Keakuratan istilah	Istilah-istilah teknis sesuai dengan kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik	✓				
13.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	Notasi dan simbol disajikan secara benar menurut kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			

14.	Kesistematian urutan materi	Materi disajikan secara urut dan sistematis	✓				
15.	Kesesuaian urutan dengan kemampuan peserta didik	Urutan materi disajikan sesuai tingkat kemampuan peserta didik		✓			
16.	Dorongan untuk mencari informasi lebih	Petunjuk dalam LKPD mendorong peserta didik untuk mencari informasi lebih lanjut	✓	✓			

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

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

### C. KESIMPULAN

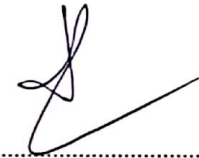
LKPD ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



NIP .....

Lampiran 1.3.b Validasi LKPD 2 oleh Validator Praktisi

**LEMBAR VALIDASI**  
**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 2**

Tujuan	: Mengukur kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:  
4: Sangat Baik  
3: Baik  
2: Kurang Baik  
1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah LKPD atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

### A. LEMBAR PENILAIAN

No	Penilaian	Deskripsi	Skor				Komentar/Saran
			4	3	2	1	
Aspek Didaktik							
1.	Memperhatikan adanya perbedaan individu	LKPD dapat dipahami oleh setiap peserta didik dengan kemampuan berbeda		✓			
2.	Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep	LKPD berfungsi sebagai petunjuk bagi peserta didik untuk mencari informasi		✓			
3.	Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik	LKPD memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menulis, menggambar, dan berdialog dengan teman		✓			
4.	Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional dan moral peserta didik	Kegiatan dalam LKPD memungkinkan peserta didik berhubungan dengan orang lain dan mengkomunikasikan pendapat dengan hasil kerjanya		✓			
Aspek Kualitas Materi dalam LKPD							
5.	Kelengkapan materi	Materi yang disampaikan mencakup semua materi yang terkandung dalam KI dan KD	✓				
6.	Keluasan materi	Materi yang disajikan mencerminkan jabaran yang mendukung pencapaian semua KI	✓				



7.	Kesesuaian indikator	Indikator pembelajaran sesuai dengan KI dan KD		✓			
8.	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	Materi yang disajikan dalam LKPD membantu peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah disyaratkan dalam indikator pencapaian KD		✓			
9.	Kebenaran konsep materi	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak penafsiran dan sesuai dengan konsep yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			
10.	Keakuratan fakta data	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
11.	Keakuratan gambar dan ilustrasi	Gambar dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien		✓			
12.	Keakuratan istilah	Istilah-istilah teknis sesuai dengan kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			
13.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	Notasi dan simbol disajikan secara benar menurut kelaziman yang berlaku dalam materi optika geometrik dan alat optik		✓			

14.	Kesistematiskan urutan materi	Materi disajikan secara urut dan sistematis	✓				
15.	Kesesuaian urutan dengan kemampuan peserta didik	Urutan materi disajikan sesuai tingkat kemampuan peserta didik	✓				
16.	Dorongan untuk mencari informasi lebih	Petunjuk dalam LKPD mendorong peserta didik untuk mencari informasi lebih lanjut		✓			

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### C. KESIMPULAN

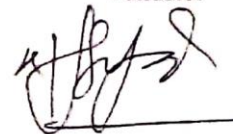
LKPD ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



Wahid Ryzah, S. Pd

NIP 1968022 199802 1002

Lampiran 1.3.c Hasil Analisis Kelayakan LKPD 2

**DATA ANALISIS VALIDASI LKPD 2**

No	Penilaian	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
	Aspek Didaktik				
1.	Memperhatikan adanya perbedaan individu	3	3	3	Layak
2.	Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep	3	3	3	Layak
3.	Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik	3	3	3	Layak
4.	Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional dan moral peserta didik	3	3	3	Layak
Rata-Rata		3	3	3	Layak
	Aspek Kualitas Materi dalam LKPD				
5.	Kelengkapan materi	4	4	4	Sangat Layak
6.	Keluasan materi	4	4	4	Sangat Layak
7.	Kesesuaian indikator	3	3	3	Layak
8.	Kesesuain materi dengan tujuan pembelajaran	3	3	3	Layak
9.	Kebenaran konsep materi	3	3	3	Layak
10.	Keakuratan fakta data	3	3	3	Layak
11.	Keakuratan gambar dan ilustrasi	3	3	3	Layak
12.	Keakuratan istilah	4	4	4	Sangat Layak
13.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	3	4	3,5	Sangat Layak

14.	Kesistematiskan urutan materi	4	4	4	Sangat Layak
15.	Kesesuaian urutan dengan kemampuan peserta didik	3	4	3,5	Sangat Layak
16.	Dorongan untuk mencari informasi lebih	3	3	3	Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,33</b>	<b>3,50</b>	<b>3,42</b>	<b>Sangat Layak</b>
Jumlah Total		52	54	53	
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,25</b>	<b>3,38</b>	<b>3,31</b>	<b>Layak</b>

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
1.	Didaktik	3	3	3	Layak
2.	Kualitas Materi dalam LKPD	3,33	3,50	3,42	Sangat Layak

#### Kriteria Penilaian Ideal

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak
2	$2,8 < \bar{X} \leq 3,4$	Layak
3	$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup Layak
4	$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat Tidak Layak

Lampiran 1.4.a Validasi LDPD oleh Validator Ahli

**LEMBAR VALIDASI**

**LEMBAR DISKUSI PESERTA DIDIK (LDPD)**

Tujuan : Mengukur kelayakan Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.

Materi Pokok : Alat Optik

Sasaran Program : Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2

Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA

Peneliti : Ardiana Saptantia Khudria

Validator :

Tanggal :

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah LDPD atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

**A. LEMBAR PENILAIAN**

No	Aspek yang Dinilai	Skala				Komentar/Saran
		4	3	2	1	
<b>A.</b>	<b>Format</b>					
1.	Penggunaan gambar dan Ilustrasi		✓			
2.	Penulisan petunjuk penggunaan LDPD mudah dipahami		✓			
<b>B</b>	<b>Isi</b>					
1.	Kesesuaian soal diskusi dengan KI dan KD		✓			
2.	Kesesuaian soal diskusi dengan indikator		✓			

<b>C.</b>	<b>Bahasa</b>					
1.	Penggunaan bahasa baku dalam penulisan LDPD	✓				
2.	Penggunaan bahasa yang komunikatif	✓				

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

*Diberi sesuai dg jumlah bawahan*

.....

.....

.....

.....

.....

#### C. KESIMPULAN

LDPD ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



NIP .....

Lampiran 1.4.b Validasi LDPD oleh Validator Praktisi

**LEMBAR VALIDASI**

**LEMBAR DISKUSI PESERTA DIDIK (LDPD)**

Tujuan : Mengukur kelayakan Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD) untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.

Materi Pokok : Alat Optik

Sasaran Program : Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2

Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA

Peneliti : Ardhiana Saptantia Khudria

Validator :

Tanggal :

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD) sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:  
4: Sangat Baik  
3: Baik  
2: Kurang Baik  
1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran atas Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD) dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah LDPD atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

**A. LEMBAR PENILAIAN**

No	Aspek yang Dinilai	Skala				Komentar/Saran
		4	3	2	1	
<b>A.</b>	<b>Format</b>					
1.	Penggunaan gambar dan ilustrasi	✓				
2.	Penulisan petunjuk penggunaan LDPD mudah dipahami		✓			
<b>B</b>	<b>Isi</b>					
1.	Kesesuaian soal diskusi dengan KI dan KD		✓			
2.	Kesesuaian soal diskusi dengan indikator		✓			

C.	Bahasa					
1.	Penggunaan bahasa baku dalam penulisan LDPD	✓				
2.	Penggunaan bahasa yang komunikatif	✓				

#### B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

#### C. KESIMPULAN

LDPD ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sloman, ..... 2019

Validator

*[Handwritten Signature]*

*[Handwritten Name: W. R. R. R. S. Pd]*

NIP. *[Handwritten Number: 1980026 19802 1002]*

Lampiran 1.4.c Hasil Analisis Kelayakan LDPD

**DATA ANALISIS VALIDASI LDPD**

No	Aspek yang Dinilai	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
A.	Format				
1.	Penggunaan gambar dan Ilustrasi	3	4	3,5	Sangat Layak
2.	Penulisan petunjuk penggunaan LDPD mudah dipahami	3	3	3	Layak
Rata-Rata		3	3,5	3,25	Layak
B	Isi				
1.	Kesesuaian soal diskusi dengan KI dan KD	3	3	3	Layak
2.	Kesesuaian soal diskusi dengan indikator	3	3	3	Layak
Rata-Rata		3	3	3	Layak
C.	Bahasa				
1.	Penggunaan bahasa baku dalam penulisan LDPD	4	4	4	Sangat Layak
2.	Penggunaan bahasa yang komunikatif	4	4	4	Sangat Layak
Rata-Rata		4	4	4	Sangat Layak
Jumlah Total		20	21	20,5	
Rata-Rata Total		3,33	3,50	3,42	Sangat Layak

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
1.	Format	3	3,5	3,25	Layak
2.	Isi	3	3	3	Layak
3.	Bahasa	4	4	4	Sangat Layak



**Kriteria Penilaian Ideal**

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak
2	$2,8 < \bar{X} \leq 3,4$	Layak
3	$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup Layak
4	$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat Tidak Layak

Lampiran 1.5.a Validasi Handout oleh Validator Ahli

**LEMBAR VALIDASI**

**HANDOUT FISIKA**

Tujuan	: Mengukur kelayakan handout fisika untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.
Materi Pokok	: Alat Optik
Sasaran Program	: Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2
Judul Penelitian	: Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan <i>Physics Education Technology</i> (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA
Peneliti	: Ardhiana Saptantia Khudria
Validator	:
Tanggal	:

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi handout fisika sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:
  - 4: Sangat Baik
  - 3: Baik
  - 2: Kurang Baik
  - 1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran handout fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah handout atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

**A. LEMBAR PENILAIAN**

No	Aspek	Nilai				Komentar/Saran
		4	3	2	1	
A.	Isi					
1.	Kesesuaian materi yang disajikan dengan KD	✓				
2.	Kesesuaian contoh dengan materi	✓				

3.	Ketepatan ilustrasi untuk menjelaskan materi		✓			
4.	Keakuratan fakta		✓			
5.	Keruntutan alur berpikir	✓				
6.	Kontekstualitas materi yang disajikan		✓			
7.	Materi mudah dipahami		✓			
8.	Kedalaman materi	✓				
9.	Kesesuaian evaluasi (uji kompetensi) dengan materi		✓			
10.	Ilustrasi menarik dan memotivasi peserta didik untuk belajar fisika		✓			
11.	Media menjadikan penyampaian materi lebih efisien		✓			
12.	Media menunjukkan keterkaitan materi fisika di kehidupan sehari-hari		✓			
<b>B.</b>	<b>Bahasa</b>					
1.	Penggunaan ejaan yang benar	✓				
2.	Kebenaran penggunaan istilah	✓				
3.	Penggunaan kalimat benar	✓				
4.	Konsistensi penggunaan istilah, simbol, nama ilmiah/nama asing	✓				
5.	Kesesuaian penggunaan teks dengan gambar yang digunakan	✓				
6.	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan perkembangan kognisi	✓				

<b>C.</b>	<b>Penyajian</b>					
1.	Penyajian materi secara logis	✓				
2.	Penyajian materi secara sistematis	✓				
3.	Penyajian materi familiar dengan peserta didik		✓			
4.	Penyajian materi menimbulkan suasana menyenangkan		✓			
5.	Penyajian gambar pada handout jelas		✓			
6.	Penyajian dapat menuntun peserta didik untuk menggali informasi		✓			
7.	Penyajian materi inovatif dan memberi kesan pelajaran fisika bukan pelajaran yang sulit		✓			
8.	Penyajian memotivasi peserta didik untuk tertarik pada pelajaran fisika		✓			
9.	Penyajian uji kompetensi berupa evaluasi dapat mengukur kemampuan belajar peserta didik		✓			
<b>D.</b>	<b>Kegrafisan</b>					
1.	Kesesuaian proporsi gambar dengan bahasa paparan	✓				
2.	Keterbacaan teks atau tulisan	✓				
3.	Kesesuaian ukuran gambar	✓				
4.	Kesesuaian warna gambar	✓				
5.	Kesesuaian bentuk gambar	✓				
6.	Bentuk gambar rapi	✓				
7.	Sampul atau cover sampul	✓				

## B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## C. KESIMPULAN

Handout fisika ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



.....

NIP .....

Lampiran 1.5.b Validasi Handout oleh Validator Praktisi

**LEMBAR VALIDASI**

**HANDOUT FISIKA**

Tujuan : Mengukur kelayakan handout fisika untuk digunakan pada pembelajaran Fisika di sekolah.

Materi Pokok : Alat Optik

Sasaran Program : Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2

Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA

Peneliti : Ardhiana Saptantia Khudria

Validator :

Tanggal :

Petunjuk :

1. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk menilai kelayakan isi handout fisika sebagai ahli materi.
2. Bapak/Ibu mohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom yang tersedia sebagai skor penilaian dengan menggunakan kriteria:  
4: Sangat Baik  
3: Baik  
2: Kurang Baik  
1: Tidak Baik
3. Mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk memeriksa dan memberikan saran handout fisika ini.
4. Saran dan revisi dapat dituliskan langsung pada naskah handout atau pada tempat yang telah disediakan pada lembar validasi ini.

**A. LEMBAR PENILAIAN**

No	Aspek	Nilai				Komentar/Saran
		4	3	2	1	
A.	Isi					
1.	Kesesuaian materi yang disajikan dengan KD	✓				
2.	Kesesuaian contoh dengan materi	✓				



3.	Ketepatan ilustrasi untuk menjelaskan materi	✓				
4.	Keakuratan fakta		✓			
5.	Keruntutan alur berpikir	✓				
6.	Kontekstualitas materi yang disajikan		✓			
7.	Materi mudah dipahami	✓				
8.	Kedalaman materi	✓				
9.	Kesesuaian evaluasi (uji kompetensi) dengan materi		✓			
10.	Ilustrasi menarik dan memotivasi peserta didik untuk belajar fisika	✓				
11.	Media menjadikan penyampaian materi lebih efisien		✓			
12.	Media menunjukkan keterkaitan materi fisika di kehidupan sehari-hari		✓			
<b>B.</b>	<b>Bahasa</b>					
1.	Penggunaan ejaan yang benar	✓				
2.	Kebenaran penggunaan istilah	✓				
3.	Penggunaan kalimat benar	✓				
4.	Konsistensi penggunaan istilah, simbol, nama ilmiah/nama asing	✓				
5.	Kesesuaian penggunaan teks dengan gambar yang digunakan	✓				
6.	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan perkembangan kognisi	✓				

<b>C.</b>	<b>Penyajian</b>					
1.	Penyajian materi secara logis	✓				
2.	Penyajian materi secara sistematis	✓				
3.	Penyajian materi familiar dengan peserta didik		✓			
4.	Penyajian materi menimbulkan suasana menyenangkan		✓			
5.	Penyajian gambar pada handout jelas	✓				
6.	Penyajian dapat menuntun peserta didik untuk menggali informasi		✓			
7.	Penyajian materi inovatif dan memberi kesan pelajaran fisika bukan pelajaran yang sulit		✓			
8.	Penyajian memotivasi peserta didik untuk tertarik pada pelajaran fisika		✓			
9.	Penyajian uji kompetensi berupa evaluasi dapat mengukur kemampuan belajar peserta didik		✓			
<b>D.</b>	<b>Kegrafisan</b>					
1.	Kesesuaian proporsi gambar dengan bahasa paparan	✓				
2.	Keterbacaan teks atau tulisan	✓				
3.	Kesesuaian ukuran gambar	✓				
4.	Kesesuaian warna gambar	✓				
5.	Kesesuaian bentuk gambar	✓				
6.	Bentuk gambar rapi	✓				
7.	Sampul atau cover sampul	✓				



## B. KOMENTAR UMUM DAN SARAN PERBAIKAN

.....

.....

.....

.....

.....

## C. KESIMPULAN

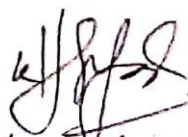
Handout fisika ini dinyatakan \*)

1. Layak digunakan tanpa revisi
2. Layak digunakan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

\*) Lingkari salah satu nomor

Sleman, ..... 2019

Validator



Widyad Riyadi S.Pd

NIP. 19690261998021002

Lampiran 1.5.c Hasil Analisis Kelayakan Handout

**DATA ANALISIS VALIDASI HANDOUT**

No	Aspek	Penilai		Skor Rata-Rata	Kategori
		1	2		
<b>A.</b>	<b>Isi</b>				
1.	Kesesuaian materi yang disajikan dengan KD	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kesesuaian contoh dengan materi	4	4	4	Sangat Layak
3.	Ketepatan ilustrasi untuk menjelaskan materi	3	4	3,5	Sangat Layak
4.	Keakuratan fakta	3	3	3	Layak
5.	Keruntutan alur berpikir	4	4	4	Sangat Layak
6.	Kontekstualitas materi yang disajikan	3	3	3	Layak
7.	Materi mudah dipahami	3	4	3,5	Sangat Layak
8.	Kedalaman materi	4	4	4	Sangat Layak
9.	Kesesuaian evaluasi (uji kompetensi) dengan materi	3	3	3	Layak
10.	Ilustrasi menarik dan memotivasi peserta didik untuk belajar fisika	3	4	3,5	Sangat Layak
11.	Media menjadikan penyampaian materi lebih efisien	3	3	3	Layak
12.	Media menunjukkan keterkaitan materi fisika di kehidupan sehari-hari	3	3	3	Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,33</b>	<b>3,58</b>	<b>3,46</b>	<b>Sangat Layak</b>
<b>B.</b>	<b>Bahasa</b>				
1.	Penggunaan ejaan yang benar	4	4	4	Sangat Layak
2.	Kebenaran penggunaan istilah	4	4	4	Sangat Layak
3.	Penggunaan kalimat benar	4	4	4	Sangat Layak

4.	Konsistensi penggunaan istilah, simbol, nama ilmiah/nama asing	4	4	4	Sangat Layak
5.	Kesesuaian penggunaan teks dengan gambar yang digunakan	4	4	4	Sangat Layak
6.	Kesesuaian penggunaan bahasa dengan perkembangan kognisi	4	4	4	Sangat Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>Sangat Layak</b>
<b>C.</b>	<b>Penyajian</b>				
1.	Penyajian materi secara logis	4	4	4	Sangat Layak
2.	Penyajian materi secara sistematis	4	4	4	Sangat Layak
3.	Penyajian materi familiar dengan peserta didik	3	3	3	Layak
4.	Penyajian materi menimbulkan suasana menyenangkan	3	3	3	Layak
5.	Penyajian gambar pada handout jelas	3	4	3,5	Sangat Layak
6.	Penyajian dapat menuntun peserta didik untuk menggali informasi	3	3	3	Layak
7.	Penyajian materi inovatif dan memberi kesan pelajaran fisika bukan pelajaran yang sulit	3	3	3	Layak
8.	Penyajian memotivasi peserta didik untuk tertarik pada pelajaran fisika	3	3	3	Layak
9.	Penyajian uji kompetensi berupa evaluasi dapat mengukur kemampuan belajar peserta didik	3	3	3	Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>3,22</b>	<b>3,33</b>	<b>3,28</b>	<b>Layak</b>
<b>D.</b>	<b>Kegrafisan</b>				
1.	Kesesuaian proporsi gambar dengan bahasa paparan	4	4	4	Sangat Layak
2.	Keterbacaan teks atau tulisan	4	4	4	Sangat Layak
3.	Kesesuaian ukuran gambar	4	4	4	Sangat Layak

4.	Kesesuaian warna gambar	4	4	4	Sangat Layak
5.	Kesesuaian bentuk gambar	4	4	4	Sangat Layak
6.	Bentuk gambar rapi	4	4	4	Sangat Layak
7.	Sampul atau cover sampul	4	4	4	Sangat Layak
<b>Rata-Rata</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>Sangat Layak</b>
Jumlah Total		121	125	123	
<b>Rata-Rata Total</b>		<b>3,56</b>	<b>3,68</b>	<b>3,62</b>	<b>Sangat Layak</b>

No	Aspek	Validator		Skor Rata-rata	Kategori
		1	2		
1.	Isi	3,33	3,58	3,46	Sangat Layak
2.	Bahasa	4	4	4	Sangat Layak
3.	Penyajian	3,22	3,33	3,28	Layak
4.	Kegrafisan	4	4	4	Sangat Layak

#### Kriteria Penilaian Ideal

No	Rentang Skor	Kategori
1	$\bar{X} > 3,4$	Sangat Layak
2	$2,8 < \bar{X} \leq 3,4$	Layak
3	$2,2 < \bar{X} \leq 2,8$	Cukup Layak
4	$1,6 < \bar{X} \leq 2,2$	Tidak Layak
5	$\bar{X} \leq 1,6$	Sangat Tidak Layak

**DATA ANALISIS VALIDASI PRETEST-POSTEST**

No	Validator		Nilai V	Kategori
	1	2		
1.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
2.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
3.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
4.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
5.	3	3	0,67	Tinggi
6.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
7.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
8.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
9.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
10.	3	3	0,67	Tinggi
11.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
12.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
13.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
14.	3	3	0,67	Tinggi
15.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
16.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
17.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
18.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
19.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
20.	4	4	1,00	Sangat Tinggi

**Kriteria Penilaian Validitas Isi**

No	Nilai V	Kategori
1	0,8 – 1,00	Sangat Tinggi
2	0,6 – 0,799	Tinggi
3	0,4 – 0,699	Cukup
4	0,2 – 0,399	Rendah
5	< 0,2	Sangat Rendah

Lampiran 1.7.a Hasil Analisis Kelayakan Angket Motivasi Belajar

No	Validator		Nilai V	Kategori
	1	2		
1.	3	3	0,67	Tinggi
2.	3	3	0,67	Tinggi
3.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
4.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
5.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
6.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
7.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
8.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
9.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
10.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
11.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
12.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
13.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
14.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
15.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
16.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
17.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
18.	3	3	0,67	Tinggi
19.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
20.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
21.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
22.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
23.	3	4	0,83	Sangat Tinggi
24.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
25.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
26.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
27.	3	3	0,67	Tinggi
28.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
29.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
30.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
31.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
32.	4	4	1,00	Sangat Tinggi
33.	3	4	0,83	Sangat Tinggi

**Kriteria Penilaian Validitas Isi**

No	Nilai V	Kategori
1	0,8 – 1,00	Sangat Tinggi
2	0,6 – 0,799	Tinggi
3	0,4 – 0,699	Cukup
4	0,2 – 0,399	Rendah
5	< 0,2	Sangat Rendah

## **Lampiran 2. Hasil Uji Coba Terbatas**

### **2.1 Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1**

2.1.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

2.1.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

### **2.2 Angket Respon Peserta Didik Terhadap LKPD 2**

2.2.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

2.2.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

### **2.3 Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout**

2.3.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

2.3.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

Lampiran 2.1.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 1

Nama : ..

No. Absen : ..... 12

Kelas : X1 MIPA 2

Petunjuk pengisian lembar angket.

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

A. DAFTAR PERNYATAAN

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Cover yang digunakan dalam LKPD menarik minat dalam belajar		✓		
2.	Eksperimen dalam LKPD menarik	✓			
3.	Gambar dalam LKPD jelas	✓			
4.	Tulisan dalam LKPS jelas/mudah dibaca	✓			
5.	LKPD menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami		✓		
6.	Kegiatan dalam LKPD jelas dan runtut		✓		
7.	LKPD menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan		✓		
8.	Permasalahan dalam LKPD mendorong saya untuk memberikan pendapat dari kasus yang ada		✓		
9.	Kasus awal dalam LKPD membantu saya dalam melakukan penyelidikan			✓	



10.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk bekerja sama		✓		
11.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk aktif terlibat dalam diskusi		✓		
12.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pengalaman baru		✓		
13.	Kegiatan dalam LKPD menuntun saya untuk menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari	✓			
14.	Kegiatan dalam LKPD meningkatkan motivasi saya untuk belajar	✓			

#### B. KOMENTAR DAN SARAN

Cara ~~ajar~~ belajar pakai simulasi lebih menarik dan menyenangkan

Sleman, 16 April 2019

Peserta Didik



Lampiran 2.1.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

**ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 1**  
**UJI COBA TERBATAS**

Peserta Didik	Aspek Respon Peserta Didik														Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	39	2,79
5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	41	2,93
6	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	45	3,21
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
8	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	3	45	3,21
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
12	3	4	4	4	3	3	3	3	2	3	3	3	4	4	46	3,29
13	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	47	3,36
18	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	40	2,86
20	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	40	2,86
23	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	46	3,29
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
27	2	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	4	3	3	41	2,93
Jumlah	39	39	42	42	38	40	41	39	37	40	40	42	39	38	556	39,71
Rata-Rata	3,00	3,00	3,23	3,23	2,92	3,08	3,15	3,00	2,85	3,08	3,08	3,23	3,00	2,92	42,77	3,05
Kategori	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L		L

Keterangan :

SL : Sangat Layak

L : Layak

C : Cukup Layak

TL : Tidak Layak

KL : Kurang Layak

Lampiran 2.2.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 2**

Nama : ..

No. Absen : 11 .....

Kelas : XI IPA 2 .....

Petunjuk pengisian lembar angket,

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

**A. DAFTAR PERNYATAAN**

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Cover yang digunakan dalam LKPD menarik minat dalam belajar		✓		
2.	Eksperimen dalam LKPD menarik		✓		
3.	Gambar dalam LKPD jelas		✓		
4.	Tulisan dalam LKPS jelas/mudah dibaca		✓		
5.	LKPD menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami		✓		
6.	Kegiatan dalam LKPD jelas dan runtut		✓		
7.	LKPD menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan		✓		
8.	Permasalahan dalam LKPD mendorong saya untuk memberikan pendapat dari kasus yang ada		✓		
9.	Kasus awal dalam LKPD membantu saya dalam melakukan penyelidikan		✓		

10.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk bekerja sama		✓		
11.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk aktif terlibat dalam diskusi		✓		
12.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pengalaman baru		✓		
13.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari		✓		
14.	Kegiatan dalam LKPD meningkatkan motivasi saya untuk belajar		✓		

#### B. KOMENTAR DAN SARAN

Ekperimen menarik mudah dipahami

Sleman, 16 April 2019

Peserta Didik



Lampiran 2.2.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

**ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 2**  
**UJI COBA TERBATAS**

Peserta Didik	Aspek Respon Peserta Didik														Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	55	3,93
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	37	2,64
10	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	38	2,71
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
14	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	39	2,79
16	2	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	39	2,79
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
19	2	3	3	4	3	3	4	2	2	4	4	3	2	1	40	2,86
21	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44	3,14
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	40	2,86
26	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	2	38	2,71
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
Jumlah	36	40	41	42	40	40	41	36	39	40	40	38	34	31	538	38,43
Rata-Rata	2,77	3,08	3,15	3,23	3,08	3,08	3,15	2,77	3,00	3,08	3,08	2,92	2,62	2,38	41,38	2,96
Kategori	C	L	L	L	L	L	L	C	L	L	L	L	C	C		L

Keterangan :

SL : Sangat Layak

L : Layak

C : Cukup Layak

TL : Tidak Layak

KL : Kurang Layak



Lampiran 2.3.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP HANDOUT FISIKA**

Nama : .....

No. Absen : 01

Kelas : XI MIPA 2

Petunjuk pengisian lembar angket.

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

**A. DAFTAR PERNYATAAN**

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	<b>Aspek Bahasa dan Tampilan</b>		✓		
a.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami		✓		
b.	Tampilan media disusun secara menarik		✓		
c.	Penyajian materi dapat membantu saya untuk menemukan kejadian fisika dalam kehidupan sehari-hari			✓	
2.	<b>Aspek Kelayakan Penyajian</b>			✓	
a.	Penyajian materi dapat memotivasi saya untuk belajar			✓	
b.	Penyajian materi diterapkan dengan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari		✓		
c.	Materi disajikan secara variatif		✓		
3.	<b>Aspek Kualitas, Isi, dan Tujuan</b>		✓		
a.	Informasi yang disajikan lengkap		✓		
b.	Tampilan gambar dan tulisan tidak terlalu besar dan kecil		✓		
c.	Penyajian materi menarik minat belajar			✓	

d.	Media ini dapat saya gunakan untuk belajar secara mandiri		✓		
e.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan bahasa saya sebagai peserta didik tingkat SMA		✓		
4.	Aspek Instruksional				
a.	Penyajian materi mengajak saya untuk belajar		✓		
b.	Ilustrasi membantu saya untuk memahami materi		✓		
c.	Media dapat menambah pengetahuan saya secara lebih dalam		✓		
d.	Soal fisika yang ditampilkan variatif dan sesuai dengan persamaan fisika yang seharusnya digunakan		✓		
5.	Aspek Teknis				
a.	Media mudah digunakan		✓		
b.	Tampilan visual menarik		✓		
c.	Ilustrasi gambar sesuai dengan materi yang disampaikan		✓		

#### B. KOMENTAR DAN SARAN

Gambarnya masih ada yg hitam putih, kalau bisa yang berwarna.

Sleman, 16 April 2019

Peserta Didik



Lampiran 2.3.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

**ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP HANDOUT**  
**UJI COBA TERBATAS**

Peserta Didik	Aspek Respon Peserta Didik																		Jumlah	Rata-Rata
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c	3d	3e	4a	4b	4c	4d	5a	5b	5c		
1	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	2,83
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	68	3,78
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
4	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2	3	3	49	2,72
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
10	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	3	47	2,61
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
12	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	58	3,22
13	3	4	4	3	4	3	3	2	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	59	3,28
14	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	52	2,89
16	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	2,83
17	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	52	2,89
18	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	52	2,89
19	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	3	2	3	50	2,78
20	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53	2,94
21	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	55	3,06
22	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	49	2,72
23	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53	2,94
24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
26	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	46	2,56
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	54	3,00
28	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	52	2,89
Jumlah	39	39	37	31	38	39	36	39	33	37	39	34	39	38	38	39	39	39	673	37,39
Rata-Rata	3,00	3,00	2,85	2,38	2,92	3,00	2,77	3,00	2,54	2,85	3,00	2,62	3,00	2,92	2,92	3,00	3,00	3,00	51,77	2,88



No	Aspek	Skor Rata-Rata	Kategori
1	Bahasa dan tampilan	3,18	Layak
2	Kelayakan penyajian	3	Layak
3	Kualitas, isi, dan tujuan	3,02	Layak
4	Instruksional	3,02	Layak
5	Teknis	3,03	Layak

Keterangan :

SL : Sangat Layak

L : Layak

C : Cukup Layak

TL : Tidak Layak

KL : Kurang Layak

### **Lampiran 3. Hasil Uji Coba Luas**

#### **3.1 Keterlaksanaan RPP**

- 3.1.a Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP Pertemuan Pertama
- 3.1.b Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP Pertemuan Kedua
- 3.1.c Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP Pertemuan Ketiga
- 3.1.d Analisis Keterlaksanaan RPP

#### **3.2 Hasil Belajar Aspek Kognitif Peserta Didik**

- 3.2.a Analisis Peningkatan Hasil Belajar Aspek Kognitif Kelas Eksperimen
- 3.2.b Analisis Peningkatan Hasil Belajar Aspek Kognitif Kelas Kontrol

#### **3.3 Hasil Angket Motivasi Belajar Peserta Didik**

- 3.3.a Analisis Peningkatan Motivasi Belajar Kelas Eksperimen
- 3.3.b Analisis Peningkatan Motivasi Belajar Kelas Kontrol

#### **3.4 Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1**

- 3.4.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1
- 3.4.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

#### **3.5 Angket Respon Peserta Didik Terhadap LKPD 2**

- 3.5.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2
- 3.5.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

#### **3.6 Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout**

- 3.6.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout
- 3.6.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

Lampiran 3.1.a Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP Pertemuan Pertama

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN  
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Materi Pokok : Alat Optik  
 Sasaran Program : Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2  
 Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA  
 Peneliti : Ardiana Saptantia Khudria  
 Pertemuan : Pertama  
 Observer : *pratiyo fitriadi*  
 Tanggal : *22-04-2019*

Petunjuk :

1. Lembar ini diisi oleh Bapak/Ibu observer.
2. Lembar observasi ini disusun untuk memperoleh pencapaian keterlaksanaan pembelajaran dari observer.
3. Observer dimohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom skala yang sesuai dengan pendapat observer terhadap keterlaksanaan pembelajaran.
4. Bila perlu, mohon tambahkan saran maupun komentar pada ruang yang telah disediakan.

**LEMBAR OBSERVASI**

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
Pendahuluan				
1.	Guru mengucapkan salam dan berdoa	✓		
2.	Guru mengecek kehadiran peserta didik	✓		
3.	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		
Kegiatan Inti				
4.	Guru membangun apersepsi peserta didik	✓		
5.	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena pemantulan	✓		

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
6.	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi pemantulan sesuai yang disampaikan guru	✓		
7.	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	✓		
8.	Guru membagikan LKPD 1	✓		
9.	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	✓		
10.	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan percobaan	✓		
11.	Guru meminta peserta didik pada masing-masing kelompok berdiskusi mengenai pemantulan berdasarkan simulasi yang dilakukan	✓		
12.	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LKPD materi pemantulan	✓		
13.	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil percobaan dan diskusi kelompok		✓	
14.	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi		✓	
15.	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan		✓	
16.	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi		✓	
Penutup				
17.	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan mengenai pemantulan	✓		

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
18.	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	✓		
19.	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	✓		

Sleman, ..... 2019

Observer



(prasekyo fitriadi)

Lampiran 3.1.b Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP Pertemuan Kedua

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN  
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Materi Pokok : Alat Optik  
 Sasaran Program : Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2  
 Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA  
 Peneliti : Ardhiana Saptantia Khudria  
 Pertemuan : Kedua  
 Observer : Prasekyo Fitriadi  
 Tanggal : 23 - 04 - 2019

Petunjuk :

1. Lembar ini diisi oleh Bapak/Ibu observer
2. Lembar observasi ini disusun untuk memperoleh pencapaian keterlaksanaan pembelajaran dari observer
3. Observer dimohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom skala yang sesuai dengan pendapat observer terhadap keterlaksanaan pembelajaran.
4. Bila perlu, mohon tambahkan saran maupun komentar pada ruang yang telah disediakan.

**LEMBAR OBSERVASI**

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
Pendahuluan				
1.	Guru mengucapkan salam dan berdoa	✓		
2.	Guru mengecek kehadiran peserta didik	✓		
3.	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		
Kegiatan Inti				
4.	Guru membangun apersepsi peserta didik		✓	
5.	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena pembiasan		✓	

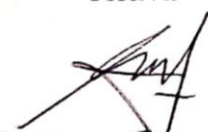


No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
6.	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi pembiasan sesuai yang disampaikan guru	✓		
7.	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	✓		
8.	Guru membagikan LKPD yang berisi simulasi percobaan pembiasan dalam aplikasi PhET	✓		
9.	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	✓		
10.	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan percobaan	✓		
11.	Guru meminta peserta didik pada masing-masing kelompok berdiskusi mengenai pembiasan berdasarkan simulasi yang dilakukan	✓		
12.	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LKPD materi pembiasan	✓		
13.	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil percobaan dan diskusi kelompok	✓		
14.	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	✓		
15.	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	✓		
16.	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi		✓	
<b>Penutup</b>				
17.	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan mengenai pembiasan		✓	

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
18.	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	✓		
19.	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	✓		

Sleman, 23-04 APRIL 2019

Observer

  
( Prasetyo Fitriadi )



Lampiran 3.1.c Lembar Observasi Keterlaksanaan RPP Pertemuan Ketiga

**LEMBAR OBSERVASI KETERLAKSANAAN  
RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Materi Pokok : Alat Optik

Sasaran Program : Peserta Didik Kelas XI MIPA Semester 2

Judul Penelitian : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Simulasi dengan Menggunakan *Physics Education Technology* (PhET) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Aspek Kognitif dan Motivasi Belajar Peserta Didik SMA

Peneliti : Ardhiana Saptantia Khudria

Pertemuan : Ketiga

Observer : Prosetyo Fitriadi

Tanggal : 29 April 2019

Petunjuk :

1. Lembar ini diisi oleh Bapak/Ibu observer.
2. Lembar observasi ini disusun untuk memperoleh pencapaian keterlaksanaan pembelajaran dari observer.
3. Observer dimohon untuk memberikan tanda *checklist* (✓) pada kolom skala yang sesuai dengan pendapat observer terhadap keterlaksanaan pembelajaran.
4. Bila perlu, mohon tambahkan saran maupun komentar pada ruang yang telah disediakan.

**LEMBAR OBSERVASI**

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
Pendahuluan				
1.	Guru mengucapkan salam dan berdoa	✓		
2.	Guru mengecek kehadiran peserta didik	✓		
3.	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	✓		
Kegiatan Inti				
4.	Guru membangun apersepsi peserta didik	✓		

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
5.	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena alat optik	✓		
6.	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi alat optik sesuai yang disampaikan guru	✓		
7.	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	✓		
8.	Guru membagikan LDPD mengenai alat optik	✓		
9.	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	✓		
10.	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan diskusi	✓		
11.	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LDPD materi pemantulan	✓		
12.	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil diskusi kelompok	✓		
13.	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	✓		
14.	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	✓		

No	Kegiatan	Keterlaksanaan		Keterangan
		Ya	Tidak	
15.	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi		✓	
Penutup				
16.	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil diskusi mengenai alat optik		✓	
17.	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	✓		
18.	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	✓		

Sleman, 20 April 2019

Observer

  
(Prasetyo Fitriadi)

Lampiran 3.1.d Analisis Keterlaksanaan RPP

No	Pertemuan	Kegiatan	Keterlaksanaan		Jumlah
			Terlaksana	Tidak Terlaksana	
1.	Pertemuan I	Pendahuluan	3	-	3
		Inti	9	4	13
		Penutup	3	-	3
Total			15	4	19
2.	Pertemuan II	Pendahuluan	3	-	3
		Inti	10	3	13
		Penutup	2	1	3
Total			15	4	19
3.	Pertemuan III	Pendahuluan	3	-	3
		Inti	11	1	12
		Penutup	2	1	3
Total			16	2	18

No	Kegiatan	Jumlah Terlaksana		
		Pertemuan I	Pertemuan II	Pertemuan III
1	Pendahuluan	3	3	3
2	Inti	9	10	11
3	Penutup	3	2	2
Total		15	15	16
<b>IJA</b>		<b>79%</b>	<b>79%</b>	<b>89%</b>
<b>Rata-Rata</b>		<b>82%</b>		

Lampiran 3.2.a Analisis Peningkatan Hasil Belajar Aspek Kognitif Kelas Eksperimen

<b>Peserta Didik</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>	<b>Std Gain</b>	<b>Kategori</b>
1	45,45	72,7273	0,50	Sedang
2	27,27	63,6364	0,50	Sedang
3	36,36	54,5455	0,29	Rendah
4	27,27	63,6364	0,50	Sedang
5	36,36	45,4545	0,14	Rendah
6	63,64	81,8182	0,50	Sedang
7	27,27	45,4545	0,25	Rendah
8	27,27	45,4545	0,25	Rendah
9	45,45	45,4545	0,00	Rendah
10	18,18	27,2727	0,11	Rendah
11	27,27	36,3636	0,13	Rendah
12	54,55	63,6364	0,20	Rendah
14	36,36	45,4545	0,14	Rendah
15	63,64	81,8182	0,50	Sedang
16	45,45	54,5455	0,17	Rendah
17	45,45	63,6364	0,33	Sedang
18	27,27	45,4545	0,25	Rendah
19	45,45	63,6364	0,33	Sedang
20	27,27	45,4545	0,25	Rendah
21	36,36	36,3636	0,00	Rendah
22	18,18	27,2727	0,11	Rendah
23	54,55	81,8182	0,60	Sedang
24	54,55	72,7273	0,40	Sedang
25	27,27	36,3636	0,13	Rendah
26	36,36	36,3636	0,00	Rendah
27	45,45	45,4545	0,00	Rendah
28	36,36	54,5455	0,29	Rendah
<b>Rata-Rata</b>	<b>38,38</b>	<b>53,20</b>	<b>0,24</b>	<b>Rendah</b>

<b>Analisis</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
Skor minimal	18,18	27,27
Skor maksimal	63,64	81,82
Skor rata-rata	38,38	53,20
Standar deviasi	12,87	16,36
<b>Std gain</b>	<b>0,24</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	



Lampiran 3.2.b Analisis Peningkatan Hasil Belajar Aspek Kognitif Kelas Kontrol

<b>Peserta Didik</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>	<b>Std Gain</b>	<b>Kategori</b>
1	45,45	45,45	0,00	Rendah
2	18,18	45,45	0,33	Sedang
3	63,64	81,82	0,50	Sedang
4	18,18	36,36	0,22	Rendah
5	54,55	81,82	0,60	Sedang
6	27,27	63,64	0,50	Sedang
7	45,45	54,55	0,17	Rendah
9	18,18	27,27	0,11	Rendah
10	54,55	63,64	0,20	Rendah
11	36,36	45,45	0,14	Rendah
12	36,36	45,45	0,14	Rendah
13	18,18	54,55	0,44	Sedang
15	36,36	36,36	0,00	Rendah
16	27,27	45,45	0,25	Rendah
17	27,27	36,36	0,13	Rendah
18	54,55	63,64	0,20	Rendah
19	27,27	36,36	0,13	Rendah
20	27,27	27,27	0,00	Rendah
21	36,36	54,55	0,29	Rendah
22	45,45	45,45	0,00	Rendah
23	36,36	54,55	0,29	Rendah
24	45,45	72,73	0,50	Sedang
25	36,36	63,64	0,43	Sedang
26	45,45	45,45	0,00	Rendah
27	27,27	45,45	0,25	Rendah
28	27,27	36,36	0,13	Rendah
29	27,27	45,45	0,25	Rendah
<b>Rata-Rata</b>	<b>35,69</b>	<b>50,17</b>	<b>0,23</b>	<b>Rendah</b>

<b>Analisis</b>	<b>Pretest</b>	<b>Posttest</b>
Skor minimal	18,18	27,27
Skor maksimal	63,64	81,82
Skor rata-rata	35,69	50,17
Standar deviasi	12,72	14,84
<b>Std gain</b>	<b>0,23</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	

Lampiran 3.3.a Analisis Peningkatan Motivasi Belajar Kelas Eksperimen

<b>Peserta Didik</b>	<b>Motivasi Awal</b>	<b>Motivasi Akhir</b>	<b>Std Gain</b>	<b>Kategori</b>
1	94	98	0,11	Rendah
2	90	94	0,10	Rendah
3	92	104	0,30	Sedang
4	96	107	0,31	Sedang
5	89	102	0,30	Sedang
6	105	119	0,52	Sedang
7	92	106	0,35	Sedang
8	93	96	0,08	Rendah
9	85	98	0,28	Rendah
10	93	100	0,18	Rendah
11	89	97	0,19	Rendah
12	88	101	0,30	Rendah
14	92	105	0,33	Sedang
15	92	101	0,23	Rendah
16	88	91	0,07	Rendah
17	95	99	0,11	Rendah
18	82	96	0,28	Rendah
19	92	95	0,08	Rendah
20	90	98	0,19	Rendah
21	83	94	0,22	Rendah
22	84	97	0,27	Rendah
23	97	106	0,26	Rendah
24	82	96	0,28	Rendah
25	82	85	0,06	Rendah
26	94	96	0,05	Rendah
27	90	106	0,38	Sedang
28	92	100	0,20	Rendah
<b>Rata-Rata</b>	<b>90,41</b>	<b>99,52</b>	<b>5,72</b>	<b>Tinggi</b>

<b>Anallsis</b>	<b>Motivasi Awal</b>	<b>Motivasi Akhir</b>
Skor minimal	82	85
Skor maksimal	105	119
Skor rata-rata	90,41	99,52
Standar deviasi	5,25	6,38
<b>Std gain</b>	<b>0,22</b>	
<b>Kategori</b>	<b>Rendah</b>	

Lampiran 3.3.b Analisis Peningkatan Motivasi Belajar Kelas Kontrol

<b>Peserta Didik</b>	<b>Motivasi Awal</b>	<b>Motivasi Akhir</b>	<b>Std Gain</b>	<b>Kategori</b>
1	88	94	0,14	Rendah
2	68	83	0,23	Rendah
3	79	80	0,02	Rendah
4	88	93	0,11	Rendah
5	90	105	0,36	Sedang
6	80	85	0,10	Rendah
7	88	90	0,05	Rendah
9	91	94	0,07	Rendah
10	90	91	0,02	Rendah
11	80	84	0,08	Rendah
12	89	95	0,14	Rendah
13	80	87	0,13	Rendah
15	92	95	0,08	Rendah
16	87	92	0,11	Rendah
17	77	83	0,11	Rendah
18	89	97	0,19	Rendah
19	88	100	0,27	Rendah
20	92	97	0,13	Rendah
21	82	88	0,12	Rendah
22	106	109	0,12	Rendah
23	92	93	0,03	Rendah
24	83	90	0,14	Rendah
25	100	111	0,34	Sedang
26	91	97	0,15	Rendah
27	82	89	0,14	Rendah
28	85	90	0,11	Rendah
29	81	87	0,12	Rendah
<b>Rata-Rata</b>	<b>86,59</b>	<b>92,56</b>	<b>0,13</b>	<b>Rendah</b>

<b>Analisis</b>	<b>Motivasi Awal</b>	<b>Motivasi Akhir</b>
<b>Skor Minimal</b>	68	80
<b>Skor Maksimal</b>	106	111
<b>Skor Rata-Rata</b>	86,59	92,56
<b>Std Gain</b>	0,13	
<b>Kategori</b>	Rendah	



### Lampiran 3.4.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

#### ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 1

Nama : Wikan

No. Absen : 23

Kelas : XI MIPA 3

Petunjuk pengisian lembar angket.

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

#### A. DAFTAR PERNYATAAN

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Cover yang digunakan dalam LKPD menarik minat dalam belajar		✓		
2.	Eksperimen dalam LKPD menarik		✓		
3.	Gambar dalam LKPD jelas	✓			
4.	Tulisan dalam LKPS jelas/mudah dibaca		✓		
5.	LKPD menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami		✓		
6.	Kegiatan dalam LKPD jelas dan runtut		✓		
7.	LKPD menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan		✓		
8.	Permasalahan dalam LKPD mendorong saya untuk memberikan pendapat dari kasus yang ada		✓		
9.	Kasus awal dalam LKPD membantu saya dalam melakukan penyelidikan	✓			

10.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk bekerja sama	✓			
11.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk aktif terlibat dalam diskusi		✓		
12.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pengalaman baru		✓		
13.	Kegiatan dalam LKPD menuntun saya untuk menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari		✓		
14.	Kegiatan dalam LKPD meningkatkan motivasi saya untuk belajar		✓		

#### B. KOMENTAR DAN SARAN

LKPD tersebut membuat saya lebih mudah memahami materi tentang pemantulan cahaya juga bisa dikerjakan berkelompok.

Sleman, 22 April 2019

Peserta Didik



Lampiran 3.4.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 1

ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 1

UJI COBA LUAS

Peserta Didik	Aspek Respon Peserta Didik														Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	43	3,07
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	41	2,93
5	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	40	2,86
6	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44	3,14
8	3	4	4	3	2	4	3	3	3	3	3	2	3	3	43	3,07
9	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	40	2,86
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
15	3	4	4	4	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	45	3,21
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	44	3,14
17	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	44	3,14
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	39	2,79
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
23	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	45	3,21
24	3	3	2	2	2	3	4	4	3	4	4	2	3	3	42	3,00
25	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	54	3,86
27	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	43	3,07
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	4,00
Jumlah	39	39	39	38	38	37	40	38	40	41	40	36	37	36	538	38,43
Rata-Rata	3,25	3,25	3,25	3,17	3,17	3,08	3,33	3,17	3,33	3,42	3,33	3,00	3,08	3,00	44,83	3,20
Kategori	L	L	L	L	L	L	L	L	L	SL	L	L	L	L		L

Keterangan :

SL : Sangat Layak

L : Layak

C : Cukup Layak

TL : Tidak Layak

KL : Kurang Layak

Lampiran 3.5.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

**ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 2**

Nama : Jadi

No Absen : 15

Kelas : XI MIPA 3

Petunjuk pengisian lembar angket.

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

**A. DAFTAR PERNYATAAN**

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Cover yang digunakan dalam LKPD menarik minat dalam belajar		✓		
2.	Eksperimen dalam LKPD menarik		✓		
3.	Gambar dalam LKPD jelas		✓		
4.	Tulisan dalam LKPS jelas/mudah dibaca		✓		
5.	LKPD menggunakan bahasa yang jelas dan mudah dipahami			✓	
6.	Kegiatan dalam LKPD jelas dan runtut	✓			
7.	LKPD menyediakan ruang untuk menuliskan hasil dari kegiatan	✓			
8.	Permasalahan dalam LKPD mendorong saya untuk memberikan pendapat dari kasus yang ada		✓		
9.	Kasus awal dalam LKPD membantu saya dalam melakukam penyelidikan		✓		

10.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk bekerja sama		✓		
11.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk aktif terlibat dalam diskusi		✓		
12.	Kegiatan dalam LKPD membantu saya untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pengalaman baru		✓		
13.	Kegiatan dalam LKPD menuntun saya untuk menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari		✓		
14.	Kegiatan dalam LKPD meningkatkan motivasi saya untuk belajar		✓		

#### B. KOMENTAR DAN SARAN

Evaluasi bagus sangat membantu tetapi ada yang bikin bingung di bagian ulang langkah 3, 4, 5 padahal tertulis a, b, c, d

Sleman, 23 April 2019

Peserta Didik

*Mi*

### Lampiran 3.5.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap LKPD 2

**ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP LKPD 2**  
**UJI COBA LUAS**

Peserta Didik	Aspek Respon Peserta Didik														Jumlah	Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
2	3	3	2	2	1	1	4	4	3	4	4	3	2	1	37	2,64
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
5	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	39	2,79
6	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	52	3,71
7	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	46	3,29
9	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	42	3,00
10	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
13	4	3	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	47	3,36
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
15	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	44	3,14
16	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	45	3,21
17	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45	3,21
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	42	3,00
20	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	54	3,86
23	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	46	3,29
26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	4,00
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	4,00
Jumlah	36	35	35	34	34	34	33	33	33	34	34	33	33	31	472	33,71
Rata-Rata	3,60	3,50	3,50	3,40	3,40	3,40	3,30	3,30	3,30	3,40	3,40	3,30	3,30	3,10	47,2	3,37
Kategori	SL	SL	SL	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L		L

Keterangan :

SL : Sangat Layak

L : Layak

C : Cukup Layak

TL : Tidak Layak

KL : Kurang Layak



### Lampiran 3.6.a Hasil Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

#### ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP HANDOUT FISIKA

Nama : Fanny  
 No. Absen : 19  
 Kelas : XI IPA 3

Petunjuk pengisian lembar angket.

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (✓) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

#### A. DAFTAR PERNYATAAN

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		SS	S	TS	STS
1.	Aspek Bahasa dan Tampilan				
a.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami		✓		
b.	Tampilan media disusun secara menarik		✓		
c.	Penyajian materi dapat membantu saya untuk menemukan kejadian fisika dalam kehidupan sehari-hari		✓		
2.	Aspek Kelayakan Penyajian				
a.	Penyajian materi dapat memotivasi saya untuk belajar		✓		
b.	Penyajian materi diterapkan dengan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari		✓		
c.	Materi disajikan secara variatif		✓		
3.	Aspek Kualitas, Isi, dan Tujuan				
a.	Informasi yang disajikan lengkap		✓		
b.	Tampilan gambar dan tulisan tidak terlalu besar dan kecil		✓		
c.	Penyajian materi menarik minat belajar		✓		

d.	Media ini dapat saya gunakan untuk belajar secara mandiri		✓		
e.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan bahasa saya sebagai peserta didik tingkat SMA		✓		
4.	Aspek Instruksional				
a.	Penyajian materi mengajak saya untuk belajar		✓		
b.	Ilustrasi membantu saya untuk memahami materi		✓		
c.	Media dapat menambah pengetahuan saya secara lebih dalam		✓		
d.	Soal fisika yang ditampilkan variatif dan sesuai dengan persamaan fisika yang seharusnya digunakan		✓		
5.	Aspek Teknis				
a.	Media mudah digunakan		✓		
b.	Tampilan visual menarik		✓		
c.	Ilustrasi gambar sesuai dengan materi yang disampaikan		✓		

#### B. KOMENTAR DAN SARAN

Mungkin ilustrasi dpi ditambah lagi.

Sleman, 30 April 2019

Peserta Didik





Lampiran 3.6.b Analisis Angket Respon Peserta Didik terhadap Handout

**ANALISIS ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP HANDOUT**  
**UJI COBA LUAS**

Peserta Didik	Aspek Respon Peserta Didik																		Jumlah	Rata-Rata
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c	3d	3e	4a	4b	4c	4d	5a	5b	5c		
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	58	3,22
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53	2,94
4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53	2,94
5	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	43	2,39
6	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	61	3,39
7	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	61	3,39
8	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	52	2,89
9	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	52	2,89
10	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53	2,94
11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	36	2,00
12	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
14	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
15	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	52	2,89
16	4	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	53	2,94
17	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
22	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
23	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	55	3,06
25	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59	3,28
27	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	54	3,00
28	3	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	60	3,33
Jumlah	35	35	35	33	33	33	32	35	34	32	33	33	34	33	33	33	34	33	603	33,50
Rata-Rata	3,18	3,18	3,18	3,00	3,00	3,00	2,91	3,18	3,09	2,91	3,00	3,00	3,09	3,00	3,00	3,00	3,09	3,00	54,82	3,05

No	Aspek		Skor Rata-Rata	Kategori
1	Bahasa dan tampilan		3,18	Layak
2	Kelayakan penyajian		3	Layak
3	Kualitas, isi, dan tujuan		3,02	Layak
4	Instruksional		3,02	Layak
5	Teknis		3,03	Layak

Keterangan :

SL : Sangat Layak

L : Layak

C : Cukup Layak

TL : Tidak Layak

KL : Kurang Layak

## Lampiran 4. Pedoman Penyusunan Produk

### Pedoman Penyusunan Produk

1. Produk yang dikembangkan terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan handout.
2. Materi fisika terbatas pada materi pokok Alat Optik.
3. RPP mengacu pada kurikulum 2013.
4. Komponen RPP terdiri dari kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, model, pendekatan, dan metode pembelajaran, media pembelajaran, sumber belajar, langkah-langkah pembelajaran, serta penilaian hasil belajar.
5. Langkah-langkah pembelajaran dalam RPP disesuaikan dengan sintaks model *discovery*.
6. Pendekatan pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik yang dimunculkan pada langkah-langkah pembelajaran.
7. Metode pembelajaran dengan simulasi berbantuan *physics education technology* (PhET).
8. Penilaian hasil belajar kognitif menggunakan soal *pretest-posttest*.
9. LKPD yang dikembangkan digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan simulasi berbantuan *physics education technology* (PhET).
10. Langkah-langkah dalam LKPD mengikuti sintaks model *discovery*.
11. Handout berisi materi, contoh soal, dan soal latihan.

## **Lampiran 5. Draft Awal**

5.1 Draft Awal Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

5.2 Draft Awal LKPD 1

5.3 Draft Awal LKPD 2

5.4 Draft Awal Handout

## Lampiran 5.1 Draft Awal Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

### RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA Negeri Depok  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas /Semester : XI MIPA / Genap  
Program : Peminatan MIPA  
Materi Pokok : Alat Optik  
Alokasi waktu : 6 x 45 menit (3 pertemuan)

#### A. Kompetensi Inti (KI)

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

#### B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

No	Kompetensi Dasar (KD)	No	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.11	Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa	3.11.1	Menjelaskan dan menggambarkan pembentukan bayangan akibat pemantulan pada cermin
		3.11.2	Menjelaskan dan menggambarkan pembentukan bayangan akibat pembiasan pada lensa
		3.11.3	Menganalisis alat-alat optik secara kuantitatif dan kualitatif

akibat pemantulan dapat terjadi pada cermin datar dan cermin lengkung. Cermin lengkung terdiri dari cermin cekung dan cermin cembung.

- Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada saat melintas dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada gejala pembiasan sinar bias merambat dalam medium yang berbeda. Pembentukan bayangan akibat pembiasan dapat terjadi pada lensa. Lensa merupakan benda yang tembus cahaya yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau satu bidang lengkung dan satu bidang datar. Ada dua jenis lensa, yaitu lensa cembung dan lensa cekung. Kuat lensa merupakan kemampuan untuk mengumpulkan atau memencarkan sinar. Kuat lensa adalah besaran yang kuantitasnya berbanding terbalik terhadap jarak focus.

$$P = \frac{1}{f}$$

Satuan kuat lensa ( $P$ ) adalah dioptri. Satu dioptri sama dengan satu  $m^{-1}$ .

- Bola mata mempunyai ukuran yang tetap. Agar bayangan benda jatuh tepat pada retina maka harus diatur kuat lensa mata. Kemampuan untuk mengatur kuat lensa mata disebut daya akomodasi. Mata dikatakan tidak berakomodasi jika melihat benda-benda di titik terjauhnya. Mata dikatakan berakomodasi maksimum jika melihat benda-benda di titik terdekatnya.
- Lup merupakan lensa positif yang digunakan untuk mengamati benda-benda yang kecil. Dalam menggunakan lup dikenal dua cara pengamatan yaitu pengamatan dengan mata berakomodasi dan pengamatan dengan mata tak berakomodasi.
- Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif. Lensa yang dengan benda yang diamati disebut lensa objektif. Lensa yang dekat dengan mata disebut lensa okuler. Pada mikroskop terjadi perbesaran ganda, yaitu perbesaran linear mikroskop dan perbesaran sudut.
- Teropong merupakan alat untuk melihat benda-benda jauh agar tampak jelas. Terdapat beberapa jenis teropong diantaranya teropong bintang, teropong bumi, dan teropong panggung.

#### E. Pendekatan, Metode dan Model Pembelajaran

- Model Pembelajaran : *discovery learning*
- Pendekatan : saintifik
- Metode Pembelajaran : simulasi, eksperimen, diskusi dan tanya jawab

No	Kompetensi Dasar (KD)	No	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
		3.11.4	Menerapkan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari
4.11	Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantulan dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa	4.11.1	Merencanakan dan melaksanakan simulasi yang menerapkan hukum pemantulan dan hukum pembiasan
		4.11.2	Mempresentasikan hasil simulasi tentang pemantulan dan pembiasan

#### C. Tujuan Pembelajaran

Setelah melakukan proses pembelajaran dengan model simulasi peserta didik diharapkan dapat mencapai tujuan pembelajaran, yaitu:

##### Pertemuan pertama

- Peserta didik dapat menjelaskan hukum pemantulan
- Peserta didik dapat melukiskan sigat pemantulan pada cermin
- Peserta didik dapat menjelaskan pembentukan bayangan akibat pemantulan pada cermin
- Peserta didik dapat menggambarkan pembentukan bayangan akibat pemantulan oleh cermin

##### Pertemuan kedua

- Peserta didik dapat menjelaskan hukum Snellius tentang pembiasan
- Peserta didik dapat menjelaskan pembentukan bayangan akibat pembiasan
- Peserta didik dapat menggambarkan pembentukan bayangan akibat pembiasan oleh lensa

##### Pertemuan ketiga

- Peserta didik dapat menganalisis alat-alat optik
- Peserta didik dapat mengaplikasikan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari

#### D. Materi Pembelajaran

- Pemantulan adalah pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas cahaya ketika bertemu dengan bidang batas antara dua medium. Pembentukan bayangan

#### F. Media Pembelajaran

- Simulasi Virtual PhET
- Lembar Kerja Peserta didik (LKPD)
- Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD)

#### G. Sumber Belajar

- Marthen Kanginan. 2013. *Buku Fisika SMA XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Rosyid, Muhammad Farchani dkk. 2018. *Kajian Konsep Fisika 2*. Solo: Tiga Serangkai Putra Mandiri.
- Suparmo dan Widodo, Tri. 2009. *Panduan Pembelajaran Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Widodo, Tri. 2009. *Fisika : untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

#### H. Langkah-langkah Pembelajaran

##### Pertemuan Pertama (2 x 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru mengucapkan salam dan berdoa	Peserta didik menjawab salam dan berdoa sebelum memulai pembelajaran	10'
	Guru mengecek kehadiran peserta didik	Memberitahukan kepada guru peserta didik yang tidak hadir	
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	Peserta didik mendengarkan dan memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru	
Kegiatan Inti	<b>Pemberian Rangsangan</b>		70'
	Guru membangun apersepsi peserta didik	Peserta didik mengamati dan menggali ingatan mengenai fenomena fisis	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	dengan memberikan fenomena pemantulan	yang disampaikan oleh guru	
	<b>Identifikasi Masalah</b>		
	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena pemantulan	Peserta didik memberikan pendapat mengenai fenomena fisis yang disampaikan guru	
	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi pemantulan sesuai yang disampaikan guru	Peserta didik <b>menanya</b> tentang materi pemantulan	
	<b>Pengumpulan Data</b>		
	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	Peserta didik berkelompok sesuai dengan kelompoknya	
	Guru membagikan LKPD yang berisi simulasi percobaan pemantulan dalam aplikasi PhET	Peserta didik mengolah informasi terkait pemantulan yang ada pada LKPD	
	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	Peserta didik <b>melakukan percobaan</b> dan berdiskusi sesuai dengan langkah pada LKPD	
	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan percobaan	Peserta didik menanyakan yang kurang dipahami atau dimengerti terkait materi ataupun percobaan	
	<b>Pengolahan Data</b>		
	Guru meminta peserta didik pada masing-masing	Peserta didik berdiskusi untuk memperdalam	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	kelompok berdiskusi mengenai pemantulan berdasarkan simulasi yang dilakukan	materi pemantulan berdasarkan percobaan yang dilakukan.	
	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LKPD materi pemantulan	Peserta didik menyelesaikan permasalahan yang ada pada LKPD	
	<b>Pembuktian</b>		
	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil percobaan dan diskusi kelompok	Peserta didik perwakilan kelompok <b>menyampaikan (mempresentasikan) hasil percobaan</b> dan diskusi kelompok	
	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	Peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi	
	<b>Menarik Kesimpulan</b>		
	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	Peserta didik mendengarkan dan mencatat penjelasan yang disampaikan oleh guru	
	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi	Peserta didik memperhatikan informasi yang disampaikan oleh guru	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
<b>Penutup</b>	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan mengenai pemantulan	Peserta didik menyimpulkan hasil percobaan mengenai pemantulan	10'
	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	Peserta didik mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru	
	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	Peserta didik berdoa dan mengucapkan salam	

Pertemuan kedua (2 × 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>	Guru mengucapkan salam dan berdoa	Peserta didik menjawab salam dan berdoa sebelum memulai pembelajaran	10'
	Guru mengecek kehadiran peserta didik	Memberitahukan kepada guru peserta didik yang tidak hadir	
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	Peserta didik mendengarkan dan memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru	
<b>Kegiatan Inti</b>	<b>Pemberian Rangsangan</b>		70'
	Guru membangun apersepsi peserta didik	Peserta didik <b>mengamati</b> dan menggali ingatan mengenai fenomena fisis	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	dengan memberikan fenomena pembiasan	yang disampaikan oleh guru	
	<b>Identifikasi Masalah</b>		
	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena pembiasan	Peserta didik memberikan pendapat mengenai fenomena fisis yang disampaikan guru	
	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi pembiasan sesuai yang disampaikan guru	Peserta didik <b>menanya</b> tentang materi pembiasan	
	<b>Pengumpulan Data</b>		
	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	Peserta didik berkelompok sesuai dengan kelompoknya	
	Guru membagikan LKPD yang berisi simulasi percobaan pembiasan dalam aplikasi PhET	Peserta didik mengolah informasi terkait pembiasan yang ada pada LKPD	
	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	Peserta didik <b>melakukan percobaan</b> dan berdiskusi sesuai dengan langkah pada LKPD	
	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan percobaan	Peserta didik menanyakan yang kurang dipahami atau dimengerti terkait materi ataupun percobaan	
	<b>Pengolahan Data</b>		
	Guru meminta peserta didik pada masing-masing	Peserta didik berdiskusi untuk memperdalam	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	kelompok berdiskusi mengenai pembiasan berdasarkan simulasi yang dilakukan	materi pembiasan berdasarkan percobaan yang dilakukan.	
	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LKPD materi pembiasan	Peserta didik menyelesaikan permasalahan yang ada pada LKPD	
	<b>Pembuktian</b>		
	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil percobaan dan diskusi kelompok	Peserta didik perwakilan kelompok <b>menyampaikan (mempresentasikan) hasil percobaan</b> dan diskusi kelompok	
	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	Peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi	
	<b>Menarik Kesimpulan</b>		
	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	Peserta didik mendengarkan dan mencatat penjelasan yang disampaikan oleh guru	
	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi	Peserta didik memperhatikan informasi yang disampaikan oleh guru	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
<b>Penutup</b>	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan mengenai pembiasan	Peserta didik menyimpulkan hasil percobaan mengenai pembiasan	10'
	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	Peserta didik mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru	
	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	Peserta didik berdoa dan mengucapkan salam	

Pertemuan ketiga (2 × 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>	Guru mengucapkan salam dan berdoa	Peserta didik menjawab salam dan berdoa sebelum memulai pembelajaran	10'
	Guru mengecek kehadiran peserta didik	Memberitahukan kepada guru peserta didik yang tidak hadir	
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	Peserta didik mendengarkan dan memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru	
<b>Kegiatan Inti</b>	<b>Pemberian Rangsangan</b>		70'
	Guru membangun aperepsi peserta didik	Peserta didik mengamati dan menggali ingatan mengenai fenomena fisis	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	dengan memberikan fenomena alat optik	yang disampaikan oleh guru	
<b>Identifikasi Masalah</b>			
	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena alat optik	Peserta didik memberikan pendapat mengenai fenomena fisis yang disampaikan guru	
	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi alat optik sesuai yang disampaikan guru	Peserta didik <b>menanya</b> tentang materi alat optik	
<b>Pengumpulan Data</b>			
	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	Peserta didik berkelompok sesuai dengan kelompoknya	
	Guru membagikan LKPD mengenai alat optik	Peserta didik mengolah informasi terkait alat optik yang ada pada LKPD	
	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	Peserta didik berdiskusi untuk menyelesaikan soal yang ada pada LKPD	
	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan diskusi	Peserta didik menanyakan yang kurang dipahami atau dimengerti terkait materi	
<b>Pengolahan Data</b>			
	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah	Peserta didik menyelesaikan	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	pada LDPD materi pemantulan	permasalahan yang ada pada LDPD	
	<b>Pembuktian</b>		
	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil diskusi kelompok	Peserta didik perwakilan kelompok <b>menyampaikan (mempresentasikan) hasil diskusi</b> kelompok	
	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	Peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi	
	<b>Menarik Kesimpulan</b>		
	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	Peserta didik mendengarkan dan mencatat penjelasan yang disampaikan oleh guru	
	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi	Peserta didik memperhatikan informasi yang disampaikan oleh guru	
<b>Penutup</b>	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil diskusi mengenai alat optik	Peserta didik menyimpulkan hasil diskusi mengenai alat optik	10'
	Guru memberikan informasi materi yang	Peserta didik mendengarkan informasi	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	yang disampaikan oleh guru	
	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	Peserta didik berdoa dan mengucapkan salam	

#### 1. Penilaian Hasil Pembelajaran

1. Teknik penilaian  
Penilaian kognitif hasil *pre-test* dan *post-test*
2. Instrumen penilaian  
Kisi-kisi *pre-test* dan *post-test*  
Lembar *pre-test* dan *post-test*  
Kunci jawaban *pre-test* dan *post-test*  
Pedoman penskoran *pre-test* dan *post-test*

Mengetahui  
Guru Mata Pelajaran,

Sleman, .....  
Mahasiswa,

Irsyad Riyadi, S.Pd.  
NIP 19681026 199802 1 002

Ardhiana Saptantia Khudria  
NIM. 15302241038



## Lampiran 5.2 Draft Awal LKPD 1

### LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1 PEMANTULAN CAHAYA

#### ALAT DAN BAHAN

1. Laptop atau PC
2. *Physics Education Technology (PhET) bending-light-in* dengan *software Java*
3. LKPD 1 : Pemantulan Cahaya

#### A. STIMULASI

Cermati fenomena di bawah ini!



Ega mengarahkan sebuah senter ke sebuah cermin dan meja kayu. Ketika Ega melihat sinar yang dipantulkan oleh cermin terasa menyilaukan. Dan ketika Ega melihat sinar yang dipantulkan oleh meja kayu terasa lebih nyaman. Mengapa terjadi demikian?

#### B. IDENTIFIKASI MASALAH

Identifikasi masalah berdasarkan fenomena di atas!

2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan, tuliskan hubungan antara sudut datang dan sudut pantul!

#### E. PEMBUKTIAN

Analisis masalah yang telah kalian rumuskan!

#### F. KESIMPULAN

Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!

#### C. PENGUMPULAN DATA

Tuliskan hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!

Material 1 : Udara

No	Sudut Datang	Sudut Pantul	
		Air	Gelas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

#### D. PENGOLAHAN DATA

1. Berdasarkan tabel di atas, jelaskan perbedaan sudut pantul pada material air dan gelas!

## Lampiran 5.3 Draft Awal LKPD 2

### LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 2 PEMBIASAN CAHAYA

#### ALAT DAN BAHAN

1. Laptop atau PC
2. *Physics Education Technology (PhET) bending-light-in* dengan *software Java*
3. LKPD 2 : Pembiasan Cahaya

#### A. STIMULASI

Cermati fenomena di bawah ini!



Sinta memasukkan sebuah sendok ke dalam gelas bening yang diisi air. Ketika diamati, sendok tersebut terlihat seperti patah diperbatasan antara udara dan air. Mengapa terjadi demikian?

#### B. IDENTIFIKASI MASALAH

Identifikasi masalah berdasarkan fenomena di atas!

#### 2. PERCOBAAN 2

Material 1 : Gelas

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Udara
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

#### D. PENGOLAHAN DATA

1. Berdasarkan tabel percobaan 1, jelaskan perbedaan sudut bias pada material air dan gelas!

2. Berdasarkan tabel percobaan 2, jelaskan perbedaan sudut bias pada material air dan udara!

Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!

#### C. PENGUMPULAN DATA

Tuliskan hasil percobaan dalam tabel di bawah ini

##### 1. PERCOBAAN 1

Tuliskan hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!

Material 1 : Udara

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Gelas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			


3. Apa yang menyebabkan perbedaan sudut bias pada percobaan 1 dan percobaan 2!

4. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, tuliskan hubungan antara sudut datang dan sudut bias!



**E. PEMBUKTIAN**

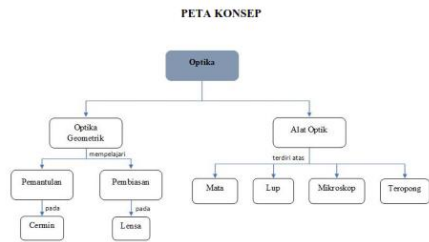
Analisis masalah yang telah kalian rumuskan!



**F. KESIMPULAN**



## Lampiran 5.4 Draft Awal Handout

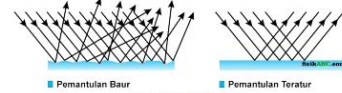


### OPTIKA GEOMETRIK

#### A. PEMANTULAN

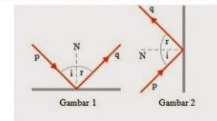
##### 1. Definisi Pemantulan

Pemantulan adalah pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas cahaya ketika bertemu dengan bidang batas antara dua medium. Jika batas antara dua medium cukup teratur (misalnya cermin atau kaca), akan terjadi pemantulan teratur. Jika batas antara dua medium tidak teratur, akan terjadi pemantulan terhambur (pemantulan baur).



Sumber : www.fisikabc.com

Pemantulan cahaya pada permukaan teratur pertama kali diamati oleh **Willbrod Snellius** dan dikenal sebagai hukum Snellius. Sinar yang berasal dari sumber cahaya disebut sinar datang, sinar yang dipantulkan oleh bidang pantul disebut sinar pantul, dan garis yang tegak lurus dengan bidang pantul disebut garis normal. Untuk lebih memahami hukum Snellius tentang pemantulan perhatikan gambar berikut!



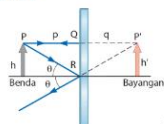
Berdasarkan gambar di atas dapat dituliskan hukum Snellius tentang pemantulan sebagai berikut

- 1.
- 2.

##### 2. Pembentukan Bayangan akibat Pemantulan

Pembentukan bayangan akibat pemantulan dapat terjadi pada cermin. Berdasarkan bentuknya, cermin dibedakan menjadi cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung. Untuk cermin terdapat perjanjian atau konvensi bahwa jarak benda atau jarak bayangan bernilai positif jika benda terletak di depan cermin dan bernilai negatif jika benda terletak di belakang cermin.

###### a. Cermin Datar



sumber : www.myrightspot.com

Pembentukan bayangan pada cermin datar

Berdasarkan gambar di atas sebutkan sifat-sifat bayangan yang dihasilkan pada cermin datar!

1. Alasan :
2. Alasan :
3. Alasan :

Dua buah cermin datar yang disusun sehingga membentuk sudut apit tertentu, jumlah bayangan yang terbentuk dapat diketahui dengan persamaan

$$n = \frac{360}{\alpha} - m$$

dengan :

$n$  = jumlah bayangan

$\alpha$  = sudut di antara dua cermin

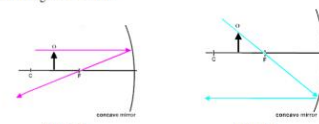
$m = \begin{cases} 1, & \text{jika } \frac{360}{\alpha} \text{ bernilai genap} \\ 0, & \text{jika } \frac{360}{\alpha} \text{ bernilai ganjil} \end{cases}$

###### b. Cermin Cekung

Cermin cekung disebut juga *cermin konkaf* atau *cermin positif*. Cermin cekung memiliki beberapa keistimewaan, yaitu

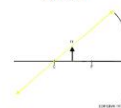
- 1) Cermin cekung memiliki titik fokus  $F$ , yaitu tempat mengumpulnya sinar-sinar pantul yang berasal dari sinar-sinar datang yang sejajar sumbu utama.
- 2) Cermin cekung memiliki pusat kelengkungan  $C$ .

Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1

Gambar 2

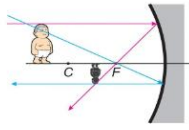


Gambar 3

Berdasarkan gambar di atas, sifat pemantulan pada cermin cekung adalah

- 1.
- 2.
- 3.

Dengan sifat-sifat pemantulan tersebut, bayangan benda yang dibentuk oleh cermin cekung dapat dilukiskan dengan mudah.



sumber : www.pelajaran.id

Pembentukan bayangan pada cermin cekung

Hubungan antara jarak benda dan posisi bayangan yang terbentuk oleh cermin cekung dapat dituliskan sebagai berikut

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

dengan

$s$  = jarak benda

$s'$  = jarak bayangan

$f$  = jarak fokus cermin

Nilai  $f$  untuk cermin cekung bernilai positif. Perbesaran mutlak (ditulis sebagai  $M$ ) didefinisikan sebagai perbandingan tinggi bayangan  $h'$  (diukur dari sumbu utama) dengan tinggi benda  $h$ . Persamaan untuk perbesaran mutlak dapat dituliskan sebagai berikut

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

Perbesaran mutlak bernilai negative jika bayangan terbalik dan bernilai positif jika bayangan tegak. Cermin cekung digunakan pada senter atau proyektor film. Cermin cekung berguna untuk menyebarkan berkas cahaya yang berasal dari lampu.

#### Contoh soal :

Sebuah benda yang tingginya 5 cm diletakkan 7,5 cm dari cermin cekung. Jari-jari kelengkungan cermin 20 cm. Tentukan:

- Jarak bayangan dari cermin
- Tinggi bayangan
- Perbesaran bayangan
- Sifat bayangan yang terbentuk

#### Penyelesaian :

Diketahui :

$$s = 7,5 \text{ cm}$$

$$R = 20 \text{ cm}$$

$$h = 5 \text{ cm}$$

Ditanya :

$$a. s' = \dots?$$

$$b. M = \dots?$$

$$c. h' = \dots?$$

d. sifat bayangan yang terbentuk!

Jawab :

$$a. f = \frac{R}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm, karena cermin cekung } f \text{ bernilai positif}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{7,5} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{10} - \frac{1}{7,5} = \frac{3-4}{30} = -\frac{1}{30}$$

$$s' = -30 \text{ cm}$$

$s'$  bernilai negatif, sehingga bayangan bersifat maya.

$$b. M = -\frac{s'}{s} = -\frac{-30}{7,5} = 4$$

Sehingga perbesaran bayangannya adalah 4x.

$$M = \frac{h'}{h}$$

$$4 = \frac{h'}{5}$$

$$h' = 20 \text{ cm}$$

Tinggi bayangan yang terbentuk adalah 20 cm.

c. Sifat bayangan yang terbentuk adalah maya, tegak, dan diperbesar.

#### c. Cermin Cembung

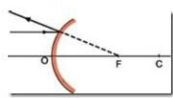
Cermin cembung disebut juga *cermin konveks* atau *cermin negative*.

Keistimewaan yang dimiliki oleh cermin cembung bola adalah

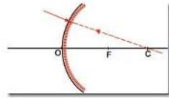
1) Cermin cembung memiliki titik fokus  $F$ , yaitu tempat mengumpulkan sinar-sinar pantul yang berasal dari sinar-sinar datang yang sejajar sumbu utama.

2) Cermin cembung ini memiliki pusat kelengkungan  $C$ .

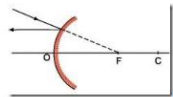
Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



Gambar 2

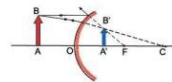


Gambar 3

Berdasarkan gambar di atas, sifat pemantulan pada cermin cembung adalah

- 
- 
- 

Pembentukan bayangan pada cermin cekung dapat diperoleh dengan menggunakan dua atau lebih sifat pemantulan. Bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung selalu diperkecil.



sumber : www.artikelmateri.com

Pembentukan bayangan pada cermin cembung

Hubungan antara jarak benda dan posisi bayangan yang terbentuk oleh cermin cembung dapat dituliskan sebagai berikut

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Nilai  $f$  untuk cermin cembung bernilai negative. Perbesaran mutlak (ditulis sebagai  $M$ ) didefinisikan sebagai perbandingan tinggi bayangan (diukur dari sumbu utama) dengan tinggi benda. Persamaan untuk perbesaran mutlak dapat dituliskan sebagai berikut

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

Perbesaran mutlak bernilai negative jika bayangan terbalik dan bernilai positif jika bayangan tegak. Karena pada cermin cembung nilai  $s'$  selalu negatif, bayangan yang dihasilkan selalu tegak.

Cermin cembung memungkinkan untuk melihat daerah yang lebih luas daripada melihat langsung dengan mata. Salah satu penerapan cermin cembung adalah kaca spion kendaraan bermotor. Cermin cembung juga digunakan di toko atau pasar swalayan sebagai pengaman dari pencurian.

#### Contoh soal :

Sebuah benda panjang 2 cm diletakkan pada jarak 40 cm di depan sebuah cermin cembung yang jari-jari kelengkungannya 60 cm.

- Dimanakah letak bayangannya?
- Berapa panjang bayangannya?

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $h = 2 \text{ cm}$

$$s = 40 \text{ cm}$$

$$R = 60 \text{ cm}$$

Ditanya : a.  $s' = \dots?$

$$b. h' = \dots?$$

Jawab :

$$a. f = \frac{1}{2} \times R = \frac{1}{2} \times 60 = 30 \text{ cm}$$

Karena cermin cembung sehingga  $f$  bernilai negatif

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-30} = \frac{1}{40} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-30} - \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{4}{120} - \frac{3}{120} = -\frac{7}{120}$$

$$s' = -\frac{120}{7} = -17 \text{ cm}$$

b. Perbesaran

$$M = -\frac{s'}{s}$$

$$M = -\frac{-17}{40} = \frac{17}{40}$$

Panjang bayangan

$$M = \frac{h'}{h}$$

$$\frac{17}{40} = \frac{h'}{2}$$

$$h' = \frac{17}{40} \times 2 = \frac{34}{40} \text{ cm}$$

## B. PEMBIASAN

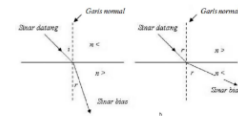
### 1. Definisi Pembiasan

Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada saat melintas dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada gejala pembiasan sinar bias merambat dalam medium yang berbeda. Pada pembiasan terjadi perubahan perambatan cahaya dan sudut dari arah perubahan ini disebut sebagai sudut bias  $\theta_b$ .



Sumber : www.usaha321.net

Pembiasan cahaya dijelaskan menggunakan Hukum Snellius tentang pembiasan. Agar lebih memahami hukum Snellius tentang pembiasan, perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar di atas dapat dituliskan hukum Snellius tentang pemantulan sebagai berikut

- 1.
- 2.

Indeks bias relatif medium 2 terhadap medium 1 ( $n_{21}$ ) secara matematis dapat ditulis dengan

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Persamaan untuk menghitung sudut bias dapat ditulis dengan



Contoh peristiwa pembiasan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

### 2. Pembentukan Bayangan akibat Pembiasan

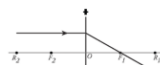
Pembentukan bayangan akibat pembiasan dapat terjadi pada lensa. Lensa merupakan benda yang tembus cahaya yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau

satu bidang lengkung dan satu bidang datar. Ada dua jenis lensa, yaitu lensa cembung dan lensa cekung. Untuk lensa tipis, dengan menganggap bahan tebal lensa dapat diabaikan, digambarkan dengan sebuah garis lurus dan dilengkapi dengan tanda (+) untuk lensa cembung dan tanda (-) untuk lensa cekung.

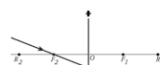
#### a. Lensa Cembung

Lensa cembung disebut juga lensa *konveks* atau lensa *positif*. Lensa cembung merupakan lensa konvergen, yaitu lensa yang bersifat mengumpulkan berkas sinar sejajar.

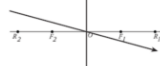
Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



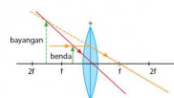
Gambar 2



Gambar 3

Tuliskan sinar istimewa pada lensa cembung berdasarkan gambar di atas!

- 1.
- 2.
- 3.



Pembentukan bayangan pada lensa cembung

sumber : www.idschool.net

Bayangan nyata terletak di sisi lain dari benda dan selalu terbalik. Bayangan maya selalu tegak dan terletak sepihak dengan benda. Perbesaran lateral yang dihasilkan lensa cembung adalah

$$M = -\frac{s'}{s}$$

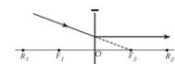
#### b. Lensa Cekung

Lensa cekung disebut juga lensa *konkaf* atau lensa *negatif*. Lensa cekung merupakan lensa divergen, yaitu lensa yang bersifat memencarkan berkas sinar sejajar.

Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



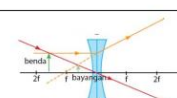
Gambar 2



Gambar 3

Tuliskan sinar istimewa pada lensa cekung berdasarkan gambar di atas!

- 1.
- 2.
- 3.



Pembentukan bayangan pada lensa cekung

sumber : www.idschool.net

Dengan jarak benda berapapun, bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung merupakan bayangan maya, diperkecil, dan tegak. Perbesaran lateral yang dihasilkan lensa cekung adalah

$$M = -\frac{s'}{s}$$

### 3. Kuat Lensa

Kuat lensa merupakan kemampuan untuk mengumpulkan atau memencarkan sinar. Kuat lensa adalah besaran yang kuantitasnya berbanding terbalik terhadap jarak focus.

$$P = \frac{1}{f}$$

Satuan kuat lensa ( $P$ ) adalah dioptri. Satu dioptri sama dengan satu  $m^{-1}$ .

#### Contoh soal:

Di depan sebuah lensa cembung dengan kuat lensa 0,5 D diletakkan sebuah benda yang panjangnya 2 cm pada jarak 25 cm.

- Berapa jarak fokus lensa?
- Berapa jarak bayangan?
- Berapa panjang bayangan?
- Sebutkan sifat-sifat bayangannya!

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $P = 0,5$  D

$$h = 2 \text{ cm}$$

$$s = 25 \text{ cm}$$

Ditanya: a)  $f = \dots$ ?

b)  $s' = \dots$ ?

c)  $h' = \dots$ ?

d) sifat-sifat bayangan = ...?

Jawab:

a)

$$P = \frac{1}{f}$$

$$0,5 = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$$

b)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{200} = \frac{1}{25} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{200} - \frac{1}{25} = \frac{1-8}{200} = -\frac{7}{200}$$

$$s' = -\frac{200}{7} \text{ cm}$$

Karena  $s'$  bernilai negatif sehingga bayangan yang terbentuk bersifat maya

c)

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

$$\frac{h'}{2} = -\frac{s'}{25}$$

$$\frac{h'}{2} = -\frac{-\frac{200}{7}}{25}$$

$$h' = \frac{200}{7 \times 25} \times 2 = \frac{400}{175} = 2,29 \text{ cm}$$

Perbesaran

$$M = -\frac{s'}{s} = -\frac{-\frac{200}{7}}{25} = \frac{200}{175} = 1,14$$

Karena  $M$  bernilai positif sehingga bayangan yang terbentuk tegak

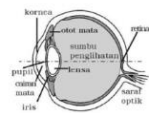
d) Sifat bayangan yang terbentuk adalah maya, tegak, dan diperbesar.

## ALAT OPTIK

### A. Mata

#### 1. Bagian Mata

Fungsi bagian mata yang ada kaitannya dengan fisika:



- Lensa mata
- Kornea mata
- Pupil
- Retina

#### 2. Mata Berakomodasi

Kemampuan mata untuk mengatur kuat lensa mata disebut daya akomodasi. Titik jauh mata untuk mata normal adalah di tak terhingga. Titik dekat mata untuk mata normal adalah 25 cm sampai 30 cm.

Mata tak berakomodasi :

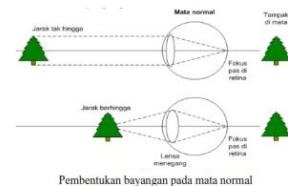
Mata berakomodasi maksimum :

#### 3. Jenis Mata

Berdasarkan lensanya, mata dibedakan menjadi empat jenis, yaitu mata normal, miopi, hipermetropi, presbiopi.

##### a. Emetrop

Emetrop atau mata normal adalah mata yang titik terjauhnya di tak terhingga dan titik dekatnya antara 25 cm hingga 30 cm.



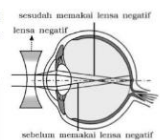
Pembentukan bayangan pada mata normal

#### b. Miopi

Miopi atau rabun jauh adalah mata tidak dapat melihat benda-benda di tempat yang jauh dengan jelas.

Penyebab :

Dapat ditolong dengan :

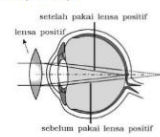


#### c. Hipermetropi

Hipermetropi atau rabun dekat adalah mata tidak dapat melihat benda-benda di tempat yang dekat dengan jelas.

Penyebab :

Dapat ditolong dengan :



#### d. Presbiopi

Penyebab :

Dapat ditolong dengan :

Presbiopi atau mata tua yaitu tidak jelas melihat benda yang terlalu jauh maupun terlalu dekat.

#### Contoh soal

Seorang kakek memiliki titik dekat 50 cm dan titik terjauhnya 5 m. Berapa ukuran kacamata yang harus digunakan oleh kakek tersebut agar matanya normal kembali?

#### Penyelesaian :

Yang dimaksud normal kembali adalah dapat melihat jauh tak hingga dan dapat membaca pada jarak 25 cm.

Diketahui : titik dekat = 50 cm = 0,50 m

titik jauh = 5 m

Ditanya :  $P = \dots$ ?

Jawab :

Lensa bawah

$s = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$

$s' = -50 \text{ cm} = -0,50 \text{ m}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{-0,50} = 4 - 2 = 2 \text{ m}^{-1}$$

$$P = \frac{1}{f} = 2 \text{ D}$$

Lensa atas

$s = \infty$

$s' = -5 \text{ m}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-5} = -0,2 \text{ m}^{-1}$$

$$P = \frac{1}{f} = -0,2 \text{ D}$$

#### B. Lup

Lup atau kaca pembesar merupakan lensa positif.

Fungsi lup :

##### 1. Pengamatan dengan mata berakomodasi

Pada pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum, mata melihat bayangan maya pada titik dekat mata ( $S_n$ ). Untuk lup berlaku

$$\gamma = \frac{S_n}{f} = \frac{25}{10} = 2,5$$

b.

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + 1 = \frac{25}{10} + 1 = 2,5 + 1 = 3,5$$

c.

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{s'} = \frac{25}{10} + \frac{25}{50} = 2,5 + 0,5 = 3$$

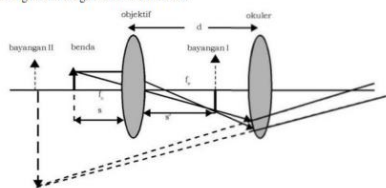
#### C. Mikroskop

Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif.

Lensa objektif :

Lensa okuler :

##### 1. Pengamatan dengan mata berakomodasi



Pembentukan bayangan pada mikroskop

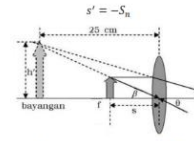
Perbesaran linier untuk mata berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{S_n}{s'_{ok}} = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left( \frac{S_n}{f_{ok}} + 1 \right)$$

Jarak antara lensa objektif dengan lensa okuler disebut panjang tubus mikroskop.

Panjang tubus mikroskop untuk mata berakomodasi adalah

$$d = s'_{ob} + s_{ok}$$



Pembentukan bayangan pada lup

Perbesaran sudut lihat untuk mata berakomodasi dapat ditulis

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + 1$$

##### 2. Pengamatan dengan mata tak berakomodasi

Pada pengamatan menggunakan lup tanpa berakomodasi, benda diletakkan pada focus ( $f$ ) lup. Perbesaran sudut lihat ( $\gamma$ ) dapat dituliskan

$$\gamma = \frac{S_n}{f}$$

#### Contoh soal:

Seseorang mengamati sebuah benda titik dekatnya 25 cm dengan menggunakan lup 10 dioptri. Berapakah perbesaran lup tersebut jika:

- Mata tidak berakomodasi
- Mata berakomodasi maksimum
- Mata berakomodasi pada jarak 50 cm

#### Penyelesaian:

Diketahui :  $S_n = 25 \text{ cm}$

$P = 10 \text{ D}$

Ditanya : a.  $\gamma$  tidak berakomodasi = ...?

b.  $\gamma$  berakomodasi maksimum = ...?

c. berakomodasi pada  $s = 50 \text{ cm}$ ?

Jawab:

$$P = \frac{1}{f} = 10 \text{ D}$$

$$f = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

a.

##### 2. Pengamatan dengan mata tak berakomodasi

Perbesaran linier untuk mata tak berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut

$$M = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{S_n}{f_{ok}}$$

Panjang tubus mikroskop untuk mata tak berakomodasi adalah

$$d = s'_{ob} + f_{ok}$$

#### Contoh soal :

Seseorang dengan titik dekat 25 cm, mengamati preparat panjang 1 mm dengan sebuah mikroskop yang mempunyai jarak fokus objektif dan okuler masing-masing 10 mm dan 10 mm. Jika benda diletakkan pada jarak 11 mm dari objektif.

- Berapa panjang bayangan akhir dari benda yang diamati, jika pengamat tidak berakomodasi?
- Berapa jarak lensa objektif – lensa okuler jika mata tidak berakomodasi?
- Berapa jarak lensa objektif – lensa okuler jika mata berakomodasi sekuatnya?

#### Penyelesaian:

Diketahui :  $S_n = 25 \text{ cm} = 250 \text{ mm}$

$f_{ok} = 10 \text{ mm}$

$h = 1 \text{ mm}$

$s_{ob} = 11 \text{ mm}$

$f_{ob} = 10 \text{ mm}$

Ditanya : a.  $h' = \dots$ ?

b.  $d$  (mata tidak berakomodasi) = ...?

c.  $d$  (mata berakomodasi maksimum) = ...?

Jawab:

a. Pada lensa objektif

$s_{ob} = 11 \text{ mm}$

$f_{ob} = 10 \text{ mm}$

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{11} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{1}{10} - \frac{1}{11}$$



$$\frac{1}{s_{ob}} = \frac{1}{11} - \frac{1}{10} = \frac{1}{110}$$

$$s'_{ob} = 110 \text{ mm}$$

Panjang bayangan akhir

$$M = \frac{h'}{h}$$

$$h' = h \times M = h \times \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{s_{ok}}{f_{ok}}$$

$$h' = 1 \times \frac{110}{11} \times \frac{250}{10} = 250 \text{ mm}$$

b.  $d = s'_{ob} + f_{ok} = 110 + 10 = 120 \text{ mm}$

c. Mata berakomodasi maksimal pada okuler

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{s} + \frac{1}{-250}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{10} - \frac{1}{-250} = \frac{25 + 1}{250} = \frac{26}{250}$$

$$s = \frac{250}{26} = 9,6 \text{ mm}$$

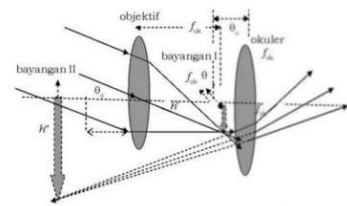
Jarak lensa objektif dan okuler

$$d = s'_{ob} + s_{ok} = 110 + 9,6 = 119,6 \text{ mm}$$

#### D. Teropong

Teropong merupakan alat untuk melihat benda-benda jauh agar tampak jelas. Terdapat beberapa jenis teropong, antara lain sebagai berikut.

##### 1. Teropong Bintang



Pembentukan bayangan pada teropong bintang

Teropong bintang atau teleskop digunakan untuk mengamati benda-benda langit. Pada teropong bintang terdapat dua lensa positif (lensa objektif dan lensa okuler). Karena benda yang diamati jauh sekali maka berkas sinar yang datang pada lensa objektif berupa sinar sejajar, sehingga terbentuk bayangan nyata pada titik fokus lensa objektif. Pengamatan bintang-bintang dilakukan dengan pengamatan mata tak berakomodasi. Titik fokus lensa objektif berimpit dengan lensa okuler.

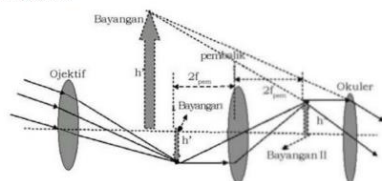
Perbesaran sudut teropong

$$\gamma = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{h/f_{ok}}{h/f_{ob}} = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

Panjang teropong

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

##### 2. Teropong Bumi



Pembentukan bayangan pada teropong bumi

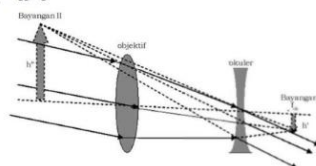
Pada teropong bumi, di antara lensa objektif dan lensa okuler diletakkan lensa positif. Lensa ini disebut lensa pembalik. Bayangan yang terbentuk lensa objektif diletakkan pada jarak  $2f_p$  dari lensa pembalik. Panjang teropong adalah

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok}$$

Perbesaran sudut teropong bumi dirumuskan:

$$\gamma = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

##### 3. Teropong Panggung



Pembentukan bayangan pada teropong panggung

Untuk memperpendek panjang teropong bumi, pembalikan bayangan dapat dilakukan oleh lensa sebagai okuler. Susunan semacam ini dinamakan teropong panggung atau teropong Galilei. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif merupakan

benda maya bagi lensa okuler. Untuk mata yang tidak berakomodasi panjang teropong dirumuskan:

$$d = f_{ob} - f_{ok}$$

Perbesaran sudut teropong panggung dapat dihitung dengan persamaan

$$\gamma = \left| \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \right|$$

Perbedaan teropong bintang, teropong bumi, dan teropong panggung adalah



#### Contoh soal :

Sebuah teropong yang jarak fokus lensa objektifnya 50 cm diarahkan ke pusat bulan. Jika mata tidak berakomodasi diperoleh perbesaran 10 kali.

a. Berapa jarak fokus lensa okulernya?

b. Berapa panjang tabung teropong?

#### Penyelesaian:

Diketahui :  $f_{ob} = 50 \text{ cm}$

$$\gamma = 10$$

Ditanya : a.  $f_{ok} = \dots?$

b.  $d = \dots?$

Jawab :

a.

$$\gamma = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

$$10 = \frac{50}{f_{ok}}$$

$$f_{ok} = \frac{50}{10} = 5 \text{ cm}$$

b.

$$d = f_{ob} + f_{ok} = 50 + 5 = 55 \text{ cm}$$

#### LATIHAN

- Sebuah teropong dengan jarak fokus objektif dan okuler 60 cm dan 30 cm. Seorang dengan titik dekat 30 cm, dengan menggunakan teropong tersebut berakomodasi maksimal. Hitung teropong dan perbesarannya!
- Sebuah benda diletakkan pada jarak 1,2 cm dari objektif sebuah mikroskop yang jarak fokus objektif dan okulernya masing-masing 1 cm dan 4,8 cm.
  - Berapa perbesaran sudut jika mata tidak berakomodasi?
  - Berapa jarak lensa objektif dan okuler jika mata tidak berakomodasi?
  - Berapa jarak lensa objektif dan okuler jika mata berakomodasi maksimum?
- Seseorang yang berpenglihatan jauh tidak dapat melihat benda dengan jelas pada jarak lebih dekat dari 50 cm. Hitung kuat lensa pada kacamata yang harus digunakan untuk melihat normal!
- Seorang yang bertitik dekat 40 cm mengamati benda kecil dengan menggunakan lup yang berkekuatan 10 dioptri. Berapa perbesaran sudut jika
  - Mata tidak berakomodasi
  - Mata berakomodasi maksimum
- Sebuah benda dengan tinggi 9 cm diletakkan 25 cm di depan lensa cermin cekung yang jarak fokusnya 10 cm. Tentukan letak bayangan benda!
- Seekor ikan terletak di sebuah akuarium berbentuk bola dengan diameter 150 cm. ( $n_{air} = 4/3$ ). Ikan tersebut berada 50 cm dari dinding akuarium dan seseorang berdiri pada jarak 100 cm dari dinding tersebut.
  - Dimana bayangan ikan yang dilihat orang?
  - Dimana bayangan orang yang dilihat ikan?

#### DAFTAR PUSTAKA

- Rosyid, Muhammad Farchani dkk. 2018. *Kajian Konsep Fisika 2*. Solo: Tiga Serangkai Putra Mandiri.
- Suparmo dan Widodo, Tri. 2009. *Panduan Pembelajaran Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Widodo, Tri. 2009. *Fisika : untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

- Sebuah cermin cekung memiliki jari-jari kelengkungan 2 m. Sebuah benda diletakkan pada jarak 1,5 m dari cermin, tinggi benda 5 cm. Hitunglah letak, tinggi, dan perbesaran bayangan!
- Dibelakang cermin cembung yang berfokus 4 cm terdapat sebuah bayangan yang tingginya  $\frac{3}{16}$  cm pada jarak  $2\frac{2}{3}$  cm. Dimanakah letak benda dan berapa tingginya?
- Indeks bias mutlak intan dan kaca korona adalah  $5/2$  dan  $3/2$ . Hitunglah indeks bias relatif intan terhadap korona!
- Sebuah lensa dengan kuat +5 dioptri. Di depan lensa diletakkan sebuah benda hingga terbentuk bayangan nyata diperbesar menjadi 4 kali bendanya.
  - Berapa jarak fokus lensa?
  - Apa jenis lensa tersebut?
  - Dimana letak bayangan benda dan bayangannya?

## **Lampiran 6. Produk Akhir**

6.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

6.2 LKPD 1

6.3 LKPD 2

6.4 LDPD

6.5 Handout

6.6 Pretest-Posttest

6.6.a Kisi-Kisi dan Pedoman Penskoran Soal Pretest-Posttest

6.6.b Soal Pretest

6.6.c Soal Posttest

6.7 Angket Motivasi Belajar

6.7.a Kisi-Kisi dan Pedoman Penskoran Lembar Angket Motivasi Belajar

6.7.b Lembar Angket Motivasi Belajar

## Lampiran 6.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

### RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

Satuan Pendidikan : SMA Negeri Depok  
Mata Pelajaran : Fisika  
Kelas /Semester : XI MIPA / Genap  
Program : Peminatan MIPA  
Materi Pokok : Alat Optik  
Alokasi waktu : 6 x 45 menit (3 pertemuan)

#### A. Kompetensi Inti (KI)

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

#### B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

No	Kompetensi Dasar (KD)	No	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
3.11	Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa	3.11.1	Menjelaskan dan menggambarkan pembentukan bayangan akibat pemantulan pada cermin
		3.11.2	Menjelaskan dan menggambarkan pembentukan bayangan akibat pembiasan pada lensa

No	Kompetensi Dasar (KD)	No	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
		3.11.3	Menganalisis alat-alat optik secara kuantitatif dan kualitatif
		3.11.4	Menerapkan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari
4.11	Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantulan dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa	4.11.1	Merencanakan dan melaksanakan simulasi yang menerapkan hukum pemantulan dan hukum pembiasan
		4.11.2	Mempresentasikan hasil simulasi tentang pemantulan dan pembiasan

### C. Tujuan Pembelajaran

Setelah melakukan proses pembelajaran dengan model simulasi peserta didik diharapkan dapat mencapai tujuan pembelajaran, yaitu:

#### **Pertemuan pertama**

1. Peserta didik dapat menjelaskan hukum pemantulan
2. Peserta didik dapat melukiskan sifat pemantulan pada cermin
3. Peserta didik dapat menjelaskan pembentukan bayangan akibat pemantulan pada cermin
4. Peserta didik dapat menggambarkan pembentukan bayangan akibat pemantulan oleh cermin

#### **Pertemuan kedua**

1. Peserta didik dapat menjelaskan hukum Snellius tentang pembiasan
2. Peserta didik dapat menjelaskan pembentukan bayangan akibat pembiasan
3. Peserta didik dapat menggambarkan pembentukan bayangan akibat pembiasan oleh lensa

#### **Pertemuan ketiga**

1. Peserta didik dapat menganalisis alat-alat optik
2. Peserta didik dapat mengaplikasikan alat-alat optik dalam kehidupan sehari-hari



#### D. Materi Pembelajaran

1. Pemantulan adalah pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas cahaya ketika bertemu dengan bidang batas antara dua medium. Pembentukan bayangan akibat pemantulan dapat terjadi pada cermin datar dan cermin lengkung. Cermin lengkung terdiri dari cermin cekung dan cermin cembung.
2. Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada bidang batas antara dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada gejala pembiasan sinar bias merambat dalam medium yang berbeda. Pembentukan bayangan akibat pembiasan dapat terjadi pada lensa. Lensa merupakan benda yang tembus cahaya yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau satu bidang lengkung dan satu bidang datar. Ada dua jenis lensa, yaitu lensa cembung dan lensa cekung. Kuat lensa merupakan kemampuan untuk mengumpulkan atau memencarkan sinar. Kuat lensa adalah besaran yang kuantitasnya berbanding terbalik terhadap jarak focus.

$$P = \frac{1}{f}$$

Satuan kuat lensa ( $P$ ) adalah dioptri. Satu dioptri sama dengan satu  $m^{-1}$ .

3. Bola mata mempunyai ukuran yang tetap. Agar bayangan benda jatuh tepat pada retina maka harus diatur kuat lensa mata. Kemampuan untuk mengatur kuat lensa mata disebut daya akomodasi. Mata dikatakan tidak berakomodasi jika melihat benda-benda di titik terjauhnya. Mata dikatakan berakomodasi maksimum jika melihat benda-benda di titik terdekatnya.
4. Lup merupakan lensa positif yang digunakan untuk mengamati benda-benda yang kecil. Dalam menggunakan lup dikenal dua cara pengamatan yaitu pengamatan dengan mata berakomodasi dan pengamatan dengan mata tak berakomodasi.
5. Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif. Lensa yang dekat dengan benda yang diamati disebut lensa objektif. Lensa yang dekat dengan mata disebut lensa okuler. Pada mikroskop terjadi perbesaran ganda, yaitu perbesaran linear mikroskop dan perbesaran sudut.

6. Teropong merupakan alat untuk melihat benda-benda jauh agar tampak jelas. Terdapat beberapa jenis teropong diantaranya teropong bintang, teropong bumi, dan teropong panggung.

#### E. Pendekatan, Metode dan Model Pembelajaran

1. Model Pembelajaran : *discovery learning*
2. Pendekatan : saintifik
3. Metode Pembelajaran : simulasi, eksperimen, diskusi dan tanya jawab

#### F. Media Pembelajaran

- Simulasi Virtual PhET
- Lembar Kerja Peserta didik (LKPD)
- Lembar Diskusi Peserta Didik (LDPD)

#### G. Sumber Belajar

1. Marthen Kanginan. 2013. *Buku Fisika SMA XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
2. Rosyid, Muhammad Farchani dkk. 2018. *Kajian Konsep Fisika 2*. Solo: Tiga Serangkai Putra Mandiri.
3. Suparmo dan Widodo, Tri. 2009. *Panduan Pembelajaran Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
4. Widodo, Tri. 2009. *Fisika : untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

#### H. Langkah-langkah Pembelajaran

##### Pertermuan Pertama (2 × 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
<b>Pendahuluan</b>	Guru mengucapkan salam dan berdoa	Peserta didik menjawab salam dan berdoa sebelum memulai pembelajaran	<b>10'</b>
	Guru mengecek kehadiran	Memberitahukan kepada	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	peserta didik	guru peserta didik yang tidak hadir	
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	Peserta didik mendengarkan dan memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru	
Kegiatan Inti	<b>Pemberian Rangsangan</b>		70'
	Guru membangun apersepsi peserta didik dengan memberikan fenomena pemantulan	Peserta didik <b>mengamati</b> dan menggali ingatan mengenai fenomena fisis yang disampaikan oleh guru	
	<b>Identifikasi Masalah</b>		
	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena pemantulan	Peserta didik memberikan pendapat mengenai fenomena fisis yang disampaikan guru	
	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi pemantulan sesuai yang disampaikan guru	Peserta didik <b>menanya</b> tentang materi pemantulan	
	<b>Pengumpulan Data</b>		
	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	Peserta didik berkelompok sesuai dengan kelompoknya	
	Guru membagikan LKPD yang berisi simulasi	Peserta didik mengolah informasi terkait	



Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	percobaan pemantulan dalam aplikasi PhET	pemantulan yang ada pada LKPD	
	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	Peserta didik <b>melakukan percobaan</b> dan berdiskusi sesuai dengan langkah pada LKPD	
	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan percobaan	Peserta didik menanyakan yang kurang dipahami atau dimengerti terkait materi ataupun percobaan	
	<b><i>Pengolahan Data</i></b>		
	Guru meminta peserta didik pada masing-masing kelompok berdiskusi mengenai pemantulan berdasarkan simulasi yang dilakukan	Peserta didik berdiskusi untuk memperdalam materi pemantulan berdasarkan percobaan yang dilakukan.	
	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LKPD materi pemantulan	Peserta didik menyelesaikan permasalahan yang ada pada LKPD	
	<b><i>Pembuktian</i></b>		
	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil percobaan dan diskusi kelompok	Peserta didik perwakilan kelompok <b>mengkomunikasikan (mempresentasikan) hasil percobaan</b> dan diskusi kelompok	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	Peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi	
	<b>Menarik Kesimpulan</b>		
	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	Peserta didik mendengarkan dan mencatat penjelasan yang disampaikan oleh guru	
	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi	Peserta didik memperhatikan informasi yang disampaikan oleh guru	
<b>Penutup</b>	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan mengenai pemantulan	Peserta didik menyimpulkan hasil percobaan mengenai pemantulan	<b>10'</b>
	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	Peserta didik mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru	
	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	Peserta didik berdoa dan mengucapkan salam	

Pertemuan kedua (2 × 45 menit)

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru mengucapkan salam dan berdoa	Peserta didik menjawab salam dan berdoa sebelum memulai pembelajaran	10'
	Guru mengecek kehadiran peserta didik	Memberitahukan kepada guru peserta didik yang tidak hadir	
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	Peserta didik mendengarkan dan memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru	
Kegiatan Inti	Pemberian Rangsangan		70'
	Guru membangun apersepsi peserta didik dengan memberikan fenomena pembiasan	Peserta didik mengamati dan menggali ingatan mengenai fenomena fisis yang disampaikan oleh guru	
	Identifikasi Masalah		
	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena pembiasan	Peserta didik memberikan pendapat mengenai fenomena fisis yang disampaikan guru	
	Guru memberi kesempatan peserta didik untuk menanyakan tentang materi pembiasan sesuai yang disampaikan guru	Peserta didik menanya tentang materi pembiasan	
	Pengumpulan Data		

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	Peserta didik berkelompok sesuai dengan kelompoknya	
	Guru membagikan LKPD yang berisi simulasi percobaan pembiasan dalam aplikasi PhET	Peserta didik mengolah informasi terkait pembiasan yang ada pada LKPD	
	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	Peserta didik <b>melakukan percobaan</b> dan berdiskusi sesuai dengan langkah pada LKPD	
	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan percobaan	Peserta didik menanyakan yang kurang dipahami atau dimengerti terkait materi ataupun percobaan	
	<b><i>Pengolahan Data</i></b>		
	Guru meminta peserta didik pada masing-masing kelompok berdiskusi mengenai pembiasan berdasarkan simulasi yang dilakukan	Peserta didik berdiskusi untuk memperdalam materi pembiasan berdasarkan percobaan yang dilakukan.	
	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LKPD materi pembiasan	Peserta didik menyelesaikan permasalahan yang ada pada LKPD	
	<b><i>Pembuktian</i></b>		
	Guru meminta peserta	Peserta didik perwakilan	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	didik untuk menyampaikan hasil percobaan dan diskusi kelompok	kelompok <b>mengkomunikasikan (mempresentasikan) hasil percobaan</b> dan diskusi kelompok	
	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	Peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi	
	<b>Menarik Kesimpulan</b>		
	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	Peserta didik mendengarkan dan mencatat penjelasan yang disampaikan oleh guru	
	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi	Peserta didik memperhatikan informasi yang disampaikan oleh guru	
<b>Penutup</b>	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil percobaan mengenai pembiasan	Peserta didik menyimpulkan hasil percobaan mengenai pembiasan	<b>10'</b>
	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	Peserta didik mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru	
	Guru mengakhiri pembelajaran dengan	Peserta didik berdoa dan mengucapkan salam	



Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	berdoa dan mengucapkan salam		

**Pertemuan ketiga (2 × 45 menit)**

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru mengucapkan salam dan berdoa	Peserta didik menjawab salam dan berdoa sebelum memulai pembelajaran	10'
	Guru mengecek kehadiran peserta didik	Memberitahukan kepada guru peserta didik yang tidak hadir	
	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran	Peserta didik mendengarkan dan memperhatikan tujuan pembelajaran yang disampaikan oleh guru	
Kegiatan Inti	Pemberian Rangsangan		70'
	Guru membangun apersepsi peserta didik dengan memberikan fenomena alat optik	Peserta didik mengamati dan menggali ingatan mengenai fenomena fisis yang disampaikan oleh guru	
	Identifikasi Masalah		
	Guru menanyakan pendapat peserta didik mengenai fenomena alat optik	Peserta didik memberikan pendapat mengenai fenomena fisis yang disampaikan guru	
	Guru memberi kesempatan	Peserta didik menanya	

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	peserta didik untuk menanyakan tentang materi alat optik sesuai yang disampaikan guru	tentang materi alat optik	
	<b>Pengumpulan Data</b>		
	Guru membagi peserta didik ke dalam beberapa kelompok	Peserta didik berkelompok sesuai dengan kelompoknya	
	Guru membagikan LDPD mengenai alat optik	Peserta didik mengolah informasi terkait alat optik yang ada pada LDPD	
	Guru mengamati dan melakukan penilaian dengan berkeliling ke setiap kelompok	Peserta didik berdiskusi untuk menyelesaikan soal yang ada pada LDPD	
	Guru menanyakan pada setiap kelompok kesulitan dalam melakukan diskusi	Peserta didik menanyakan yang kurang dipahami atau dimengerti terkait materi	
	<b>Pengolahan Data</b>		
	Guru membimbing peserta didik dalam menyelesaikan masalah pada LDPD materi pemantulan	Peserta didik menyelesaikan permasalahan yang ada pada LDPD	
	<b>Pembuktian</b>		

Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	Guru meminta peserta didik untuk menyampaikan hasil diskusi kelompok	Peserta didik perwakilan kelompok <b>mengkomunikasikan (mempresentasikan) hasil diskusi</b> kelompok	
	Guru meminta kelompok lain untuk menanggapi hasil presentasi jika ada pendapat berbeda atau tambahan informasi	Peserta didik dari kelompok lain menanggapi hasil presentasi	
	<b><i>Menarik Kesimpulan</i></b>		
	Guru mengevaluasi hasil diskusi kelompok dan menambahkan informasi yang belum disampaikan	Peserta didik mendengarkan dan mencatat penjelasan yang disampaikan oleh guru	
	Guru memberikan apresiasi kepada kelompok yang paling aktif dalam diskusi	Peserta didik memperhatikan informasi yang disampaikan oleh guru	
<b>Penutup</b>	Guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan hasil diskusi mengenai alat optik	Peserta didik menyimpulkan hasil hasil diskusi mengenai alat optik	<b>10'</b>
	Guru memberikan informasi materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya	Peserta didik mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru	



Kegiatan	Deskripsi Kegiatan Guru	Deskripsi Kegiatan Peserta Didik	Alokasi Waktu
	Guru mengakhiri pembelajaran dengan berdoa dan mengucapkan salam	Peserta didik berdoa dan mengucapkan salam	

#### I. Penilaian Hasil Pembelajaran

1. Teknik penilaian  
Penilaian kognitif hasil *pre-test* dan *post-test*
2. Instrumen penilaian  
Kisi-kisi *pre-test* dan *post-test*  
Lembar *pre-test* dan *post-test*  
Kunci jawaban *pre-test* dan *post-test*  
Pedoman penskoran *pre-test* dan *post-test*

Sleman,

.....

Mengetahui

Guru Mata Pelajaran,



Mahasiswa,

Irsyad Riyadi, S.Pd.

NIP 19681026 199802 1 002

Ardhiana Saptantia Khudria

NIM. 15302241038

LKPD 1	
Lembar Kerja Peserta Didik	
	
<b>Ardhiana Saptantia Khudria</b> Validator : 1. Prof. Dr. Jumadi 2. Irsyad Riyadi, S.Pd.	<b>Untuk SMA/MA</b> <b>Kelas XI</b>
<b>Nilai</b>	Kelompok : .....
	Nama : 1. .... (....) 2. .... (....) 3. .... (....) 4. .... (....) 5. .... (....) 6. .... (....)
	Kelas : .....
	UNY   Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

## LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 1

### PEMANTULAN CAHAYA

#### ALAT DAN BAHAN

1. Laptop atau PC
2. *Physics Education Technology (PhET) bending-light-in* dengan *software Java*
3. LKPD 1 : Pemantulan Cahaya

#### A. STIMULASI

Cermati fenomena di bawah ini!



Ega mengarahkan sebuah senter ke sebuah cermin dan meja kayu. Ketika Ega melihat sinar yang dipantulkan oleh cermin terasa menyilaukan. Dan ketika Ega melihat sinar yang dipantulkan oleh meja kayu terasa lebih nyaman. Mengapa terjadi demikian?

#### B. IDENTIFIKASI MASALAH

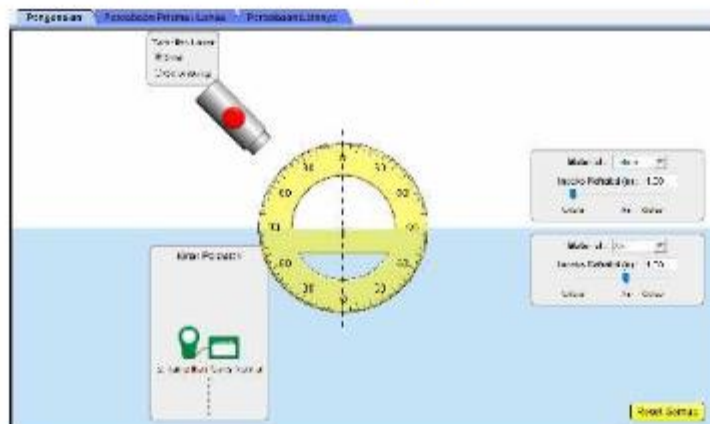
Identifikasi masalah berdasarkan fenomena di atas!

Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!

### C. PENGUMPULAN DATA

#### 1. PROSEDUR

- a. Buka aplikasi PhET (*bending-light-in*), pilih pengenalan



- b. Atur material 1 pada udara dan material 2 pada air
- c. Geser laser membentuk sudut datang  $10^\circ$
- d. Catat hasil sudut datang dan sudut pantul
- e. Ulangi langkah c dan d dengan sudut  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ , dan  $60^\circ$
- f. Ubah jenis material 2 menjadi gelas
- g. Ulangi langkah c, d, dan e

## 2. PERCOBAAN

Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!

Material 1 : Udara

No	Sudut Datang	Sudut Pantul	
		Air	Gelas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

## D. PENGOLAHAN DATA

1. Berdasarkan tabel di atas, jelaskan perbedaan sudut pantul pada material air dan gelas!

2. Berdasarkan simulasi yang telah kalian lakukan, tuliskan hubungan antara sudut datang dan sudut pantul!

#### **E. PEMBUKTIAN**

Analisis masalah yang telah kalian rumuskan!



#### **F. KESIMPULAN**



# LKPD 2

Lembar Kerja Peserta Didik



**PEMBIASAN CAHAYA**

**Ardhiana Saptantia Khudria**  
Validator : 1. Prof. Dr. Jumadi  
2. Irsyad Riyadi, S.Pd.

**Untuk SMA/MA**  
**Kelas XI**

<b>Nilai</b>	Kelompok : .....
	Nama : 1. .... (....)
	2. .... (....)
	3. .... (....)
	4. .... (....)
	5. .... (....)
	6. .... (....)
	Kelas : .....



UNY | Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



## LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) 2

### PEMBIASAN CAHAYA

#### ALAT DAN BAHAN

1. Laptop atau PC
2. *Physics Education Technology (PhET) bending-light-in* dengan *software Java*
3. LKPD 2 : Pembiasan Cahaya

#### A. STIMULASI

Cermati fenomena di bawah ini!



Sinta memasukkan sebuah sendok ke dalam gelas bening yang diisi air. Ketika diamati, sendok tersebut terlihat seperti patah diperbatasan antara udara dan air. Mengapa terjadi demikian?

#### B. IDENTIFIKASI MASALAH

Identifikasi masalah berdasarkan fenomena di atas!

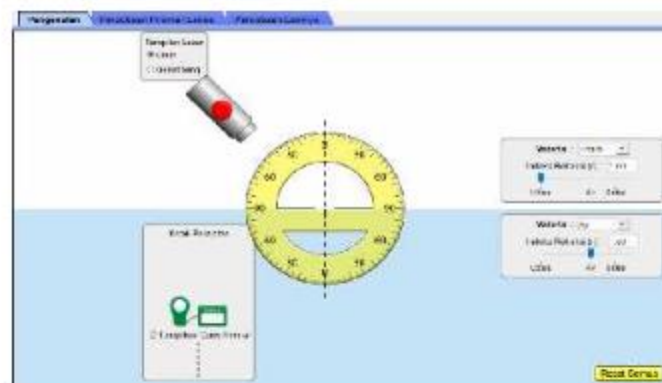


Buatlah hipotesis berdasarkan permasalahan yang telah kalian rumuskan!

### C. PENGUMPULAN DATA

#### 1. PROSEDUR

- Buka aplikasi PhET (*bending-light-in*), pilih pengenalan



- Atur material 1 pada udara dan material 2 pada air
- Geser laser membentuk sudut datang  $10^\circ$
- Catat hasil sudut datang dan sudut bias
- Ulangi langkah c dan d dengan sudut  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ , dan  $45^\circ$
- Ubah jenis material 2 menjadi gelas
- Ulangi langkah c, d, dan e
- Ubah material 1 menjadi gelas dan material 2 menjadi air

- i. Ulangi langkah c, d, dan e
- j. Ubah material 2 menjadi udara
- k. Ulangi langkah c, d, dan e

## 2. PERCOBAAN 1

Tulislah hasil percobaan dalam tabel di bawah ini!

Material 1 : Udara

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Gelas
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

## 3. PERCOBAAN 2

Material 1 : Gelas

Indeks bias udara ( $n_{udara}$ ) = .....

Indeks bias air ( $n_{air}$ ) = .....

Indeks bias gelas ( $n_{gelas}$ ) = .....

No	Sudut Datang	Sudut Bias	
		Air	Udara
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

#### D. PENGOLAHAN DATA

1. Berdasarkan tabel percobaan 1, jelaskan perbedaan sudut bias pada material air dan gelas!



2. Berdasarkan tabel percobaan 2, jelaskan perbedaan sudut bias pada material air dan udara!



3. Apa yang menyebabkan perbedaan sudut bias pada percobaan 1 dan percobaan 2!



4. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, tuliskan hubungan antara sudut datang dan sudut bias!




**E. PEMBUKTIAN**

Analisis masalah yang telah kalian rumuskan!



**F. KESIMPULAN**



<h1>LDPD</h1> <p>Lembar Diskusi Peserta Didik</p>	
 <h2>ALAT OPTIK</h2>	
<p><b>Ardhiana Saptantia Khudria</b> Validator : 1. Prof. Dr. Jumadi 2. Irsyad Riyadi, S.Pd.</p>	<p><b>Untuk SMA/MA</b> <b>Kelas XI</b></p>
<p><b>Nilai</b></p>	<p>Kelompok : .....</p> <p>Nama : 1. .... (....) 2. .... (....) 3. .... (....) 4. .... (....) 5. .... (....) 6. .... (....)</p> <p>Kelas : .....</p>
 <p>UNY   Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam</p>	

**LEMBAR DISKUSI PESERTA DIDIK (LDPD)**  
**ALAT OPTIK**

**Petunjuk Pengerjaan :**

1. Diskusikan pertanyaan-pertanyaan yang ada di dalam LDPD bersama dengan anggota kelompokmu.
2. Tuliskan hasil diskusi kelompokmu pada kolom yang telah disediakan.
3. Presentasikan hasil diskusi kelompokmu di kelas.

Isilah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan berdiskusi bersama kelompokmu!

1. Kapan mata dikatakan sedang berakomodasi maksimum dan tidak berakomodasi?



2. Jelaskan sifat bayangan yang terjadi saat menggunakan mikroskop!



A large, empty rectangular box with rounded corners and a blue border, intended for the student to write their answer.

3. Mengapa orang yang menderita miopi harus ditolong dengan kacamata berlensa negatif? Jelaskan!



A large, empty rounded rectangular box with a blue border, intended for the student to write their answer.



4. Jelaskan perbedaan teropong bintang, teropong bumi, dan teropong panggung!



A large, empty rounded rectangle with a blue border, intended for the student to write their answer.

5. Wuri yang bermata normal mengamati sebuah benda dengan lup berkekuatan 5 dioptri. Tentukan perbesaran bayangan apabila mata Wuri tak berakomodasi dan berakomodasi maksimum!



A large, empty rounded rectangular box with a blue border, intended for the student's answer.

**Ardhiana Saptantia Khudria**

Validator : 1. Prof. Dr. Jumadi

2. Irsyad Riyadi, S.Pd.

# **HANDOUT FISIKA**

## **ALAT OPTIK**

Untuk SMA/MA Kelas XI

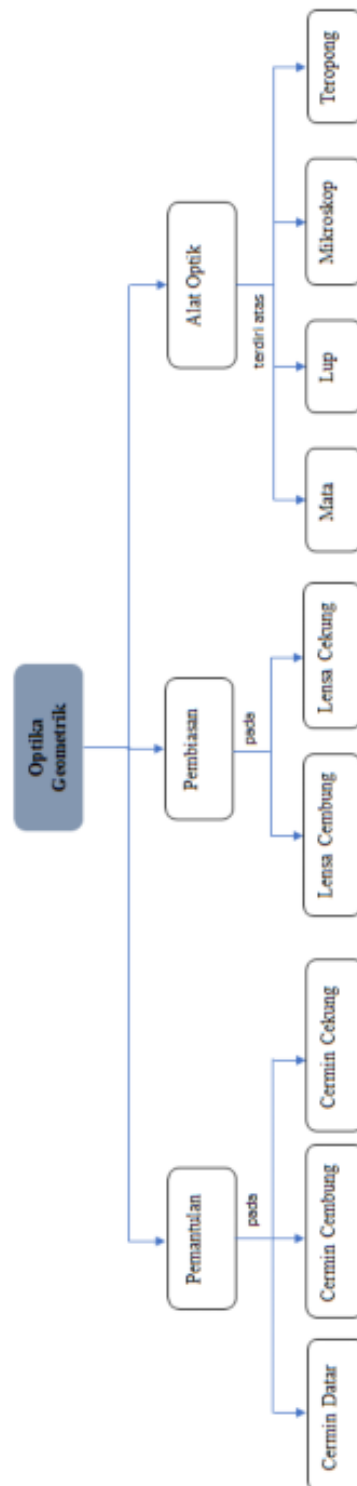


Nama : .....  
No. Absen : .....  
Kelas : .....



UNY | Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

## PETA KONSEP

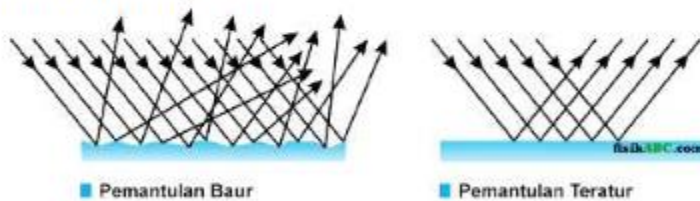


## OPTIKA GEOMETRIK

### A. PEMANTULAN

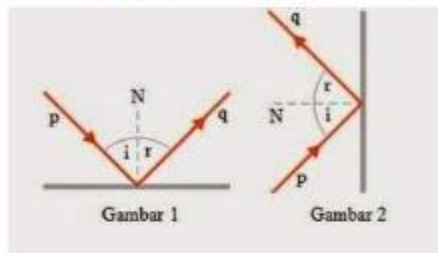
#### 1. Definisi Pemantulan

Pemantulan adalah pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas cahaya ketika bertemu dengan bidang batas antara dua medium. Jika batas antara dua medium cukup teratur (misalnya cermin atau kaca), akan terjadi pemantulan teratur. Jika batas antara dua medium tidak teratur, akan terjadi pemantulan terhambur (pemantulan baur).



Sumber : [www.fisikabc.com](http://www.fisikabc.com)

Pemantulan cahaya pada permukaan teratur pertama kali diamati oleh **Willbrod Snellius** dan dikenal sebagai hukum Snellius. Sinar yang berasal dari sumber cahaya disebut sinar datang, sinar yang dipantulkan oleh bidang pantul disebut sinar pantul, dan garis yang tegak lurus dengan bidang pantul disebut garis normal. Untuk lebih memahami hukum Snellius tentang pemantulan perhatikan gambar berikut!



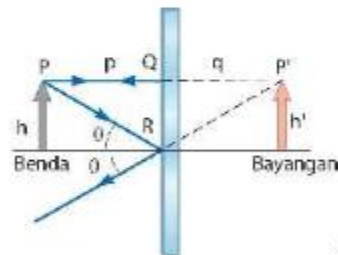
Berdasarkan gambar di atas dapat dituliskan hukum Snellius tentang pemantulan sebagai berikut

- 1.
- 2.

## 2. Pembentukan Bayangan akibat Pemantulan

Pembentukan bayangan akibat pemantulan dapat terjadi pada cermin. Berdasarkan bentuknya, cermin dibedakan menjadi cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung. Untuk cermin terdapat perjanjian atau konvensi bahwa jarak benda atau jarak bayangan bernilai positif jika benda terletak di depan cermin dan bernilai negatif jika benda terletak di belakang cermin.

### a. Cermin Datar



sumber : [www.myrightspot.com](http://www.myrightspot.com)

#### Pembentukan bayangan pada cermin datar

Berdasarkan gambar di atas sebutkan sifat-sifat bayangan yang dihasilkan pada cermin datar!

1.  
Alasan :
2.  
Alasan :
3.  
Alasan :

Dua buah cermin datar yang disusun sehingga membentuk sudut apit tertentu, jumlah bayangan yang terbentuk dapat diketahui dengan persamaan

$$n = \frac{360}{\alpha} - m$$

dengan :

$n$  = jumlah bayangan

$\alpha$  = sudut di antara dua cermin

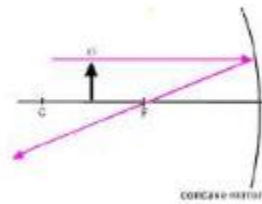
$$m = \begin{cases} 1, & \text{jika } \frac{360}{\alpha} \text{ bernilai genap} \\ 0, & \text{jika } \frac{360}{\alpha} \text{ bernilai ganjil} \end{cases}$$

b. Cermin Cekung

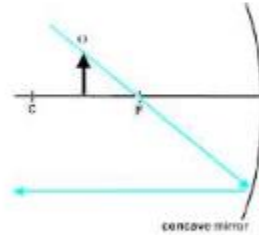
Cermin cekung disebut juga *cermin konkaf* atau *cermin positif*. Cermin cekung memiliki beberapa keistimewaan, yaitu

- 1) Cermin cekung memiliki titik fokus  $F$ , yaitu tempat mengumpulnya sinar-sinar pantul yang berasal dari sinar-sinar datang yang sejajar sumbu utama.
- 2) Cermin cekung memiliki pusat kelengkungan  $C$ .

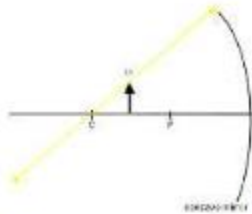
Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



Gambar 2



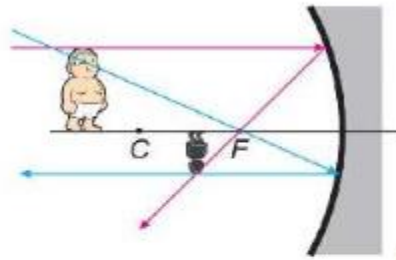
Gambar 3

Berdasarkan gambar di atas, sifat pemantulan pada cermin cekung adalah

- 1.
- 2.
- 3.

Dengan sifat-sifat pemantulan tersebut, bayangan benda yang dibentuk oleh cermin cekung dapat dilukiskan dengan mudah.





sumber : [www.pelajaran.id](http://www.pelajaran.id)

#### Pembentukan bayangan pada cermin cekung

Hubungan antara jarak benda dan posisi bayangan yang terbentuk oleh cermin cekung dapat dituliskan sebagai berikut

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

dengan

$s$  = jarak benda

$s'$  = jarak bayangan

$f$  = jarak fokus cermin

Nilai  $f$  untuk cermin cekung bernilai positif. Perbesaran mutlak (ditulis sebagai  $|M|$ ) didefinisikan sebagai perbandingan tinggi bayangan  $h'$  (diukur dari sumbu utama) dengan tinggi benda  $h$ . Persamaan untuk perbesaran mutlak dapat dituliskan sebagai berikut

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

Perbesaran mutlak bernilai negative jika bayangan terbalik dan bernilai positif jika bayangan tegak. Cermin cekung digunakan pada senter atau proyektor film. Cermin cekung berguna untuk menyejajarkan berkas cahaya yang berasal dari lampu.

#### Contoh soal :

Sebuah benda yang tingginya 5 cm diletakkan 7,5 cm dari cermin cekung. Jari-jari kelengkungan cermin 20 cm. Tentukan:

- Jarak bayangan dari cermin
- Tinggi bayangan
- Perbesaran bayangan
- Sifat bayangan yang terbentuk



**Penyelesaian :**

Diketahui :

$$s = 7,5 \text{ cm}$$

$$R = 20 \text{ cm}$$

$$h = 5 \text{ cm}$$

Ditanya :

- $s' = \dots?$
- $M = \dots?$
- $h' = \dots?$
- sifat bayangan yang terbentuk!

Jawab :

a.  $f = \frac{R}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$ , karena cermin cekung  $f$  bernilai positif

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{7,5} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{10} - \frac{1}{7,5} = \frac{3 - 4}{30} = -\frac{1}{30}$$

$$s' = -30 \text{ cm}$$

$s'$  bernilai negatif, sehingga bayangan bersifat maya.

b.  $M = -\frac{s'}{s} = -\frac{-30}{7,5} = 4$

Sehingga perbesaran bayangannya adalah 4x.

c.  $M = \frac{h'}{h}$

$$4 = \frac{h'}{5}$$

$$h' = 20 \text{ cm}$$

Tinggi bayangan yang terbentuk adalah 20 cm.

- d. Sifat bayangan yang terbentuk adalah *maya, tegak, dan diperbesar*.

c. Cermin Cembung

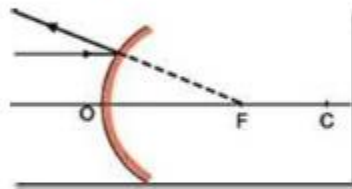
Cermin cembung disebut juga *cermin konveks* atau *cermin negative*.

Keistimewaan yang dimiliki oleh cermin cembung bola adalah

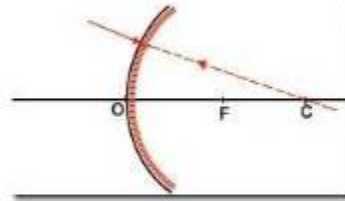
1) Cermin cembung memiliki titik fokus  $F$ , yaitu tempat mengumpulnya sinar-sinar pantul yang berasal dari sinar-sinar datang yang sejajar sumbu utama.

2) Cermin cembung ini memiliki pusat kelengkungan  $C$ .

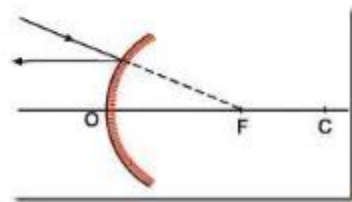
Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



Gambar 2

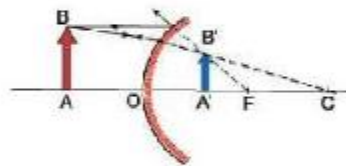


Gambar 3

Berdasarkan gambar di atas, sifat pemantulan pada cermin cembung adalah

- 1.
- 2.
- 3.

Pembentukan bayangan pada cermin cekung dapat diperoleh dengan menggunakan dua atau lebih sifat pemantulan. Bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung selalu diperkecil.



sumber : [www.artikelmateri.com](http://www.artikelmateri.com)

Pembentukan bayangan pada cermin cembung

Hubungan antara jarak benda dan posisi bayangan yang terbentuk oleh cermin cembung dapat dituliskan sebagai berikut

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

Nilai  $f$  untuk cermin cembung bernilai negative. Perbesaran mutlak (ditulis sebagai  $|M|$ ) didefinisikan sebagai perbandingan tinggi bayangan (diukur dari sumbu utama) dengan tinggi benda. Persamaan untuk perbesaran mutlak dapat dituliskan sebagai berikut

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

Perbesaran mutlak bernilai negative jika bayangan terbalik dan bernilai positif jika bayangan tegak. Karena pada cermin cembung nilai  $s'$  selalu negatif, bayangan yang dihasilkan selalu tegak.

Cermin cembung memungkinkan untuk melihat daerah yang lebih luas daripada melihat langsung dengan mata. Salah satu penerapan cermin cembung adalah kaca spion kendaraan bermotor. Cermin cembung juga digunakan di toko atau pasar swalayan sebagai pengaman dari pencurian.

**Contoh soal :**

Sebuah benda panjang 2 cm diletakkan pada jarak 40 cm di depan sebuah cermin cembung yang jari-jari kelengkungannya 60 cm.

- Dimanakah letak bayangannya?
- Berapa panjang bayangannya?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $h = 2$  cm

$$s = 40$$
 cm

$$R = 60$$
 cm

Ditanya : a.  $s' = \dots?$

b.  $h' = \dots?$

Jawab :

$$\text{a. } f = \frac{1}{2} \times R = \frac{1}{2} \times 60 = 30 \text{ cm}$$

Karena cermin cembung sehingga  $f$  bernilai negatif

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-30} = \frac{1}{40} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-30} - \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{-4 - 3}{120} = -\frac{7}{120}$$

$$s' = -\frac{120}{7} = -17 \text{ cm}$$

b. Perbesaran

$$M = -\frac{s'}{s}$$

$$M = -\frac{-17}{40} = \frac{17}{40}$$

Panjang bayangan

$$M = \frac{h'}{h}$$

$$\frac{17}{40} = \frac{h'}{2}$$

$$h' = \frac{17}{40} \times 2 = \frac{34}{40} \text{ cm}$$

## B. PEMBIASAN

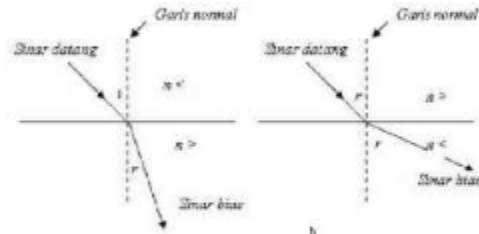
### 1. Definisi Pembiasan

Pembiasan merupakan perubahan arah yang dialami oleh cahaya pada saat melintas dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada gejala pembiasan sinar bias merambat dalam medium yang berbeda. Pada pembiasan terjadi perubahan perambatan cahaya dan sudut dari arah perubahan ini disebut sebagai sudut bias  $\theta_b$ .



Sumber : [www.usaha321.net](http://www.usaha321.net)

Pembiasan cahaya dijelaskan menggunakan Hukum Snellius tentang pembiasan. Agar lebih memahami hukum Snellius tentang pembiasan, perhatikan gambar berikut!



Berdasarkan gambar di atas dapat dituliskan hukum Snellius tentang pemantulan sebagai berikut

- 1.
- 2.

Indeks bias relatif medium 2 terhadap medium 1 ( $n_{21}$ ) secara matematis dapat ditulis dengan

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

Persamaan untuk menghitung sudut bias dapat ditulis dengan



Contoh peristiwa pembiasan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

## 2. Pembentukan Bayangan akibat Pembiasan

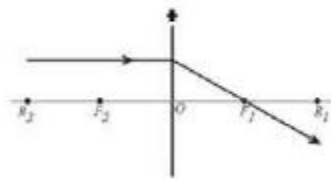
Pembentukan bayangan akibat pembiasan dapat terjadi pada lensa. Lensa merupakan benda yang tembus cahaya yang dibatasi oleh dua bidang lengkung atau

satu bidang lengkung dan satu bidang datar. Ada dua jenis lensa, yaitu lensa cembung dan lensa cekung. Untuk lensa tipis, dengan menganggap bahan tebal lensa dapat diabaikan, digambarkan dengan sebuah garis lurus dan dilengkapi dengan tanda (+) untuk lensa cembung dan tanda (-) untuk lensa cekung.

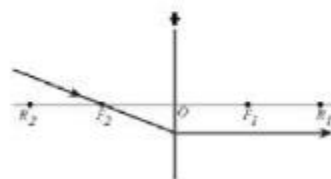
a. Lensa Cembung

Lensa cembung disebut juga lensa *konveks* atau lensa *positif*. Lensa cembung merupakan lensa konvergen, yaitu lensa yang bersifat mengumpulkan berkas sinar sejajar.

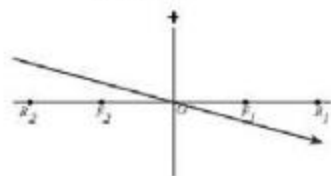
Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



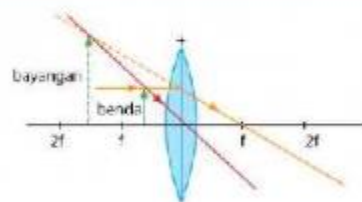
Gambar 2



Gambar 3

Tuliskan sinar istimewa pada lensa cembung berdasarkan gambar di atas!

- 1.
- 2.
- 3.



sumber : [www.idschool.net](http://www.idschool.net)

Pembentukan bayangan pada lensa cembung

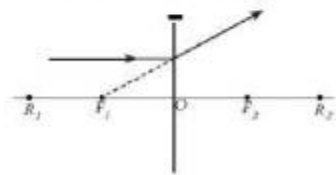
Bayangan nyata terletak di sisi lain dari benda dan selalu terbalik. Bayangan maya selalu tegak dan terletak sepihak dengan benda. Perbesaran lateral yang dihasilkan lensa cembung adalah

$$M = -\frac{s'}{s}$$

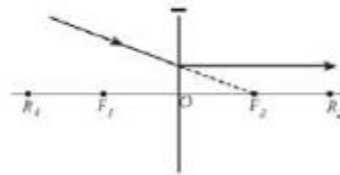
b. Lensa Cekung

Lensa cekung disebut juga lensa konkaf atau lensa negative. Lensa cekung merupakan lensa divergen, yaitu lensa yang bersifat memencarkan berkas sinar sejajar.

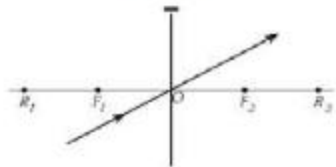
Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1



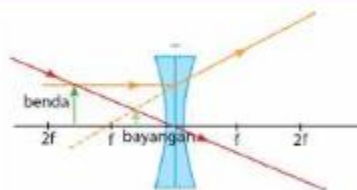
Gambar 2



Gambar 3

Tuliskan sinar istimewa pada lensa cekung berdasarkan gambar di atas!

- 1.
- 2.
- 3.



sumber : [www.idschooll.net](http://www.idschooll.net)

Pembentukan bayangan pada lensa cekung

Dengan jarak benda berapapun, bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung merupakan bayangan maya, diperkecil, dan tegak. Perbesaran lateral yang dihasilkan lensa cekung adalah

$$M = -\frac{s'}{s}$$

### 3. Kuat Lensa

Kuat lensa merupakan kemampuan untuk mengumpulkan atau memencarkan sinar. Kuat lensa adalah besaran yang kuantitasnya berbanding terbalik terhadap jarak focus.

$$P = \frac{1}{f}$$

Satuan kuat lensa ( $P$ ) adalah dioptri. Satu dioptri sama dengan satu  $m^{-1}$ .

#### Contoh soal:

Di depan sebuah lensa cembung dengan kuat lensa 0,5 D diletakkan sebuah benda yang panjangnya 2 cm pada jarak 25 cm.

- Berapa jarak fokus lensa?
- Berapa jarak bayangan?
- Berapa panjang bayangan?
- Sebutkan sifat-sifat bayangannya!

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $P = 0,5 \text{ D}$

$$h = 2 \text{ cm}$$

$$s = 25 \text{ cm}$$

Ditanya : a)  $f = \dots?$

$$\text{b) } s' = \dots?$$

$$\text{c) } h' = \dots?$$

$$\text{d) sifat-sifat bayangan} = \dots?$$

Jawab:

a)

$$P = \frac{1}{f}$$

$$0,5 = \frac{1}{f}$$



$$f = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$$

b)

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \\ \frac{1}{200} &= \frac{1}{25} + \frac{1}{s'} \\ \frac{1}{s'} &= \frac{1}{200} - \frac{1}{25} = \frac{1-8}{200} = -\frac{7}{200} \\ s' &= -\frac{200}{7} \text{ cm}\end{aligned}$$

Karena  $s'$  bernilai negatif sehingga bayangan yang terbentuk bersifat maya

c)

$$\begin{aligned}M &= \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s} \\ \frac{h'}{h} &= -\frac{s'}{s} \\ \frac{h'}{2} &= -\frac{\frac{200}{7}}{25} \\ h' &= \frac{200}{7 \times 25} \times 2 = \frac{400}{175} = 2,29 \text{ cm}\end{aligned}$$

Perbesaran

$$M = -\frac{s'}{s} = -\frac{-\frac{200}{7}}{25} = \frac{200}{175} = 1,14$$

Karena  $M$  bernilai positif sehingga bayangan yang terbentuk tegak

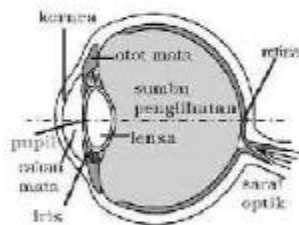
d) Sifat bayangan yang terbentuk adalah maya, tegak, dan diperbesar.

## ALAT OPTIK

### A. Mata

#### 1. Bagian Mata

Fungsi bagian mata yang ada kaitannya dengan fisika:



- a. Lensa mata :
- b. Kornea mata :
- c. Pupil :
- d. Retina :

#### 2. Mata Berakomodasi

Kemampuan mata untuk mengatur kuat lensa mata disebut daya akomodasi. Titik jauh mata untuk mata normal adalah di tak terhingga. Titik dekat mata untuk mata normal adalah 25 cm sampai 30 cm.

Mata tak berakomodasi :

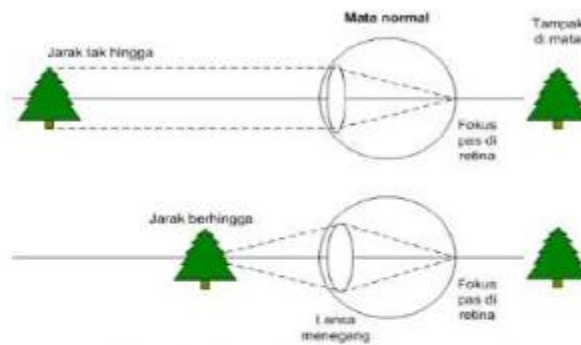
Mata berakomodasi maksimum :

#### 3. Jenis Mata

Berdasarkan lensanya, mata dibedakan menjadi empat jenis, yaitu mata normal, miopi, hipermetropi, presbiopi.

##### a. Emetrop

Emetrop atau mata normal adalah mata yang titik terjauhnya di tak terhingga dan titik dekatnya antara 25 cm hingga 30 cm.



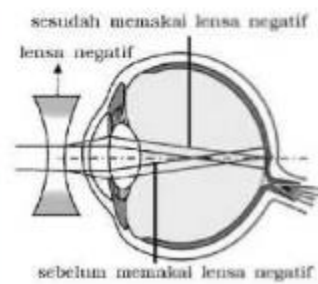
Pembentukan bayangan pada mata normal

b. Miopi

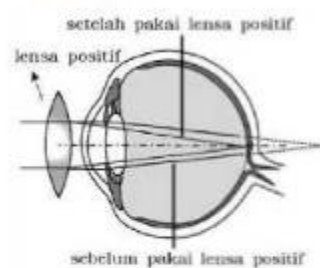
Miopi atau rabun jauh adalah mata tidak dapat melihat benda-benda di tempat yang jauh dengan jelas.

Penyebab :

Dapat ditolong dengan :



c. Hipermetropi



Hipermetropi atau rabun dekat adalah mata tidak dapat melihat benda-benda di tempat yang dekat dengan jelas.

Penyebab :

Dapat ditolong dengan :

d. Presbiopi

Penyebab :

Dapat ditolong dengan :

Presbiopi atau mata tua yaitu tidak jelas melihat benda yang terlalu jauh maupun terlalu dekat.

**Contoh soal**

Seorang kakek memiliki titik dekat 50 cm dan titik terjauhnya 5 m. Berapa ukuran kacamata yang harus digunakan oleh kakek tersebut agar matanya normal kembali?

**Penyelesaian :**

Yang dimaksud normal kembali adalah dapat melihat jauh tak hingga dan dapat membaca pada jarak 25 cm.

Diketahui : titik dekat = 50 cm = 0,50 m

titik jauh = 5 m

Ditanya :  $P = \dots?$

Jawab :

Lensa bawah

$s = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$

$s' = -50 \text{ cm} = -0,50 \text{ m}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{-0,50} = 4 - 2 = 2 \text{ m}^{-1}$$

$$P = \frac{1}{f} = 2 \text{ D}$$

Lensa atas

$s = \infty$

$s' = -5 \text{ m}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-5} = -0,2 \text{ m}^{-1}$$

$$P = \frac{1}{f} = -0,2 \text{ D}$$

**B. Lup**

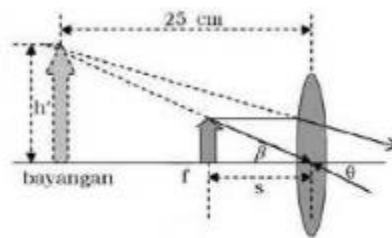
Lup atau kaca pembesar merupakan lensa positif.

Fungsi lup :

1. Pengamatan dengan mata berakomodasi

Pada pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum, mata melihat bayangan maya pada titik dekat mata ( $S_n$ ). Untuk lup berlaku

$$s' = -S_n$$



Pembentukan bayangan pada lup

Perbesaran sudut lihat untuk mata berakomodasi dapat ditulis

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + 1$$

2. Pengamatan dengan mata tak berakomodasi

Pada pengamatan menggunakan lup tanpa berakomodasi, benda diletakkan pada focus ( $f$ ) lup. Perbesaran sudut lihat ( $\gamma$ ) dapat dituliskan

$$\gamma = \frac{S_n}{f}$$

**Contoh soal:**

Seseorang mengamati sebuah benda titik dekatnya 25 cm dengan menggunakan lup 10 dioptri. Berapakah perbesaran lup tersebut jika:

- Mata tidak berakomodasi
- Mata berakomodasi maksimum
- Mata berakomodasi pada jarak 50 cm

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $S_n = 25 \text{ cm}$

$$P = 10 \text{ D}$$

Ditanya : a.  $\gamma$  tidak berakomodasi = ...?

b.  $\gamma$  berakomodasi maksimum = ...?

c. berakomodasi pada  $s = 50 \text{ cm}$  ?

Jawab:

$$P = \frac{1}{f} = 10 \text{ D}$$

$$f = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

a.

$$\gamma = \frac{S_n}{f} = \frac{25}{10} = 2,5$$

b.

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + 1 = \frac{25}{10} + 1 = 2,5 + 1 = 3,5$$

c.

$$\gamma = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{s'} = \frac{25}{10} + \frac{25}{50} = 2,5 + 0,5 = 3$$

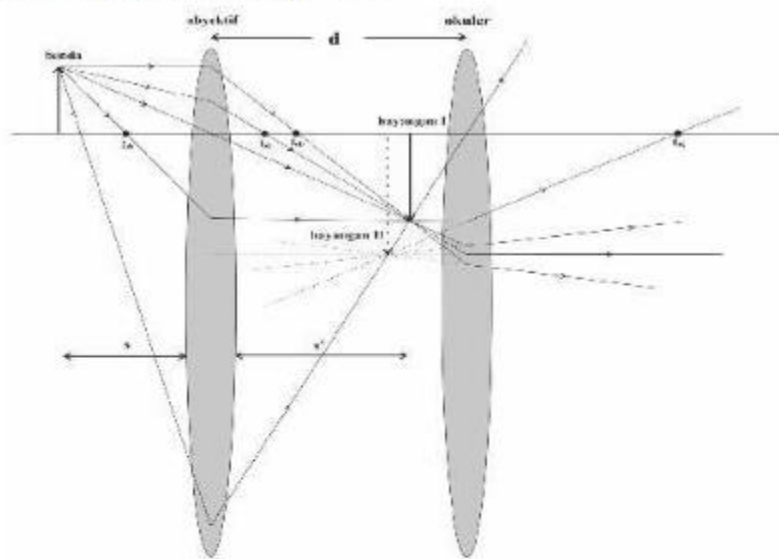
### C. Mikroskop

Mikroskop terdiri dari dua buah lensa positif.

Lensa objektif :

Lensa okuler :

#### 1. Pengamatan dengan mata berakomodasi



Pembentukan bayangan pada mikroskop

Perbesaran liner untuk mata berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut

$$M = \frac{s'_o}{s_o} \times \frac{S_n}{s_o} = \frac{s'_o}{s_o} \times \left( \frac{S_n}{f_o} + 1 \right)$$

Jarak antara lensa objektif dengan lensa okuler disebut panjang tubus mikroskop. Panjang tubus mikroskop untuk mata berakomodasi adalah

$$d = s'_o + s_o$$

2. Pengamatan dengan mata tak berakomodasi

Perbesaran linier untuk mata tak berakomodasi dapat ditulis sebagai berikut

$$M = \frac{s'_o}{s_o} \times \frac{s_n}{f_o}$$

Panjang tubus mikroskop untuk mata tak berakomodasi adalah

$$d = s'_o + f_o$$

**Contoh soal :**

Seseorang dengan titik dekat 25 cm, mengamati preparat panjang 1 mm dengan sebuah mikroskop yang mempunyai jarak fokus objektif dan okuler masing-masing 10 mm dan 10 mm. Jika benda diletakkan pada jarak 11 mm dari objektif.

- Berapa panjang bayangan akhir dari benda yang diamati, jika pengamat tidak berakomodasi?
- Berapa jarak lensa objektif – lensa okuler jika mata tidak berakomodasi?
- Berapa jarak lensa objektif – lensa okuler jika mata berakomodasi sekuat-kuatnya?

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $S_n = 25 \text{ cm} = 250 \text{ mm}$        $f_{ok} = 10 \text{ mm}$   
 $h = 1 \text{ mm}$        $s_{ob} = 11 \text{ m}$   
 $f_{ob} = 10 \text{ mm}$

Ditanya : a.  $h' = \dots?$

b.  $d$  (mata tidak berakomodasi) = ...?

c.  $d$  (mata berakomodasi maksimum) = ...?

Jawab:

- a. Pada lensa objektif

$$s_o = 11 \text{ mm}$$

$$f_o = 10 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{f_o} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s'_o}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{11} + \frac{1}{s'_o}$$

$$\frac{1}{s_o'} = \frac{1}{10} - \frac{1}{11}$$

$$\frac{1}{s_o'} = \frac{11 - 10}{110} = \frac{1}{110}$$

$$s_o' = 110 \text{ mm}$$

Panjang bayangan akhir

$$M = \frac{h'}{h}$$

$$h' = h \times M = h \times \frac{s_o'}{s_o} \times \frac{s_n}{f_o}$$

$$h' = 1 \times \frac{110}{11} \times \frac{250}{10} = 250 \text{ mm}$$

b.  $d = s_o' + f_o = 110 + 10 = 120 \text{ mm}$

c. Mata berakomodasi maksimal pada okuler

$$\frac{1}{f_o} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{s} + \frac{1}{-250}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{10} - \frac{1}{-250} = \frac{25 + 1}{250} = \frac{26}{250}$$

$$s = \frac{250}{26} = 9,6 \text{ mm}$$

Jarak lensa onjektif dan okuler

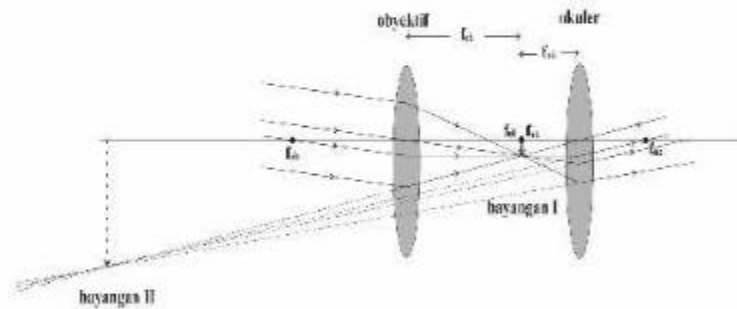
$$d = s_o' + s_o = 110 + 9,6 = 119,6 \text{ mm}$$



#### D. Teropong

Teropong merupakan alat untuk melihat benda-benda jauh agar tampak jelas. Terdapat beberapa jenis teropong, antara lain sebagai berikut.

##### 1. Teropong Bintang



##### Pembentukan bayangan pada teropong bintang

Teropong bintang atau teleskop digunakan untuk mengamati benda-benda langit. Pada teropong bintang terdapat dua lensa positif (lensa objektif dan lensa okuler). Karena benda yang diamati jauh sekali maka berkas sinar yang datang pada lensa objektif berupa sinar sejajar, sehingga terbentuk bayangan nyata pada titik focus lensa objektif. Pengamatan bintang-bintang dilakukan dengan pengamatan mata tak berakomodasi. Titik focus lensa objektif berimpit dengan fokus lensa okuler.

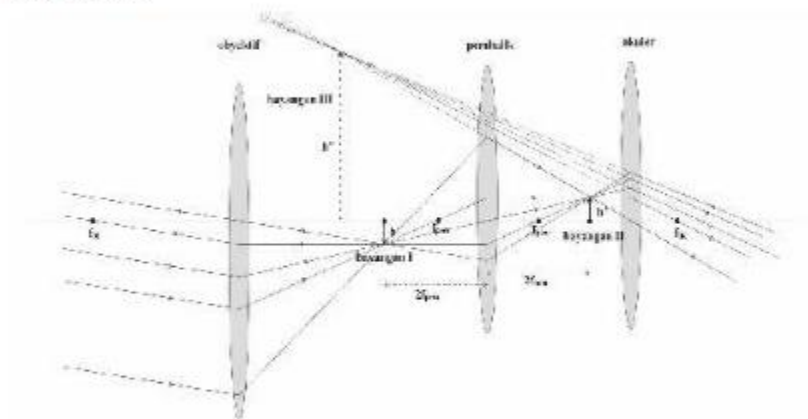
Perbesaran sudut teropong

$$Y = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{h/f_o}{h/f_e} = \frac{f_o}{f_e}$$

Panjang teropong

$$d = f_o + f_e$$

## 2. Teropong Bumi



### Pembentukan bayangan pada teropong bumi

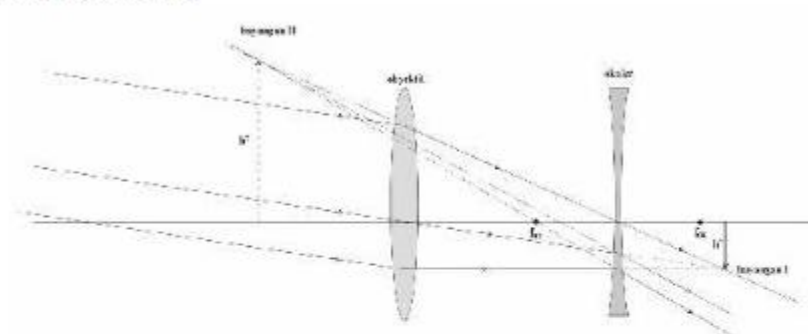
Pada teropong bumi, di antara lensa objektif dan lensa okuler diletakkan lensa positif. Lensa ini disebut lensa pembalik. Bayangan yang terbentuk lensa objektif diletakkan pada jarak  $2f_p$  dari lensa pembalik. Panjang teropong adalah

$$d = f_o + 4f_p + f_o$$

Perbesaran sudut teropong bumi dirumuskan:

$$\gamma = \frac{f_o}{f_o}$$

## 3. Teropong Panggung



### Pembentukan bayangan pada teropong panggung

Untuk memperpendek panjang teropong bumi, pembalikan bayangan dapat dilakukan oleh lensa sebagai okuler. Susunan semacam ini dinamakan teropong panggung atau teropong Galilei. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif

merupakan benda maya bagi lensa okuler. Untuk mata yang tidak berakomodasi panjang teropong dirumuskan:

$$d = f_o - f_o$$

Perbesaran sudut teropong panggung dapat dihitung dengan persamaan

$$\gamma = \left| \frac{f_o}{f_o} \right|$$

Perbedaan teropong bintang, teropong bumi, dan teropong panggung adalah



**Contoh soal :**

Sebuah teropong yang jarak fokus lensa objektifnya 50 cm diarahkan ke pusat bulan. Jika mata tidak berakomodasi diperoleh perbesaran 10 kali.

- Berapa jarak fokus lensa okulernya?
- Berapa panjang tubus teropong?

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $f_{ob} = 50$  cm

$$\gamma = 10$$

Ditanya : a.  $f_{ok} = \dots?$

b.  $d = \dots?$

Jawab :

a.

$$V = \frac{f_o}{f_e}$$

$$10 = \frac{50}{f_e}$$

$$f_e = \frac{50}{10} = 5 \text{ cm}$$

b.

$$d = f_o + f_e = 50 + 5 = 55 \text{ cm}$$

## LATIHAN

1. Sebuah teropong dengan jarak fokus objektif dan okuler 60 cm dan 30 cm. Seorang dengan titik dekat 30 cm, dengan menggunakan teropong tersebut berakomodasi maksimal. Hitung teropong dan perbesarannya!
2. Sebuah benda diletakkan pada jarak 1,2 cm dari objektif sebuah mikroskop yang jarak fokus objektif dan okulernya masing-masing 1 cm dan 4,8 cm.
  - a. Berapa perbesaran sudut jika mata tidak berakomodasi?
  - b. Berapa jarak lensa objektif dan okuler jika mata tidak berakomodasi?
  - c. Berapa jarak lensa objektif dan okuler jika mata berakomodasi maksimum?
3. Seseorang yang berpenglihatan jauh tidak dapat melihat benda dengan jelas pada jarak lebih dekat dari 50 cm. Hitung kuat lensa pada kacamata yang harus digunakan untuk melihat normal!
4. Seorang yang bertitik dekat 40 cm mengamati benda kecil dengan menggunakan lup yang berkekuatan 10 dioptri. Berapa perbesaran sudut jika
  - a. Mata tidak berakomodasi
  - b. Mata berakomodasi maksimum
5. Sebuah benda dengan tinggi 9 cm diletakkan 25 cm di depan lensa cermin cekung yang jarak fokusnya 10 cm. Tentukan letak bayangan benda!
6. Seekor ikan terletak di sebuah akuarium berbentuk bola dengan diameter 150 cm. ( $n_{air} = 4/3$ ). Ikan tersebut berada 50 cm dari dinding akuarium dan seseorang berdiri pada jarak 100 cm dari dinding tersebut.
  - a. Dimana bayangan ikan yang dilihat orang?
  - b. Dimana bayangan orang yang dilihat ikan?

7. Sebuah cermin cekung memiliki jari-jari kelengkungan 2 m. Sebuah benda diletakkan pada jarak 1,5 m dari cermin, tinggi benda 5 cm. Hitunglah letak, tinggi, dan perbesaran bayangan!
8. Dibelakang cermin cembung yang berfokus 4 cm terdapat sebuah bayangan yang tingginya  $\frac{3}{1}$  cm pada jarak  $2\frac{2}{3}$  cm. Dimanakah letak benda dan berapa tingginya?
9. Indeks bias mutlak intan dan kaca korona adalah  $5/2$  dan  $3/2$ . Hitunglah indeks bias relatif intan terhadap korona!
10. Sebuah lensa dengan kuat +5 dioptri. Di depan lensa diletakkan sebuah benda hingga terbentuk bayangan nyata diperbesar menjadi 4 kali bendanya.
  - a. Berapa jarak fokus lensa?
  - b. Apa jenis lensa tersebut?
  - c. Dimana letak benda dan bayangannya?

## DAFTAR PUSTAKA

- Rosyid, Muhammad Farchani dkk. 2018. *Kajian Konsep Fisika 2*. Solo: Tiga Serangkai Putra Mandiri.
- Suparmo dan Widodo, Tri. 2009. *Panduan Pembelajaran Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Widodo, Tri. 2009. *Fisika : untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

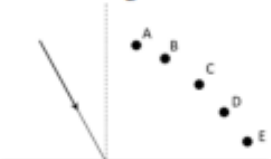
Lampiran 6.6.a Kisi-Kisi dan Pedoman Penskoran Soal Pretest-Posttest

**KISI-KISI DAN PEDOMAN PENSKORAN SOAL *PRETEST – POSTTEST***

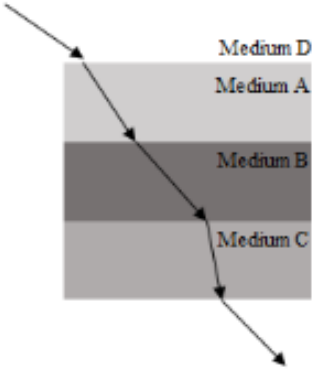
Mata Pelajaran : Fisika

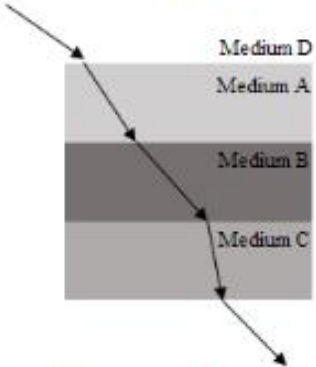
Kelas : XI (Sebelas)






Materi Pokok : Alat Optik

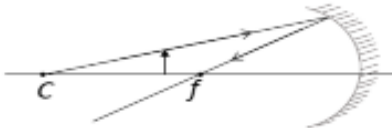

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
1	Menentukan arah sinar pantul	Pilihan Ganda	<p>Perhatikan gambar berikut!</p>  <p>Sinar pantul dari sinar tersebut menuju ke titik ....</p> <p>a. A b. B c. C d. D e. E</p>	<b>Jawaban : B</b>	C2	1	5
2	Menghitung besar sudut bias	Pilihan Ganda	<p>Seberkas sinar datang dengan sudut <math>60^\circ</math> dari medium 1 ke medium 2. Jika indeks bias medium 1 adalah 1 dan indeks bias medium 2 adalah <math>\sqrt{3}</math>, maka besar sudut</p>	<p>Diketahui : <math>\theta_i = 60^\circ</math>  <math>n_1 = 1</math>  <math>n_2 = \sqrt{3}</math>  Ditanya : <math>\theta_r = \dots?</math></p>	C3	2	5


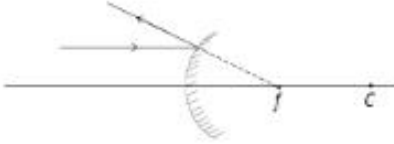
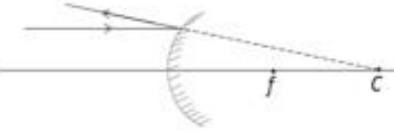


No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			bias sinar tersebut adalah ... a. $30^\circ$ b. $37^\circ$ c. $45^\circ$ d. $53^\circ$ e. $60^\circ$	Jawab: $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$ $1 \times \sin 60 = \sqrt{3} \sin \theta_r$ $\frac{1 \times \frac{1}{2} \sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \sin \theta_r$ $\sin \theta_r = \frac{1}{2}$ $\theta_r = \sin^{-1} \frac{1}{2} = 30^\circ$ Jawaban : A			
3	Menganalisis indeks bias suatu medium	Pilihan Ganda	 <p>Medium yang indeks biasnya paling besar adalah ...</p> a. Medium A b. Medium B	Jawaban : C	C4	3	5

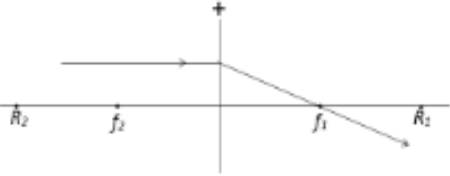
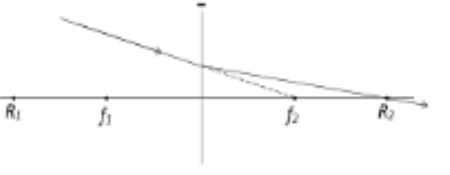
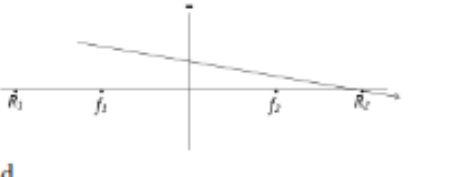
No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			<p>c. Medium C</p> <p>d. Medium D</p> <p>e. Ruang hampa</p>				
4	Menganalisis indeks bias suatu medium	Pilihan Ganda	 <p>Medium yang indeks biasnya paling kecil adalah ...</p> <p>a. Medium A</p> <p>b. Medium B</p> <p>c. Medium C</p> <p>d. Medium D</p> <p>e. Ruang hampa</p>	Jawaban : B	C4	4	5
5	Menentukan pembentukan bayangan pada cermin datar	Pilihan Ganda	<p>Pembentukan bayangan yang tepat pada cermin datar adalah ....</p> <p>a.</p>	Jawaban : E	C2	5	5

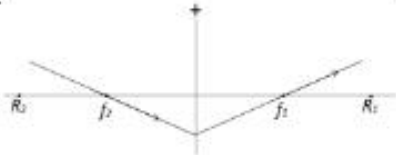
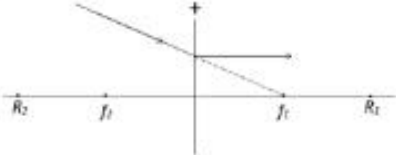
No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			 <p>b.</p>  <p>c.</p>  <p>d.</p>  <p>e.</p> 				
6	Menghitung jumlah bayangan yang	Pilihan Ganda	Dua buah cermin datar dipasang sedemikian rupa sehingga membentuk sudut $\theta$ satu dengan lainnya. Jika di depan	Diketahui: $n = 11$ Ditanya : $\theta = \dots?$ Jawab :	C3	6	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
	terbentuk		<p>kedua cermin tersebut diletakkan sebuah titik cahaya dan terbentuk bayangan sebanyak 11 bayangan maka besar sudut <math>\theta</math> adalah ...</p> <p>a. <math>30^\circ</math>  b. <math>36^\circ</math>  c. <math>45^\circ</math>  d. <math>60^\circ</math>  e. <math>75^\circ</math></p>	$n = \frac{360}{\theta} - m$ $11 = \frac{360}{\theta} - 1$ $\theta = \frac{360}{11 + 1} = \frac{360}{12}$ $\theta = 30^\circ$ <p><b>Jawaban : A</b></p>			
7	Menggambarkan sifat pemantulan pada cermin	Pilihan Ganda	<p>Gambar sifat pemantulan dan cermin yang tepat adalah ....</p> <p>a.</p>  <p>b.</p>  <p>c.</p>	<b>Jawaban : D</b>	C3	7	5

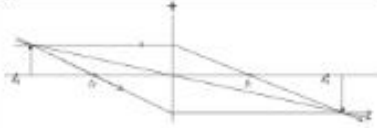
No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			 <p>d.</p>  <p>e.</p> 				
8	Menganalisis sifat bayangan yang terbentuk	Pilihan Ganda	<p>Sebuah benda terletak pada jarak 5 cm di sebuah cermin cembung yang berjari jari 25cm. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin tersebut adalah....</p> <p>a. Maya, tegak, diperbesar</p> <p>b. Maya, tegak, diperkecil</p> <p>c. Maya, terbalik, diperbesar</p> <p>d. Nyata, tegak, diperbesar</p> <p>e. Nyata, terbalik, diperkecil</p>	<p>Diketahui : <math>s = 5 \text{ cm}</math>  <math>R = 25 \text{ cm}</math>            Ditanya : sifat bayangan = ...?            Jawab :</p> $f = \frac{R}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ cm}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$	C4	8	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
				$\frac{1}{-12,5} = \frac{1}{5} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{s'} = \frac{1}{-12,5} - \frac{1}{5}$ $\frac{1}{s'} = \frac{-2 - 5}{25} = -\frac{7}{25}$ $s' = -\frac{25}{7} \text{ cm}$ <p><math>s'</math> bernilai negatif, sehingga bayangan bersifat maya dan tegak.</p> $M = -\frac{s'}{s} = -\frac{-\frac{25}{7}}{5} = \frac{5}{7}$ <p>Perbesaran bernilai <math>&gt;1</math> sehingga bayangan yang terbentuk adalah diperkecil.</p> <p>Sifat bayangan yang terbentuk adalah maya, tegak, dan diperkecil.</p> <p><b>Jawaban : B</b></p>			
9	Mengetahui sifat pemantulan pada cermin cekung	Pilihan Ganda	<p>Seberkas cahaya sejajar dijatuhkan pada sebuah cermin cekung. Pada cermin tersebut berkas cahaya akan mengalami ...</p> <p>a. Pemantulan sehingga sinar menyebar</p> <p>b. Pembiasan sehingga sinar menyebar</p> <p>c. Pemantulan sehingga sinar tetap mengumpul</p> <p>d. Pembiasan sehingga sinar mengumpul</p>	<p>Cahaya yang dijatuhkan pada sebuah cermin akan dipantulkan. Sifat cermin cekung adalah mengumpulkan cahaya.</p> <p><b>Jawaban : C</b></p>	C1	9	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			e. Pemantulan tetapi sinar tetap sejajar				
10	Menggambarkan sinar istimewa pada lensa	Pilihan Ganda	<p>Gambar sinar istimewa dan lensa yang tepat adalah ....</p> <p>a.</p>  <p>b.</p>  <p>c.</p>  <p>d.</p>	<b>Jawaban : A</b>	C3	10	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			 <p>e.</p> 				
11	Menganalisis letak bayangan yang terbentuk pada lensa cekung	Pilihan Ganda	<p>Sebuah benda ditempatkan 7,5 cm di depan sebuah lensa cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm. jarak bayangan yang terbentuk adalah ... dan terletak di ....</p> <p>a. 5 cm, di belakang lensa  <b>b. 5 cm, di depan lensa</b>  c. 15 cm, di belakang lensa  d. 15 cm, di depan lensa  e. 25 cm di belakang lensa</p>	<p>Diketahui: lensa cekung  <math>s = 7,5 \text{ cm}</math>  <math>R = 30 \text{ cm}</math>  Ditanya : <math>s' = \dots?</math>  letak bayangan = ...?</p> <p>Jawab:</p> $f = \frac{R}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$ <p>Fokus lensa cekung bernilai negatif</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{-15} = \frac{1}{7,5} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{s'} = \frac{1}{-15} - \frac{1}{7,5}$	C4	11	5



No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
				$\frac{1}{s'} = \frac{-1 - 2}{15} = -\frac{3}{15}$ $s' = -\frac{15}{3} = -5 \text{ cm}$ <p>Karena <math>s'</math> bernilai negatif maka bayangan terletak di depan lensa.  <b>Jawaban : B</b></p>			
12	Menganalisis sifat bayangan yang terbentuk	Pilihan Ganda	<p>Sebuah benda diletakkan diantara <math>f_2</math> dan <math>R_2</math> lensa cembung. Sifat-sifat bayangan yang terbentuk adalah ...</p> <p>a. Maya, tegak, diperbesar  b. Maya, tegak, diperkecil  c. Nyata, tegak, diperbesar  d. Nyata, terbalik, diperkecil  e. <b>Nyata, terbalik, diperbesar</b></p>	 <p>Sifat bayangan yang terbentuk nyata, terbalik, diperbesar  <b>Jawaban : E</b></p>	C4	12	5
13	Menghitung kuat lensa untuk kacamata	Pilihan Ganda	<p>Titik jauh mata seorang siswa terletak pada jarak 4 m di depan mata. Kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai siswa tersebut berdaya ...</p> <p>a. <b>- 0,25 D</b>  b. + 0,25 D  c. - 4 D  d. + 4 D  e. + 25 D</p>	<p>Diketahui: <math>s' = 4 \text{ m}</math>  Ditanya : <math>P = \dots?</math>  Jawab : titik jauh mata normal adalah <math>\infty</math>, sehingga <math>s = \infty</math>.</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-4}$	C3	13	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
				$\frac{1}{f} = \frac{1}{-4} = -0,25 \text{ m}^{-1}$ $P = \frac{1}{f} = -0,25 \text{ D}$ <b>Jawaban : A</b>			
14	Mengetahui ciri-ciri cacat pada mata	Pilihan Ganda	Perhatikan pernyataan di bawah ini! 1) Bayangan jatuh di depan retina 2) Bayangan jatuh di belakang retina 3) Titik dekat mata 25 cm 4) Titik dekat mata lebih dari 25 cm 5) Titik jauh mata 100 cm 6) Titik jauh mata tak hingga Dari pernyataan di atas, yang merupakan ciri-ciri rabun dekat adalah ... a. 2, 4, dan 6 b. 2, 4, dan 5 c. 2, 3, dan 5 d. 1, 4, dan 6 e. 1, 3, dan 5	Rabun dekat disebabkan oleh bayangan jatuh di belakang retina. Penderita rabun dekat memiliki titik dekat mata >25 cm dengan titik jauhnya di tak hingga. <b>Jawaban : D</b>	C1	14	5
15	Menghitung kuat lensa yang diperlukan pada lup	Pilihan Ganda	Seorang anak menggunakan lup untuk melihat tulisan yang kecil. Jika dihasilkan perbesaran 10 kali untuk mata tidak berakomodasi, maka kuat lensa lup tersebut adalah ....	Diketahui: $\gamma = 10$ Mata tidak berakomodasi Ditanya : $P = \dots?$ Jawab: $S_n = 25 \text{ cm}$	C3	15	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			a. 0,025 D b. 0,25 D c. 0,4 D d. 2,5 D e. 40 D	$\gamma = \frac{S_n}{f}$ $10 = \frac{25}{f}$ $f = \frac{25}{10} = 2,5 \text{ cm}$ $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{2,5 \times 10^{-2}} = \frac{100}{2,5}$ $P = 40 \text{ iD}$ <b>Jawaban: E</b>			
16	Mengetahui persamaan untuk menghitung perbesaran pada lup	Pilihan Ganda	Jika $M$ adalah perbesaran, $S_n$ adalah jarak dekat mata, dan $f$ adalah jarak titik api lup maka perbesaran untuk pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum adalah ... a. $M = S_n \times f$ b. $M = \frac{f}{S_n} + 1$ c. $M = \frac{S_n}{f} + 1$ d. $M = \frac{f}{S_n}$ e. $M = \frac{S_n}{f}$	<b>Jawaban : C</b>	C1	16	5
17	Mengetahui jenis lensa yang	Pilihan Ganda	Pernyataan berikut yang menunjukkan jenis lensa yang digunakan pada alat optik.	<b>Jawaban : E</b>	C1	17	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor																					
	digunakan pada alat optik		<table><tr><td colspan="3">Pernyataan yang benar adalah ...</td></tr><tr><td>Alat</td><td>Objektif</td><td>Okuler</td></tr><tr><td>a. Teropong panggung</td><td>( - )</td><td>( - )</td></tr><tr><td>b. Teropong bumi</td><td>( + )</td><td>( - )</td></tr><tr><td>c. Teropong bintang</td><td>( - )</td><td>( + )</td></tr><tr><td>d. Lup</td><td>( + )</td><td>( - )</td></tr><tr><td>e. Mikroskop</td><td>( + )</td><td>( + )</td></tr></table>	Pernyataan yang benar adalah ...			Alat	Objektif	Okuler	a. Teropong panggung	( - )	( - )	b. Teropong bumi	( + )	( - )	c. Teropong bintang	( - )	( + )	d. Lup	( + )	( - )	e. Mikroskop	( + )	( + )				
Pernyataan yang benar adalah ...																												
Alat	Objektif	Okuler																										
a. Teropong panggung	( - )	( - )																										
b. Teropong bumi	( + )	( - )																										
c. Teropong bintang	( - )	( + )																										
d. Lup	( + )	( - )																										
e. Mikroskop	( + )	( + )																										
18	Menghitung jarak antara lensa objektif dan okuler pada mikroskop	Pilihan Ganda	<p>Sebuah mikroskop mempunyai lensa objektif dan okuler yang masing-masing berkekuatan 20 dioptri dan 125 dioptri. Sebuah benda diletakkan pada jarak 10 cm dari lensa objektif. Jarak antara lensa objektif dan lensa okuler jika mata tidak berakomodasi adalah ...</p> <p>a. 5 b. 5,8 c. 9,2 d. 10,8 e. 15</p>	<p>Diketahui : <math>P_{ob} = 20 \text{ D}</math> <math>P_{ok} = 125 \text{ D}</math> <math>s_{ob} = 10 \text{ cm}</math> Ditanya : <math>\gamma = \dots?</math> Jawab:</p> $f_{ob} = \frac{1}{P_{ob}} = \frac{1}{20}$ $f_{ob} = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$ $\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$ $\frac{1}{5} = \frac{1}{10} + \frac{1}{s'_{ob}}$ $\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{1}{5} - \frac{1}{10}$ $\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{2-1}{10} = \frac{1}{10}$ $s'_{ob} = 10 \text{ cm}$	C3	18	5																					

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
				$f_{ok} = \frac{1}{p_{ok}} = \frac{1}{125}$ $f_{ok} = 0,008 \text{ m} = 0,8 \text{ cm}$ $d = s'_{ob} + f_{ok}$ $d = 10 + 0,8 = 10,8 \text{ cm}$ <b>Jawaban : D</b>			
19	Menentukan jarak lensa okuler sebuah teropong bintang	Pilihan Ganda	Sebuah teropong digunakan untuk melihat bintang yang menghasilkan perbesaran anguler 10 kali. Jarak lensa objektif terhadap lensa okuler 55 cm. Teropong digunakan dengan mata tidak berakomodasi. Jarak fokus lensa okulernya adalah .... a. 5 cm b. 10 cm c. 15 cm d. 50 cm e. 55 cm	Diketahui : $\gamma = 10$ $d = 55 \text{ cm}$ Ditanya : $f_{ok} = \dots?$ Jawab : $d = f_{ob} + f_{ok}$ $55 = f_{ob} + f_{ok}$ $f_{ob} = 55 - f_{ok}$ $\gamma = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} = \frac{55 - f_{ok}}{f_{ok}}$ $10 = \frac{55 - f_{ok}}{f_{ok}}$ $10 f_{ok} = 55 - f_{ok}$ $(10 + 1) f_{ok} = 55$ $f_{ok} = \frac{55}{10 + 1} = \frac{55}{11} = 5 \text{ cm}$ <b>Jawaban : A</b>	C2	19	5
20	Mengetahui lensa penyusun teropong bumi	Pilihan Ganda	Perhatikan pernyataan berikut! 1) Lensa objektif berupa lensa cembung 2) Lensa okuler berupa lensa cembung 3) Lensa okuler berupa lensa cekung	<b>Jawaban : D</b>	C1	20	5

No	Indikator Soal	Bentuk Soal	Soal	Kunci Jawaban	Ranah Penilaian	Nomor Soal	Skor
			<p>4) Lensa pembalik berupa lensa positif dari pernyataan di atas, yang merupakan lensa penyusun teropong bumi adalah ...</p> <p>a. 1 dan 2</p> <p>b. 1 dan 3</p> <p>c. 1 dan 4</p> <p>d. 1, 2, dan 4</p> <p>e. 1, 3, dan 4</p>				

## Lampiran 6.6.b Soal Pretest

### SOAL PRETEST

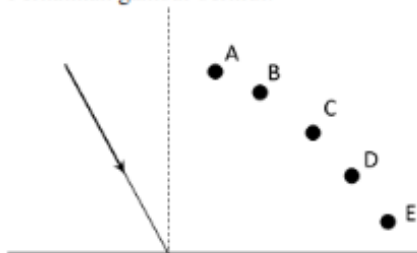
#### OPTIKA GEOMETRIK DAN ALAT OPTIK

Mata pelajaran : Fisika  
Pokok Bahasan : Alat Optik  
Kelas : XI (Sebelas)  
Waktu : 45 menit

#### Petunjuk mengerjakan soal

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal.
2. Bacalah dengan cermat semua soal.
3. Tulis identitas pada lembar jawaban yang sudah disediakan
4. Pilihlah jawaban yang menurut Anda paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada salah satu pilihan jawaban .

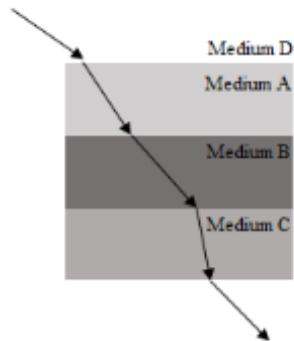
1. Perhatikan gambar berikut!



Sinar pantul dari sinar tersebut menuju ke titik ....

- a. A
  - b. B
  - c. C
  - d. D
  - e. E
2. Seberkas sinar datang dengan sudut  $60^\circ$  dari medium 1 ke medium 2. Jika indeks bias medium 1 adalah 1 dan indeks bias medium 2 adalah  $\sqrt{3}$ , maka besar sudut bias sinar tersebut adalah ...
    - a. 30
    - b. 37
    - c. 45
    - d. 53
    - e. 60

Perhatikan gambar berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 3 dan 4!

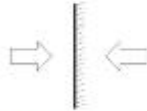


3. Medium yang indeks biasnya paling besar adalah ...
  - a. Medium A
  - b. Medium B
  - c. Medium C
  - d. Medium D
  - e. Ruang hampa
4. Medium yang indeks biasnya paling kecil adalah ...
  - a. Medium A
  - b. Medium B
  - c. Medium C
  - d. Medium D
  - e. Ruang hampa
5. Pembentukan bayangan yang tepat pada cermin datar adalah ....

- a.
- b.
- c.
- d.



e.



6. Dua buah cermin datar dipasang sedemikian rupa sehingga membentuk sudut  $\theta$  satu dengan lainnya. Jika di depan kedua cermin tersebut diletakkan sebuah titik cahaya dan terbentuk bayangan sebanyak 11 bayangan maka besar sudut  $\theta$  adalah ...

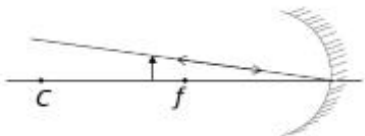
- $30^\circ$
- $36^\circ$
- $45^\circ$
- $60^\circ$
- $75^\circ$

7. Gambar sifat pemantulan dan cermin yang tepat adalah ....

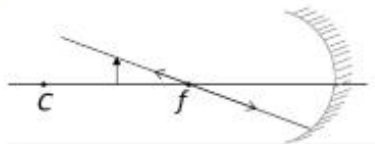
a.



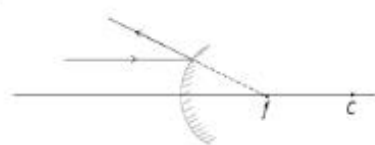
b.



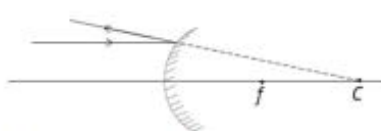
c.



d.

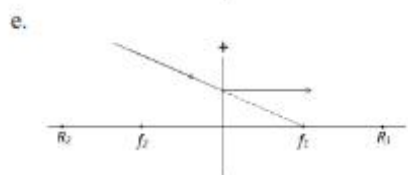
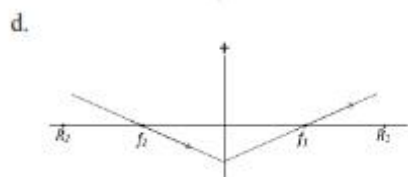
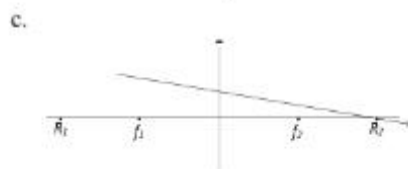
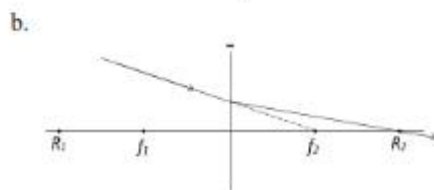
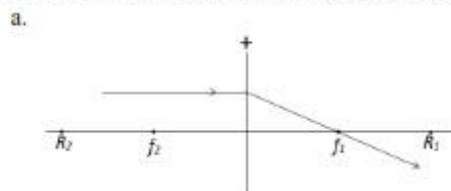


e.



8. Sebuah benda terletak pada jarak 5 cm di sebuah cermin cembung yang berjari jari 12,5 cm. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin tersebut adalah....

- a. Maya, tegak, diperbesar
  - b. Maya, tegak, diperkecil
  - c. Maya, terbalik, diperbesar
  - d. Nyata, tegak, diperbesar
  - e. Nyata, terbalik, diperkecil
9. Seberkas cahaya sejajar dijatuhkan pada sebuah cermin cekung. Pada cermin tersebut berkas cahaya akan mengalami ...
- a. Pemantulan sehingga sinar menyebar
  - b. Pembiasan sehingga sinar menyebar
  - c. Pemantulan sehingga sinar tetap mengumpul
  - d. Pembiasan sehingga sinar mengumpul
  - e. Pemantulan tetapi sinar tetap sejajar
10. Gambar inar istimewa dan lensa yang tepat adalah ....



11. Sebuah benda ditempatkan 7,5 cm di depan sebuah lensa cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm. jarak bayangan yang terbentuk adalah ... dan terletak di ....

- a. 5 cm, di belakang lensa
  - b. 5 cm, di depan lensa
  - c. 15 cm, di belakang lensa
  - d. 15 cm, di depan lensa
  - e. 25 cm di belakang lensa
12. Sebuah benda diletakkan diantara  $f_1$  dan  $R_1$  lensa cembung. Sifat-sifat bayangan yang terbentuk adalah ...
- a. Maya, tegak, diperbesar
  - b. Maya, tegak, diperkecil
  - c. Nyata, tegak, diperbesar
  - d. Nyata, terbalik, diperkecil
  - e. Nyata, terbalik, diperbesar
13. Titik jauh mata seorang siswa terletak pada jarak 4 m di depan mata. Kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai siswa tersebut berdaya ...
- a.  $-0,25\text{ D}$
  - b.  $+0,25\text{ D}$
  - c.  $-4\text{ D}$
  - d.  $+4\text{ D}$
  - e.  $+25\text{ D}$
14. Perhatikan pernyataan di bawah ini!
- 1) Bayangan jatuh di depan retina
  - 2) Bayangan jatuh di belakang retina
  - 3) Titik dekat mata 25 cm
  - 4) Titik dekat mata lebih dari 25 cm
  - 5) Titik jauh mata 100 cm
  - 6) Titik jauh mata tak hingga
- Dari pernyataan di atas, yang merupakan ciri-ciri rabun dekat adalah ...
- a. 2, 4, dan 6
  - b. 2, 4, dan 5
  - c. 2, 3, dan 5
  - d. 1, 4, dan 6
  - e. 1, 3, dan 5
15. Seorang anak menggunakan lup untuk melihat tulisan yang kecil. Jika dihasilkan perbesaran 10 kali untuk mata tidak berakomodasi, maka kuat lensa lup tersebut adalah ....
- a.  $0,025\text{ D}$
  - b.  $0,25\text{ D}$
  - c.  $0,4\text{ D}$
  - d.  $2,5\text{ D}$
  - e.  $40\text{ D}$
16. Jika  $M$  adalah perbesaran,  $S_n$  adalah jarak dekat mata, dan  $f$  adalah jarak titik api lup maka perbesaran untuk pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum adalah ...
- a.  $M = S_n \times f$

- b.  $M = \frac{f}{s_n} + 1$
- c.  $M = \frac{s_n}{f} + 1$
- d.  $M = \frac{f}{s_n}$
- e.  $M = \frac{s_n}{f}$

17. Pernyataan berikut yang menunjukkan jenis lensa yang digunakan pada alat optik. Pernyataan yang benar adalah ...

Alat	Objektif	Okuler
a. Teropong panggung	(-)	(-)
b. Teropong bumi	(+)	(-)
c. Teropong bintang	(-)	(+)
d. Lup	(+)	(-)
e. Mikroskop	(+)	(+)

18. Sebuah mikroskop mempunyai lensa objektif dan okuler yang masing-masing berkekuatan 20 dioptri dan 125 dioptri. Sebuah benda diletakkan pada jarak 10 cm dari lensa objektif. Jarak antara lensa objektif dan lensa okuler jika mata tidak berakomodasi adalah ...
- a. 5
  - b. 5,8
  - c. 9,2
  - d. 10,8
  - e. 15
19. Sebuah teropong digunakan untuk melihat bintang yang menghasilkan perbesaran angular 10 kali. Jarak lensa objektif terhadap lensa okuler 55 cm. Teropong digunakan dengan mata tidak berakomodasi. Jarak fokus lensa okulernya adalah ....
- a. 5 cm
  - b. 10 cm
  - c. 15 cm
  - d. 50 cm
  - e. 55 cm
20. Perhatikan pernyataan berikut!
- 1) Lensa objektif berupa lensa cembung
  - 2) Lensa okuler berupa lensa cembung
  - 3) Lensa okuler berupa lensa cekung
  - 4) Lensa pembalik berupa lensa positif
- dari pernyataan di atas, yang merupakan lensa penyusun teropong bumi adalah ...
- a. 1 dan 2
  - b. 1 dan 3
  - c. 1 dan 4
  - d. 1, 2, dan 4
  - e. 1, 3, dan 4

Lampiran 6.6.c Soal Posttest

**SOAL POSTTEST**

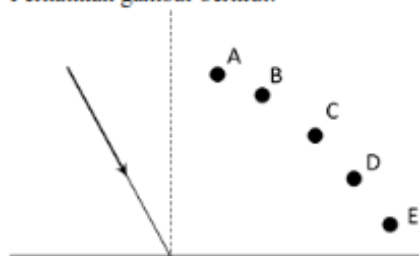
**OPTIKA GEOMETRIK DAN ALAT OPTIK**

Mata pelajaran : Fisika  
Pokok Bahasan : Alat Optik  
Kelas : XI (Sebelas)  
Waktu : 45 menit

**Petunjuk mengerjakan soal**

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal.
2. Bacalah dengan cermat semua soal.
3. Tulis identitas pada lembar jawaban yang sudah disediakan
4. Pilihlah jawaban yang menurut Anda paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada salah satu pilihan jawaban .

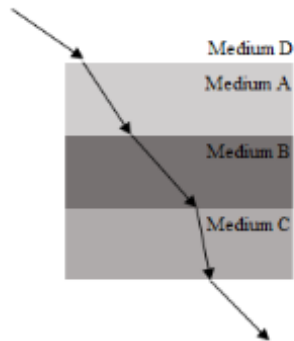
1. Perhatikan gambar berikut!



Sinar pantul dari sinar tersebut menuju ke titik ....

- a. A
  - b. B
  - c. C
  - d. D
  - e. E
2. Seberkas sinar datang dengan sudut  $60^\circ$  dari medium 1 ke medium 2. Jika indeks bias medium 1 adalah 1 dan indeks bias medium 2 adalah  $\sqrt{3}$ , maka besar sudut bias sinar tersebut adalah ...
- a. 30
  - b. 37
  - c. 45
  - d. 53
  - e. 60

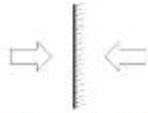
Perhatikan gambar berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 3 dan 4!



3. Medium yang indeks biasnya paling besar adalah ...
  - a. Medium A
  - b. Medium B
  - c. Medium C
  - d. Medium D
  - e. Ruang hampa
4. Medium yang indeks biasnya paling kecil adalah ...
  - a. Medium A
  - b. Medium B
  - c. Medium C
  - d. Medium D
  - e. Ruang hampa
5. Pembentukan bayangan yang tepat pada cermin datar adalah ....

- a.
- b.
- c.
- d.

e.



6. Dua buah cermin datar dipasang sedemikian rupa sehingga membentuk sudut  $\theta$  satu dengan lainnya. Jika di depan kedua cermin tersebut diletakkan sebuah titik cahaya dan terbentuk bayangan sebanyak 11 bayangan maka besar sudut  $\theta$  adalah ...

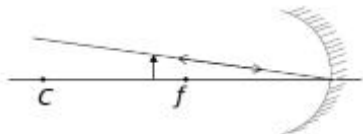
- $30^\circ$
- $36^\circ$
- $45^\circ$
- $60^\circ$
- $75^\circ$

7. Gambar sifat pemantulan dan cermin yang tepat adalah ....

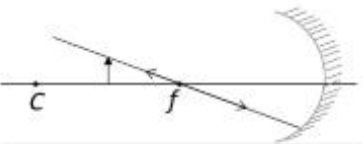
a.



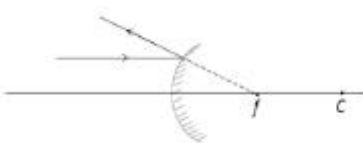
b.



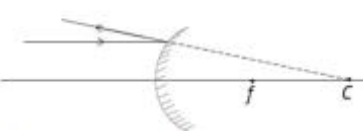
c.



d.

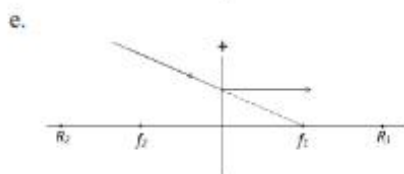
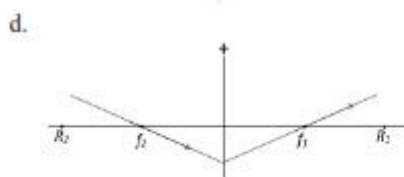
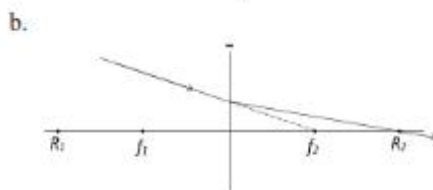
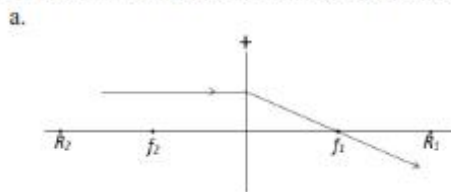


e.



8. Sebuah benda terletak pada jarak 5 cm di sebuah cermin cembung yang berjari jari 12,5 cm. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin tersebut adalah....

- a. Maya, tegak, diperbesar
  - b. Maya, tegak, diperkecil
  - c. Maya, terbalik, diperbesar
  - d. Nyata, tegak, diperbesar
  - e. Nyata, terbalik, diperkecil
9. Seberkas cahaya sejajar diatuhkan pada sebuah cermin cekung. Pada cermin tersebut berkas cahaya akan mengalami ...
- a. Pemantulan sehingga sinar menyebar
  - b. Pembiasan sehingga sinar menyebar
  - c. Pemantulan sehingga sinar tetap mengumpul
  - d. Pembiasan sehingga sinar mengumpul
  - e. Pemantulan tetapi sinar tetap sejajar
10. Gambar inar istimewa dan lensa yang tepat adalah ....



11. Sebuah benda ditempatkan 7,5 cm di depan sebuah lensa cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 30 cm. jarak bayangan yang terbentuk adalah ... dan terletak di ....



- a. 5 cm, di belakang lensa
  - b. 5 cm, di depan lensa
  - c. 15 cm, di belakang lensa
  - d. 15 cm, di depan lensa
  - e. 25 cm di belakang lensa
12. Sebuah benda diletakkan diantara  $f_2$  dan  $R_2$  lensa cembung. Sifat-sifat bayangan yang terbentuk adalah ...
- a. Maya, tegak, diperbesar
  - b. Maya, tegak, diperkecil
  - c. Nyata, tegak, diperbesar
  - d. Nyata, terbalik, diperkecil
  - e. Nyata, terbalik, diperbesar
13. Titik jauh mata seorang siswa terletak pada jarak 4 m di depan mata. Kekuatan lensa kacamata yang harus dipakai siswa tersebut berdaya ...
- a.  $-0,25\text{ D}$
  - b.  $+0,25\text{ D}$
  - c.  $-4\text{ D}$
  - d.  $+4\text{ D}$
  - e.  $+25\text{ D}$
14. Perhatikan pernyataan di bawah ini!
- 1) Bayangan jatuh di depan retina
  - 2) Bayangan jatuh di belakang retina
  - 3) Titik dekat mata 25 cm
  - 4) Titik dekat mata lebih dari 25 cm
  - 5) Titik jauh mata 100 cm
  - 6) Titik jauh mata tak hingga
- Dari pernyataan di atas, yang merupakan ciri-ciri rabun dekat adalah ...
- a. 2, 4, dan 6
  - b. 2, 4, dan 5
  - c. 2, 3, dan 5
  - d. 1, 4, dan 6
  - e. 1, 3, dan 5
15. Seorang anak menggunakan lup untuk melihat tulisan yang kecil. Jika dihasilkan perbesaran 10 kali untuk mata tidak berakomodasi, maka kuat lensa lup tersebut adalah ....
- a.  $0,025\text{ D}$
  - b.  $0,25\text{ D}$
  - c.  $0,4\text{ D}$
  - d.  $2,5\text{ D}$
  - e.  $40\text{ D}$
16. Jika  $M$  adalah perbesaran,  $S_n$  adalah jarak dekat mata, dan  $f$  adalah jarak titik api lup maka perbesaran untuk pengamatan menggunakan lup dengan mata berakomodasi maksimum adalah ...
- a.  $M = S_n \times f$

- b.  $M = \frac{f}{s_n} + 1$
- c.  $M = \frac{s_n}{f} + 1$
- d.  $M = \frac{f}{s_n}$
- e.  $M = \frac{s_n}{f}$

17. Pernyataan berikut yang menunjukkan jenis lensa yang digunakan pada alat optik. Pernyataan yang benar adalah ...

Alat	Objektif	Okuler
a. Teropong panggung	(-)	(-)
b. Teropong bumi	(+)	(-)
c. Teropong bintang	(-)	(+)
d. Lup	(+)	(-)
e. Mikroskop	(+)	(+)

18. Sebuah mikroskop mempunyai lensa objektif dan okuler yang masing-masing berkekuatan 20 dioptri dan 125 dioptri. Sebuah benda diletakkan pada jarak 10 cm dari lensa objektif. Jarak antara lensa objektif dan lensa okuler jika mata tidak berakomodasi adalah ...

- a. 5
- b. 5,8
- c. 9,2
- d. 10,8
- e. 15

19. Sebuah teropong digunakan untuk melihat bintang yang menghasilkan perbesaran anguler 10 kali. Jarak lensa objektif terhadap lensa okuler 55 cm. Teropong digunakan dengan mata tidak berakomodasi. Jarak fokus lensa okulernya adalah ....

- a. 5 cm
- b. 10 cm
- c. 15 cm
- d. 50 cm
- e. 55 cm

20. Perhatikan pernyataan berikut!

- 1) Lensa objektif berupa lensa cembung
- 2) Lensa okuler berupa lensa cembung
- 3) Lensa okuler berupa lensa cekung
- 4) Lensa pembalik berupa lensa positif

dari pernyataan di atas, yang merupakan lensa penyusun teropong bumi adalah ...

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 3
- c. 1 dan 4
- d. 1, 2, dan 4
- e. 1, 3, dan 4

Lampiran 6.7.a Kisi-Kisi dan Pedoman Penskoran Lembar Angket Motivasi Belajar

**KISI-KISI LEMBAR ANGKET MOTIVASI BELAJAR FISIKA**

Konsep	Aspek	Indikator	Nomor Butir		Total
			(+)	(-)	
Dorongan internal dan eksternal pada peserta didik yang sedang belajar untuk mengadakan perubahan tingkah laku (Hamzah B. Uno, 2008)	Dorongan internal	1. Adanya hasrat dan keinginan untuk berhasil	6, 8	7, 9	4
		2. Adanya dorongan dan kebutuhan dalam belajar	10, 26, 28, 29	11, 27, 30	7
		3. Adanya harapan dan cita-cita masa depan	1, 12, 31	2, 3, 13, 32	7
	Dorongan Eksternal	4. Adanya penghargaan dalam belajar	14, 16	15, 17	4
		5. Adanya kegiatan yang menarik dalam belajar	21, 23, 25	22, 24	5
		6. Adanya lingkungan belajar yang kondusif sehingga memungkinkan peserta didik dapat belajar dengan baik	4, 18, 33	5, 19, 20	6
Jumlah Pernyataan					33

**PEDOMAN PENSKORAN LEMBAR ANGKET MOTIVASI BELAJAR FISIKA**

Pilihan Jawaban	Pernyataan	
	Positif (+)	Negatif (-)
SS	4	1
S	3	2
TS	2	3
STS	1	4

Lampiran 6.7.b Lembar Angket Motivasi Belajar

**LEMBAR ANGKET MOTIVASI BELAJAR FISIKA**

Nama : .....

No. Absen : .....

Kelas : .....

Petunjuk pengisian lembar angket.

1. Bacalah setiap butir angket dengan cermat.
2. Berilah tanda *checklist* (√) pada pilihan yang Anda anggap paling sesuai dengan keadaan Anda yang sebenarnya, dengan keterangan pilihan sebagai berikut:  
 SS : Sangat Setuju  
 S : Setuju  
 TS : Tidak Setuju  
 STS : Sangat Tidak Setuju
3. Jawaban yang Anda berikan tidak berpengaruh terhadap nilai mata pelajaran fisika.

No.	Pernyataan	STS	TS	S	SS
1.	Menurut saya pelajaran fisika adalah pelajaran yang menarik dan menyenangkan				
2.	Menurut saya pelajaran fisika adalah pelajaran yang sulit				
3.	Saya belajar fisika karena terpaksa				
4.	Saya memperhatikan guru yang sedang menjelaskan pelajaran fisika				
5.	Saya mengantuk ketika guru menyampaikan materi di kelas				
6.	Saya senang bertanya apabila saya mengalami kesulitan dalam belajar fisika				
7.	Saya kurang percaya diri bertanya pada guru atau teman mengenai materi yang belum saya pahami				
8.	Saya menggunakan waktu luang untuk belajar fisika				
9.	Saya belajar fisika hanya cukup materi yang diberikan guru				

10.	Saya belajar fisika untuk memenuhi rasa ingin tahu saya mengenai ilmu pengetahuan dan kehidupan				
11.	Saya belajar fisika hanya saat akan ulangan				
12.	Target saya belajar fisika untuk mengembangkan potensi saya				
13.	Target saya belajar fisika saya untuk mendapatkan nilai lulus KKM				
14.	Pujian yang diberikan guru membuat saya semangat untuk belajar fisika				
15.	Pujian yang diberikan guru membuat saya takut membuat kesalahan				
16.	Saya tetap semangat belajar fisika meskipun tanpa pujian dari guru				
17.	Pujian yang diberikan guru tidak berpengaruh terhadap saya untuk belajar fisika lebih giat				
18.	Saya selalu bersemangat dengan pembelajaran di kelas				
19.	Saya lebih suka mengobrol dengan teman daripada harus memerhatikan penjelasan dari guru				
20.	Belajar di kelas membuat saya bosan dan mengantuk				
21.	Saya merasa belajar fisika dengan diskusi lebih menyenangkan karena saya dapat bertukar pikiran dan informasi dengan teman				
22.	Saya merasa belajar fisika dengan diskusi merepotkan				
23.	Saya tidak tertarik mengikuti praktikum fisika karena membosankan				
24.	Percobaan dengan simulasi membuat saya lebih bersemangat karena saya dapat mempraktekkan teori yang sudah di dapat di kelas				
25.	Saya merasa media pembelajaran yang digunakan guru dapat meningkatkan prestasi belajar saya				
26.	saya dapat menemukan contoh penerapan konsep fisika dala kehidupan sehari-hari				
27.	Saya tidak peduli dengan keterkaitan fisika dalam kehidupan sehari-hari				

28.	Saya berusaha mengerjakan soal latihan maupun PR fisika				
29.	Saya merasa puas apabila dapat mengerjakan ulangan dengan kemampuan saya sendiri				
30.	Saya meminta jawaban teman saya ketika ulangan berlangsung				
31.	Saya merasa senang apabila dapat menyelesaikan soal fisika				
32.	Saya merasa biasa saat nilai ulangan fisika saya di bawah KKM				
33.	Saya selalu bersemangat belajar fisika baik di sekolah maupun di rumah				

## **Lampiran 7. Dokumentasi dan Surat-Surat**

- 7.1 Surat Izin Penelitian Fakultas
- 7.2 Surat Izin Penelitian Dikpora
- 7.3 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian
- 7.4 Dokumentasi



## Lampiran 7.1 Surat Izin Penelitian Fakultas



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 pos 217, 336, 0274-503411 Fax 0274-548203  
Laman: [impia.uniyu.ac.id](http://impia.uniyu.ac.id) E-mail: [kumias\\_impia@uniyu.ac.id](mailto:kumias_impia@uniyu.ac.id)

Nomor : 217/UN34.13/TU.01/2019  
Lamp. : 1 Bendel Proposal  
Hal : Izin Penelitian

26 Maret 2019

Yth. Kepala Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY  
Di Yogyakarta

Kami sampaikan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini

Nama	Ardhiana Saptanira Khudria
NIM	15302241038
Program Studi	Pend. Fisika - S1
Tujuan	Memohon izin mencari data untuk penulisan Tugas Akhir Skripsi (TAS)
Judul Tugas Akhir	PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL SIMULASI DENGAN MENGGUNAKAN PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY (PbET) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR ASPEK KOGNITIF DAN MOTIVASI BELAJAR PESERTA DIDIK SMA
Waktu Penelitian	28 Maret - 31 Mei 2019

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.



Terbaca  
1. Sub. Bagian Pendidikan dan Kemahasiswaan  
2. Mahasiswa yang bersangkutan



## Lampiran 7.2 Surat Izin Penelitian Dikpora



PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
**DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAHRAGA**  
Jalan Cendana No. 9 Yogyakarta, Telepon (0274) 550330, Fax. 0274 513132  
Website : www.dikpora.jogjapro.go.id, email : dikpora@jogjapro.go.id, Kode Pos 55166

Yogyakarta, 26 Maret 2019

Nomor : 070/3011  
Lamp : -  
Hal : Pengantar Penelitian

Kepada Yth.  
1. Kepala SMA Negeri 1 Depok,  
Sleman

Dengan hormat, memperhatikan surat dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta nomor 217/UN34.13/TU.01/2019 tanggal 20 Maret 2019 perihal Penelitian, kami sampaikan bahwa Dinas Pendidikan, Pemuda, dan Olahraga DIY memberikan ijin kepada:

Nama : Ardiana Saptantia Khudria  
NIM : 15302241038  
Prodi/Jurusan : Pendidikan Fisika/Pendidikan Fisika  
Fakultas : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas : Universitas Negeri Yogyakarta  
Judul : PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL SIMULASI  
DENGAN MENGGUNAKAN PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY  
(PHET) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR ASPEK KOGNITIF  
DAN MOTIVASI BELAJAR PESERTA DIDIK SMA  
Lokasi : SMA Negeri 1 Depok, Sleman,  
Waktu : 28 Maret 2019 s.d 31 Mei 2019

Sehubungan dengan hal tersebut, kami mohon bantuan Saudara untuk membantu pelaksanaan penelitian dimaksud.

Atas perhatian dan kerjasamanya, kami menyampaikan terimakasih.

a.n Kepala  
Kepala Bidang Perencanaan dan  
Pengembangan Mutu Pendidikan

**Didik Wardaya, S.E., M.Pd.,MM**  
NIP 19660530 198602 1 002

Tembusan Yth :

1. Kepala Dinas Dikpora DIY
2. Kepala Bidang Pendidikan Menengah

**Catatan:**  
Hasil print out dan bukti rekomendasi ini  
sudah berlaku tanpa Cap



\*Scan kode untuk cek validnya surat ini.

### Lampiran 7.3 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 50%;">Nomor</td><td style="width: 50%;">1/64/TA/US/122/ST-KLR/01</td></tr><tr><td>Revisi</td><td>0</td></tr><tr><td>Tanggal Terbit</td><td>11 Juli 2014</td></tr></table> <p><b>PEMERINTAH DAERAH DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA</b> <b>DINAS PENDIDIKAN, PEMUDA, DAN OLAH RAGA</b> <b>SMA NEGERI 1 DEPOK</b> Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, 55281 Telepon (0274) 485794 Faksimile (0274) 485794 Website: www.sma1babarsari.com e-mail: sma1satudepok@sleman@gmail.com</p>	Nomor	1/64/TA/US/122/ST-KLR/01	Revisi	0	Tanggal Terbit	11 Juli 2014
Nomor	1/64/TA/US/122/ST-KLR/01						
Revisi	0						
Tanggal Terbit	11 Juli 2014						

**SURAT KETERANGAN**  
**TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN**  
Nomor : 0 70 / 241 / SMA.01- Dpk / 2019

Yang bertandatangan dibawah ini adalah

Nama	: Drs. Subagyo
NIP	: 19620712 198703 1 011
Pangkat / Gol	: Pembina / IV a
Jabatan	: Kepala Sekolah
Unit Tugas	: SMA Negeri 1 Depok

menerangkan bahwa :

Nama	: ARDIANA SAPTANTIA KHUDRIA
Nomor Mahasiswa	: 15302241038
Prodi / Jurusan	: Pendidikan Fisika
Perguruan Tinggi	: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta
Alamat Rumah	:

Tejeh melakukan Penelitian di SMA N 1 Depok dengan baik  
pada tanggal : 28 Maret 2019 s/d 31 Mei 2019  
Judul Penelitian  
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL SIMULASI DENGAN  
MENGGUNAKAN PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY ( PHET ) UNTUK  
MENINGKATKAN HASIL BELAJAR ASPEK KOGNITIF DAN MOTIVASI BELAJAR  
PESERTA DIDIK SMA.  
Demikian , untuk diketahui dan dapat dipergunakan seperlunya

Depok, 14 Mei 2019  
Kepala Sekolah



  
Drs. Subagyo  
Pembina / IV a  
NIP. 19620712 198703 1 011

Tembusan  
1. Arsip

#### Lampiran 7.4 Dokumentasi

