

**EKSPLORASI FENOMENA OPTIKA GEOMETRIS DENGAN**

**ALGODOO**

**SKRIPSI**

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana S-1

Program Studi Pendidikan Fisika



Diajukan oleh :

**NOVI AYU LESTARI**

**15690052**

Kepada:

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UIN SUNAN KALIJAGA**

**YOGYAKARTA**

**2019**



**PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nomor : B-3239/Un.02/DST/PP.00.9/08/2019

Tugas Akhir dengan judul : Eksplorasi Fenomena Optika Geometris dengan Algodoo.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NOVI AYU LESTARI  
Nomor Induk Mahasiswa : 15690052  
Telah diujikan pada : Selasa, 06 Agustus 2019  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

**TIM UJIAN TUGAS AKHIR**

Ketua Sidang

Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19820322 201503 1 002

Penguji I

Penguji II

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

Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.  
NIP. 19760526 200604 2 005

Yogyakarta, 06 Agustus 2019

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Pih. Dekan



Dr. Agung Purwanto, S.Si., M.Kom.  
NIP. 19770103 200501 1 003

## HALAMAN PERSETUJUAN



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi  
Lamp : 1 Bandel Skripsi

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Novi Ayu Lestari  
NIM : 15690052  
Judul Skripsi : Eksplorasi Fenomena Optika Geometris dengan Algodoo

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 15 Juli 2019  
Pembimbing

Rachmad Resmiyanto, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19820322 201503 1 002

## HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novi Ayu Lestari  
NIM : 15690052  
Program Studi : Pendidikan Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana, yang berjudul: **"Eksplorasi Fenomena Optika Geometris dengan Algodoo"** merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika dalam penulisan ilmiah. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi dan digunakan sebagaimana seharusnya.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 16 Juli 2019



## **PERSEMBAHAN**

*Skripsi ini kupersembahkan kepada kedua orang tuaku*

*Bapak Sumardi dan Ibu Sufrowiyah*

*Atas do'a yang selalu dipanjatkan, kasih sayang yang terus mengalir, bimbingan, materi dan pengorbanan yang tak terhingga.*

*Adik-adikku*

*Ayu Risna, Mutiya Khofifah, dan Dinar ramadhan*

*Yang selalu memotivasi dan menguatkan*

*Almamaterku*

*Pendidikan Fisika*

*Fakultas Sains dan Teknologi*

*UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta*

## MOTTO

*“Sesungguhnya Bersama Kesulitan Ada Kemudahan”*

(QS. Al-Insyirah: 6)

*“Bukan Mimpi Namanya Jika Tidak Diperjuangkan Sampai Menang”*

(Penulis)



## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur yang senantiasa penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat serta rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Eksplorasi Fenomena Optika Geometris dengan Algodoo” tepat pada waktunya.

Sholawat beriring salam tak lupa penulis haturkan terhadap junjungan besar kita Nabi Muhammad SWA yang telah membawa umat manusia dari zaman yang penuh dengan kegelapan menuju zaman yang terang-benderang seperti saat ini. Tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tua tercinta bapak Sumardi dan ibu Sufrowiyah yang selalu memberikan do'a, motivasi, ajaran, dorongan, dan nasihat dalam penyelesaian tugas akhir ini
2. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Drs. Nur Untoro, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan bimbingannya
4. Rachmad Resmiyanto, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah bersedia memberikan pikiran, tenaga, dan waktunya untuk mengoreksi, membimbing, dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini

5. Joko Purwanto, S.Si., M.Sc. dan Dr. Widayanti, M.Si., Selaku dosen penguji yang memberikan saran dan masukannya dalam penyempurnaan skripsi
6. Segenap Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
7. Adik-adik saya Ayu Risna, Mutiya Khofifah, dan Danar Ramadhan yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini
8. Kepala Sekolah, para guru khususnya bapak Irwan Yusuf, karyawan, serta peserta didik SMA Negeri 5 Yogyakarta, terima kasih atas penerimaan, sambutan, dan kerjasamanya
9. Sahabat-sahabat seperjuangan yaitu Pendidikan Fisika 2015, terima kasih atas kerjasamanya selama belajar di bangku perkuliahan.
10. Sahabat-sahabat KKN Kelompok 177 Dusun Temon, terima kasih atas semua prosesnya.
11. Sahabat-sahabat PLP SMA Negeri 5 Yogyakarta, terima kasih atas pengalaman yang telah diberikan.
12. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka masukan dan saran yang membangun sangat diharapkan guna



penyempurnaan dan perbaikan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, bidang pendidikan, serta penulis sendiri.

Yogyakarta, Juli 2019

Penulis



# EKSPLORASI FENOMENA OPTIKA GEOMETRIS DENGAN ALGODOO

Novi Ayu Lestari

15690052

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menghasilkan model-model simulasi untuk fenomena optika geometris yang dieksplorasi dengan Algodoo, (2) mengetahui respon siswa terhadap simulasi fenomena optika geometris yang dieksplorasi dengan Algodoo.

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau *research and development* (R&D). Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah model prosedural. Prosedur pengembangan ini mengacu pada prosedur pengembangan yang dikembangkan oleh PhET *simulation* yang meliputi 7 tahap yaitu: Permsa tujuan pembelajaran (*Learning Goals*), desain awal (*Initial Desig*), wawancara (*Interviews*), pedesainan ulang (*Redesign*), wawancara lanjutan (*Interviews*), penggunaan di dalam kelas (*Classroom Use*), desain akhir (*Final Design*). Validasi terhadap simulasi dilakukan secara internal yakni dengan cara diskusi terarah antara peneliti dan pembimbing. Validasi tersebut mengacu pada validasi yang dilakukan oleh PhET *Simulation*. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar wawancara, lembar angket respon siswa, dan lembar observasi keterlaksanaan simulasi. Respon siswa diperoleh dari lembar angket respon siswa dengan menggunakan skala Guttman, sedangkan observasi keterlaksanaan simulasi menggunakan lembar observasi deskriptif.

Hasil penelitian ini menghasilkan 20 berkas simulasi untuk fenomena optika geometris yang dieksplorasi dengan Algodoo. Respon siswa terhadap simulasi pada uji coba simulasi di dalam kelas memperoleh kalsifikasi setuju (S) dengan rerata skor pada tiap aspek respon siswa yakni aspek kemudahan dalam mengoperasikan simulasi (0,77), aspek kejelasan simulasi (0,81), aspek kemandirian siswa dalam mengoperasikan simulasi (0,71), dan aspek antusiasme siswa dalam belajar menggunakan simulasi (0,86). Respon siswa yang diperoleh menggunakan angket respon siswa diperkuat dengan hasil observasi tiga observer terhadap keterlaksanaan simulasi pada tiap aspek respon siswa dan secara keseluruhan telah terlaksana dengan baik.

**Kata Kunci :** R&D, Simulasi, Algodoo, dan Optika Geometris

## ***EXPLORATION OF GEOMETRIC OPTICS PHENOMENON WITH ALGODOO***

**Novi Ayu Lestari**

**15690052**

### ***ABSTRACT***

*This study aims to (1) produce simulation models for the geometric optics phenomenon explored with Algodoo, (2) identify how students respond to the simulation of geometric optics phenomenon explored with Algodoo.*

*This research is research and development (R&D). The development model used in this research is a procedural model. The simulation was developed using the PhET development procedure which includes 7 steps, they are (1) Learning Goals (2) Initial Design (3) Interviews (4) Redesign (5) Interviews (6) Classroom Use (7) Final Design. The validation of simulation was internally conducted in coordinated discussion between researcher and advisor. The validation refers to the validation by PhET Simulation. The research instruments used were interview sheets, student response questionnaire sheets, and simulation implementation observation sheets. Student responses were obtained from student questionnaire responses which using the guttman scale, while observations of implementation delays used descriptive observation sheets.*

*The results of this research are 20 simulation studies for the phenomenon of geometric optics explored with Algodoo. Student responses to the simulations in the class belong to the category of agreeing with the score for each aspect are; the convenience aspect of operating the simulations (0.77), clarity aspect of simulations (0.81), aspects of student self-reliance in operating the simulations (0.71), and aspects of student enthusiasm in learning to use simulations (0.86). Student responses that was gained used student questionnaire responses are supported by observations from three observers who observe every aspect of student responses and all aspects has been well manage properly.*

***Keywords:*** *R&D, Simulation, Algodoo, and Geometric Optics*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Batasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah .....	10
E. Tujuan Penelitian .....	11
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan .....	11
G. Manfaat Penelitian .....	12
H. Definisi Operasional.....	12
I. Batasan Pengembangan.....	13
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>14</b>
A. Kajian Teori .....	14
1. Pembelajaran Fisika .....	14

2. Multimedia Pembelajaran.....	18
3. Algodoo .....	21
4. Optika Geometris .....	22
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	50
C. Kerangka Berpikir.....	53
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>57</b>
A. Model Pengembangan.....	57
B. Prosedur Pengembangan .....	57
C. Uji Coba Produk.....	70
1. Tempat dan Waktu Uji Coba.....	70
2. Jenis Data .....	70
3. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data .....	71
D. Teknik Analisis Data.....	73
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>75</b>
1. Perumusan Tujuan Pembelajaran ( <i>Learning Goals</i> ) .....	75
2. Desain Awal ( <i>Initial Design</i> ) .....	83
3. Wawancara ( <i>Interviews</i> ).....	105
4. Pendesainan Ulang ( <i>Redesign</i> ).....	153
5. Wawancara Lanjutan ( <i>Interview</i> ) .....	154
6. Penggunaan Simulasi dalam Kelas ( <i>Classroom Use</i> ).....	204
7. Desain Akhir ( <i>Final Design</i> ).....	229
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>234</b>
A. Kesimpulan .....	234
B. Keterbatasan Penelitian.....	235
C. Saran.....	235
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>236</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>241</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan .....	50
Tabel 3.1 Skor Responden Berdasarkan Skala Guttman .....	73
Tabel 3.2 Kategori Respon Siswa .....	74
Tabel 4.1 Desain Awal Simulasi Sebelum Proses Validasi .....	84
Tabel 4.2 Hasil Validasi Dan Revisi Desain Awal Simulasi .....	90
Tabel 4.3 Uji Coba Simulasi .....	106
Tabel 4.4 Uji Coba Simulasi Tahap Kedua .....	155
Tabel 4.5 Hasil Observasi Keterlaksanaan Simulasi .....	224



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pemantulan pada Permukaan Datar .....	23
Gambar 2.2 Pemantulan Teratur .....	24
Gambar 2.3 Pemantulan Baur .....	24
Gambar 2.4 Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar.....	26
Gambar 2.5 Pembentukan Bayangan pada Cermin Bola.....	27
Gambar 2.6a Pembagian Ruang pada Cermin Cekung.....	29
Gambar 2.6b Pembagian Ruang pada Cermin Cembung.....	29
Gambar 2.7 Cermin Cekung .....	30
Gambar 2.8 Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung .....	31
Gambar 2.9 Cermin Cembung .....	32
Gambar 2.10 Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung.....	33
Gambar 2.11a Pembiasan Cahaya ketika $n_2 > n_1$ .....	34
Gambar 2.11b Pembiasan Cahaya ketika $n_1 > n_2$ .....	34
Gambar 2.12a Pemantulan Internal Sempurna pada Berkas 5.....	35
Gambar 2.12b Pemantulan Internal Sempurna Ketika $\theta > \theta_c$ .....	35
Gambar 2.13 Peristiwa Pembiasan Cahaya pada Lensa.....	36
Gambar 2.14a Pembagian Ruang pada Lensa Cembung .....	39
Gambar 2.14b Pembagian Ruang pada Lensa Cekung .....	39
Gambar 2.15 Pembentukan Bayangan Lensa Cembung .....	40
Gambar 2.16 Pembentukan Bayangan Lensa Cekung .....	41
Gambar 2.17 Dispersi Cahaya oleh Prisma .....	42

Gambar 2.18 Bagian-Bagian Mata.....	43
Gambar 2.19a Proses Pembentukan Bayangan pada Lup dengan Mata Berakomodasi .....	45
Gambar 2.19b Proses Pembentukan Bayangan pada Lup dengan Mata Tidak Berakomodasi .....	45
Gambar 2.20 Pembentukan Bayangan pada Mikroskop.....	47
Gambar 2.21a Pembentukan Bayangan pada Teropong Bias .....	49
Gambar 2.21b Pembentukan Bayangan pada Teropong Pantul .....	49
Gambar 2.22 Pembentukan Bayangan pada Kamera .....	50
Gambar 3.1 Skema Penelitian.....	58
Gambar 4.1 Simulasi Hukum Pemantulan.....	106
Gambar 4.2 Simulasi Pemantulan Baur dan teratur.....	108
Gambar 4.3 Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar .....	111
Gambar 4.4 Simulasi Titik Fokus Cermin Cekung .....	112
Gambar 4.5 Simulasi titik fokus Cermin Cembung.....	114
Gambar 4.6 Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung.....	117
Gambar 4.7 Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung.....	121
Gambar 4.8 Simulasi hukum Pembiasan.....	123
Gambar 4.9 Simulasi Indeks Bias.....	125
Gambar 4.10 Simulasi Pemantulan Sempurna .....	127
Gambar 4.11 Simulasi Dispersi cahaya .....	130
Gambar 4.12 Simulasi Titik Fokus Lensa Cekung.....	132
Gambar 4.13 Simulasi titik Fokus Lensa Cembung .....	134
Gambar 4.14 Simulasi Pembentukan Bayangan pada Lensa Cekung .....	136
Gambar 4.15 Simulasi Pembentukan Bayangan pada Lensa Cembung .....	139



Gambar 4.16 Simulasi Alat Optik Mata.....	142
Gambar 4.17 Simulasi Alat optik Lup .....	144
Gambar 4.18 Simulasi Alat Optik Mikroskop .....	146
Gambar 4.19 Simulasi Alat Optik Teleskop .....	148
Gambar 4.20 Simulasi Alat Optik Kamera .....	151
Gambar 4.21 Hasil Pendesainan Ulang Simulasi Dispersi Cahaya .....	153
Gambar 4.22a Soal dan Jawaban Siswa tentang Hukum Pemantulan .....	205
Gambar 4.22b Jawaban Siswa dengan Simulasi Hukum Pemantulan .....	205
Gambar 4.23a Soal dan Jawaban Siswa tentang Pemantulan Baur dan Teratur .....	207
Gambar 4.23b Jawaban Siswa dengan Simulasi Pemantulan Baur dan Teratur .....	208
Gambar 4.24a Soal dan Jawaban Siswa tentang Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar .....	210
Gambar 4.24b Jawaban Siswa dengan Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar .....	210
Gambar 4.25a Soal dan Jawaban Siswa tentang Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung .....	214
Gambar 4.25b Jawaban Siswa dengan Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung.....	214
Gambar 4.26a Soal dan Jawaban Siswa tentang Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung .....	218
Gambar 4.26b Jawaban Siswa dengan Simulasi Pembentukan Bayangan pada Cermin Cembung .....	218
Gambar 4.27 Diagram Hasil Respon Siswa terhadap Simulasi .....	222

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Rekapitulasi Angket Kebutuhan Siswa .....	236
Lampiran 1.2 Hasil Wawancara Pra Penelitian .....	239
Lampiran 1.3 Hasil Validasi Internal Simulasi .....	242
Lampiran 1.4 Transkrip Wawancara Tahap Pertama Pengujian Simulasi .....	246
Lampiran 1.5 Transkrip Wawancara Tahap Kedua Pengujian Simulasi .....	274
Lampiran 1.6 Lembar Respon Siswa .....	305
Lampiran 1.7 Analisis Hasil Respon Siswa .....	307
Lampiran 1.8 Lembar Observasi Keterlaksanaan Simulasi .....	310
Lampiran 1.9 Dokumentasi Komunikasi Via E-Mail Dengan Tim Phet .....	316
Lampiran 1.10 Surat Izin Penelitian .....	319
Lampiran 1.11 Dokumentasi Foto Penelitian .....	320

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Optika geometris merupakan salah satu pokok bahasan yang dipelajari dalam fisika. Materi optika geometris dipelajari oleh siswa dari jenjang SMP/MTs, SMA/MA hingga ke perguruan tinggi. Pada jenjang SMA/MA materi ini dipelajari di kelas XI. Hal ini sesuai dengan kurikulum yang berlaku yaitu kurikulum 2013 edisi revisi. Topik bahasan yang dibahas pada materi optika geometris meliputi pemantulan, pembiasan, proses pembentukan bayangan pada cermin dan lensa, serta aplikasinya pada cara kerja alat-alat optik.

Materi optika geometris merupakan materi yang sulit untuk dipahami siswa. Kesulitan-kesulitan siswa dalam memahami materi optika geometris diantaranya ialah dianggap abstrak dan memiliki cakupan yang luas (Febrina: 2016; Daulay: 2017). Keabstrakkan pada materi optika geometris terletak pada jalannya sinar-sinar istimewa pada proses pembentukan bayangan oleh cermin dan lensa, serta jalannya sinar pada saat melewati medium yang berbeda. Hal ini karena jalannya sinar-sinar tersebut tidak dapat dilihat secara langsung sehingga menjadikan materi optika geometris abstrak dan sulit dipahami oleh siswa. Kesulitan yang fundamental dalam mempelajari optika geometris terletak pada sifat optik

geometris itu sendiri, yaitu pemantulan dan pembiasan cahaya (Sari: 2017).

Sulitnya materi optika geometris juga menyebabkan siswa mengalami miskonsepsi dalam memahami konsep-konsep yang ada pada materi tersebut. Miskonsepsi yang dialami siswa terjadi pada topik pemantulan dan pembiasan cahaya serta pembentukan bayangan pada cermin dan lensa (Agnes, dkk: 2015; Galili & Hazan: 2000). Beberapa contoh kekeliruan konsep yang dialami siswa diantaranya yaitu siswa menganggap bahwa pembentukan bayangan pada cermin datar bergantung pada posisi pengamat, cermin cembung dapat memperbesar bayangan, dan pembentukan bayangan pada lensa hanya dipengaruhi oleh tiga sinar istimewa. Selain itu, pada materi optika geometris terdapat teori yang harus dibuktikan oleh siswa baik secara matematis maupun secara eksperimen atau percobaan (Wahyudi, dkk: 2017). Oleh karena itu diperlukan kegiatan praktikum atau media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep pada materi optika geometris.

Kesulitan-kesulitan yang dialami siswa pada materi optika geometris yang ada dilapangan ditunjukkan oleh hasil angket kebutuhan siswa pada salah satu sekolah di Yogyakarta, yakni SMA Negeri 5 Yogyakarta. Berdasarkan hasil angket tersebut diperoleh keterangan bahwa sebanyak 79,07% siswa menganggap materi optika geometris merupakan materi yang abstrak dan sulit untuk dipahami. Konsep yang sulit dipahami oleh siswa ialah proses pembentukan bayangan pada cermin

dan lensa (55,82%), karakteristik bayangan yang terbentuk (23,26%), pemantulan dan pembiasan cahaya (9,30%), serta kesulitan dalam menggunakan persamaan yang ada (11,62%).

Siswa mengungkapkan bahwa dalam memahami konsep optika geometris mereka membutuhkan kegiatan praktikum atau media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan dan mensimulasikan peristiwa pada materi optika geometris. Selain itu, menurut Putri (2016) dibutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam memvisualisasikan proses pembentukan bayangan pada alat-alat optik.

Masalah pada materi optika geometris tidak hanya ditunjukkan lewat angket kebutuhan siswa, akan tetapi juga berdasarkan pada hasil wawancara dengan salah satu guru fisika di SMA tersebut yaitu Irwan Yusuf. Irwan mengungkapkan bahwa dalam menerangkan konsep yang dinilai abstrak pada materi optika geometris dapat dilakukan dengan kegiatan praktikum. Akan tetapi menurut beliau kegiatan praktikum yang ada belum sepenuhnya mampu untuk menerangkan konsep yang dinilai abstrak kepada siswa. Hal ini dikarenakan kegiatan praktikum yang ada belum dapat menjelaskan tentang penjalaran sinar-sinar istimewa pada proses pembentukan bayangan oleh cermin dan lensa serta alat-alat optik lainnya. Menurut Irwan, hal tersebutlah yang dinilai abstrak dan sulit untuk dijelaskan kepada siswa karena sinar-sinar istimewa tersebut tidak tampak, sehingga dibutuhkan animasi yang dapat menjelaskan penjalaran sinar istimewa pada proses pembentukan bayangan. Selain itu, beliau juga

mengungkapkan bahwa kegiatan praktikum yang ada sering terkendala oleh waktu. Waktu untuk melaksanakan praktikum yang ada sering kali tidak mencukupi sehingga terdapat beberapa konsep yang belum tersampaikan.

Selain melakukan penyebaran angket kebutuhan siswa dan wawancara dengan salah satu guru fisika di SMA Negeri 5 Yogyakarta, dilakukan pula observasi terhadap sumber belajar siswa dan didapati bahwa belum tersedianya sumber belajar berbasis komputer yang dapat digunakan untuk membantu siswa dalam mensimulasikan dan atau memvisualisasikan fenomena yang sedang dipelajari. Sedangkan untuk mencapai pembelajaran yang memberikan pengetahuan, pemahaman, dan mengembangkan ilmu pengetahuan dibutuhkan alat bantu yang efektif dan memanfaatkan teknologi dalam proses pembelajaran (Daulay: 2017).

Kesulitan-kesulitan yang dialami siswa dalam memahami materi optika geometris, serta keterbatasan alat-alat praktikum dalam menerangkan konsep yang ada sebenarnya dapat dengan mudah diselesaikan. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan cara mengembangkan simulasi-simulasi digital. Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk mengembangkan simulasi digital dengan sangat baik adalah Algodoo.

Algodoo merupakan *software* yang menyajikan beberapa kegiatan yang berkaitan dengan proses inkuiri dan keterampilan proses sains siswa. Algodoo memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh *software* simulasi

fisika lainnya, yaitu sebagai *software authoring* yang memberikan kebebasan kepada penggunanya untuk merancang simulasi secara mandiri dan dapat mengendalikan parameter yang ada sesuai dengan kebutuhan. Selain itu kemampuan Algodoo dalam mensimulasikan gejala-gejala dan interaksi-interaksi fisis yang terjadi di kehidupan nyata ke dalam dunia virtual sangat menyerupai keadaan sebenarnya (Luky & Kustijono, 2017). Hal ini jauh berbeda jika dibandingkan dengan *software* simulasi fisika lainnya seperti PhET *simulation* yang dirancang dengan sistem-sistem yang sudah jadi (*pre-made systems*), sehingga penggunanya hanya tinggal menggunakan simulasi yang telah disediakan. Selain itu, fenomena fisis yang disajikan pada simulasi PhET merupakan fenomena dengan asumsi deterministik, selalu dalam keadaan ideal sehingga tidak memungkinkan adanya data anomali.

Salah satu contoh fenomena deterministik yang ada pada simulasi PhET adalah fenomena osilasi pegas. Pada fenomena osilasi pegas yang ada di simulasi, siswa tidak akan pernah menjumpai pegas mencapai titik kejenuhan sehingga tidak bisa berfungsi lagi. Selain itu dalam kegiatan mengukur, siswa tidak akan memiliki pengalaman kesalahan paralaks ketika menggunakan penggaris. Sedangkan pada dunia nyata, fenomena tersebut dapat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kerusakan pegas dan kesalahan paralaks yang dapat memunculkan data-data anomali sehingga hasil yang didapat tidak mesti sesuai dengan teori yang ada (Resmiyanto: 2008).

Data anomali yang muncul dapat memicu rasa ingin tahu dan daya imajinasi siswa. Hal ini berguna pada saat siswa sudah terjun dalam penelitian yang sebenarnya, karena seringkali fenomena fisika yang ditemui di alam nyata menuntut siswa memiliki daya imajinasi yang tinggi dalam menyelesaikan permasalahan yang timbul.

*Software* Algodoo sangat baik digunakan untuk membuat simulasi-simulasi fisika khususnya optika geometris. Aplikasi ini mampu mensimulasikan fenomena-fenomena pada materi optika geometris serta penggunaannya juga dapat melakukan kegiatan eksperimen. Pada aplikasi Algodoo terdapat konten seperti laser, penggaris, prisma, lensa dan cermin yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi mengenai pemantulan dan pembiasan cahaya, serta proses pembentukan bayangan pada cermin dan lensa. Simulasi tersebut dirancang untuk membuat konsep menjadi kasat mata, memberikan representasi kepada siswa, serta melakukan lebih banyak percobaan dengan cepat. Pada saat melakukan eksperimen dengan Algodoo, pengguna dituntut untuk teliti dalam meletakkan setiap komponen yang digunakan pada eksperimen serta dalam mengukur hasil dari eksperimen yang dilakukan. Dengan demikian, keterampilan proses sains siswa akan terasah dan pembelajaran akan menjadi lebih efektif dan efisien. Akan tetapi, penggunaan Algodoo untuk mensimulasikan fenomena optika geometris masih sangat sedikit digunakan. Hal ini karena *software* Algodoo masih kurang dikenal di Indonesia sehingga jarang



sekali Algodoo digunakan sebagai media pendukung dalam pembelajaran fisika (Luki & Kustijono: 2017).

Minimnya simulasi optika geometris dengan menggunakan Algodoo ditunjukkan oleh hasil penelusuran yang dilakukan pada beberapa laman pencarian seperti Google Scholar dan E-Resources, serta pada laman Algodoo itu sendiri yaitu Algobox. Berdasarkan penelusuran dari laman Google Scholar, dan E-Resources penelitian yang menggunakan Algodoo berjumlah 32 topik. Hanya ada dua diantaranya yang melakukan penelitian mengenai optika geometris dengan Algodoo, yaitu pada topik alat-alat optik. Penelitian tersebut dilakukan oleh Dany Wildany (2016) dan Gisna Maulida (2018). Kedua penelitian tersebut membahas mengenai pengaruh Algodoo pada proses pembelajaran alat-alat optik. Tetapi, pada penelitian tersebut alat-alat optik yang dibahas hanyalah lensa, cermin, lup, dan kamera. Simulasi-simulasi tersebut masih sangat sedikit dan belum mencakup secara keseluruhan materi optika geometris.

Selain melakukan pencarian pada beberapa situs di atas, dilakukan pula pencarian pada situs Algodoo yaitu Algobox. Berdasarkan pencarian yang dilakukan pada Algobox, simulasi optika geometris yang tersedia hanya berjumlah empat buah simulasi yakni simulasi pemantulan, pembiasan, dispersi, dan kamera. Akan tetapi, simulasi-simulasi tersebut tidak memiliki panduan penggunaan simulasi sehingga pengguna harus

mencari tahu sendiri bagaimana cara untuk mengoperasikan simulasi-simulasi yang ada.

Sedikitnya penggunaan simulasi berbasis Algodoo dalam proses pembelajaran fisika, sebenarnya sangat timpang dengan hasil yang dicapai ketika proses pembelajaran fisika dibantu dengan simulasi Algodoo. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa hasil penelitian mengenai penggunaan simulasi Algodoo dalam proses pembelajaran yang telah dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Harun Çelik (2015) yang mendapatkan kesimpulan bahwa menggunakan program Algodoo dalam pembelajaran Fisika mempunyai dampak yang positif bagi siswa dan dapat meningkatkan pemahaman siswa (Harun, dkk: 2015). Penelitian lain yang dilakukan oleh Novian Luki dan Rudi Kustijono (2017) memberikan kesimpulan bahwa penggunaan simulasi Algodoo dalam proses pembelajaran mampu melatih keterampilan proses sains siswa (Luki & Kustijono: 2017). Selain itu, Sebuah penelitian di Negara Brazil menunjukkan bahwa berdasarkan hasil tes, siswa-siswa memperlihatkan sebuah pemahaman terhadap konten fisika yang baik dan cepat ketika mereka menggunakan simulasi Algodoo (Samir, et.al: 2014).

## B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Materi optika geometris merupakan materi yang dinilai abstrak karena jalannya sinar pada proses pembentukan bayangan oleh cermin dan lensa tidak dapat dilihat secara langsung.
2. Masih banyak siswa yang mengalami miskonsepsi pada materi optika geometris dan alat-alat optik. Contoh miskonsepsi yang dialami siswa diantaranya siswa menganggap bahwa pembentukan bayangan pada cermin datar bergantung pada posisi pengamat, cermin cembung dapat memperbesar bayangan, dan pembentukan bayangan pada lensa hanya dipengaruhi oleh tiga sinar istimewa.
3. Praktikum optika geometris yang ada belum memadai untuk menjelaskan penjalaran sinar istimewa pada proses pembentukan bayangan oleh cermin dan lensa.
4. Waktu untuk melaksanakan kegiatan praktikum tidak mencukupi.
5. Sebanyak 79,07% siswa menganggap materi optika geometris merupakan materi yang abstrak dan sulit untuk dipahami. Konsep yang dinilai siswa sulit untuk dipahami yaitu, proses pembentukan bayangan pada cermin dan lensa (55,82%), karakteristik bayangan yang terbentuk (23,26%), pemantulan dan pembiasan (9,30%) serta kesulitan dalam menggunakan persamaan yang ada (11,62%).

6. Belum tersedianya sumber belajar berbasis komputer yang dapat digunakan untuk membantu siswa dalam mensimulasikan dan atau memvisualisasikan fenomena yang sedang dipelajari.
7. Simulasi optika geometris dengan Algodoo jumlahnya masih sangat sedikit yaitu hanya berjumlah empat simulasi yakni simulasi pemantulan, pembiasan, dispersi, dan kamera.
8. Topik penelitian mengenai optika geometris dengan Algodoo jumlahnya masih sangat sedikit yaitu hanya terdapat dua dari 32 topik penelitian dengan menggunakan Algodoo.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi permasalahan di atas maka masalah pada penelitian ini dibatasi pada simulasi dengan menggunakan *software* Algodoo untuk mengeksplorasi fenomena optika geometris.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan batasan masalah di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana menghasilkan model-model simulasi untuk fenomena optika geometris yang dieksplorasi dengan Algodoo?
2. Bagaimana respon siswa terhadap simulasi berbasis Algodoo pada materi optika geometris SMA/MA?

### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan penelitian tersebut, maka tujuan penelitian yang sesuai adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan model-model simulasi untuk fenomena optika geometris yang dieksplorasi dengan Algodoo
2. Mengetahui respon siswa terhadap simulasi berbasis Algodoo pada materi optika geometris SMA/MA.

### **F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan**

Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah simulasi pembelajaran berbasis Algodoo untuk mengeksplorasi fenomena optika geometris SMA/MA dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Simulasi berbasis Algodoo yang dikembangkan digunakan untuk mengeksplorasi fenomena optika geometris.
2. Simulasi berbasis Algodoo yang dikembangkan disusun dengan konsep laboratorium virtual.
3. Simulasi yang dikembangkan berbentuk non cetak (*softfile*) yang dimuat dalam bentuk CD dilengkapi dengan *Software* Algodoo dan file LKS sebagai pendamping simulasi.

## G. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Guru, dapat memberikan sumbangan ide tentang media pembelajaran yang dapat digunakan untuk mempermudah kegiatan pembelajaran fisika di kelas khususnya pada pokok bahasan optika geometris.
2. Bagi Siswa, dapat digunakan sebagai sumber belajar tambahan untuk membantu siswa dalam memahami materi optika geometris.
3. Bagi Pembaca, memberikan wawasan dan pengetahuan baru, serta referensi untuk penelitian selanjutnya.

## H. Definisi Operasional

1. Eksplorasi merupakan kegiatan penelitian atau penyelidikan yang dilakukan untuk memperoleh lebih banyak informasi mengenai suatu hal, sehingga pengetahuan menjadi bertambah dan bisa memenuhi informasi yang dibutuhkan.
2. *Physics simulator software* merupakan *software* yang mampu menyajikan simulasi mengenai gejala-gejala dan interaksi-interaksi fisis yang terjadi di kehidupan nyata yang berkaitan dengan konsep fisika ke dalam dunia virtual sangat menyerupai keadaan sebenarnya.

3. *Softfile* adalah dokumen, file atau data yang tidak berbentuk fisik. Sifat file menyerupai ekstensi atau format tertentu yang menyesuaikan jenis file.
4. Validasi Internal adalah kegiatan validasi yang dilakukan secara internal oleh tim dengan meninjau kembali secara seksama simulasi yang akan dikembangkan. Simulasi yang dikembangkan dikatakan valid apabila konsep yang ada pada simulasi sesuai dengan teori yang ada.

#### **I. Batasan Pengembangan**

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan yang diadaptasi dari model pengembangan yang dikembangkan oleh PhET *Simulation*. Model pengembangan tersebut terdiri dari tujuh tahapan yaitu *Learning Goals* (Perumusan Tujuan pembelajaran), *Initial Design* (Desain awal), *Interviews* (Wawancara), *Redesign* (Pendesainan ulang), *Interviews* (Wawancara lanjutan), *Classroom Use* (Penggunaan di dalam kelas), *Final Design* (Dsain akhir).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada bab sebelumnya, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan model-model simulasi untuk fenomena optika geometris yang dieksplorasi dengan Algodoo dan dikembangkan dengan menggunakan prosedur pengembangan yang dikembangkan oleh PhET *Simulation*. Prosedur pengembangan tersebut memiliki tujuh tahapan yakni: Perumusan Tujuan Pembelajaran (*Learning Goals*), Desain Awal (*Initial Design*), Wawancara (*Interviews*), Pendesainan ulang (*Redesign*), Wawancara Lanjutan (*Interviews*), Penggunaan di Kelas (*Classroom Use*), dan desain Akhir (*Final Design*).
2. Respon siswa terhadap simulasi yang dikembangkan memperoleh kriteria setuju untuk setiap aspek respon siswa yang meliputi aspek kemudahan dengan rerata skor sebesar 0,77; aspek kejelasan dengan rerata skor sebesar 0,81; dan aspek kemandirian siswa dalam belajar menggunakan simulasi dengan rerata skor sebesar 0,70.



## **B. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian pengembangan ini memiliki keterbatasan dimana simulasi yang dikembangkan hanya digunakan untuk mensimulasikan fenomena optika geometris saja dan tidak bisa untuk mensimulasikan fenomena pada optika fisis seperti difraksi, interferensi, polarisasi, dan lain sebagainya.

## **C. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan simulasi berbasis Algodoo untuk mengeksplorasi fenomena optika geometris di atas, maka saran yang dapat disampaikan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Siswa disarankan untuk memanfaatkan simulasi ini pada saat pembelajaran fisika khususnya pada materi optika geometris, baik di sekolah ataupun di rumah.
2. Guru disarankan untuk memanfaatkan simulasi ini pada saat penyampaian materi fisika khususnya pada materi optika geometris agar terjadi keberagaman media yang digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan simulasi berbasis Algodoo untuk materi fisika yang lain mengingat aplikasi Algodoo masih sangat jarang digunakan oleh guru sehingga masih sedikit simulasi berbasis Algodoo yang ada pada materi fisika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Rifki Ravinda. 2018. *Pengembangan Simulasi Berbasis Algodoo pada Materi Gerak untuk Kelas X SMA/MA* (Skripsi). Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Adams, W.K, S. Reid, R. LeMaster, S. B. McKagan, K. K. Perkins, and C. E. Wieman. 2008. A study of educational simulations Part I— Engagement and learning. *Journal Interactive Learning Research*. Vol.19(3): 397-419
- Agnes, Dea, I. Kaniawati, dan A.Danawan. 2015. Analisis Deskriptif Tes Tiga Tingkat Materi Optika Geometri dan Alat Optik. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains 2015*, Bandung: 8-9 Januari 2015.
- Algoryx Simulation AB. 2013. Algodoo (*computer software*). Retrieved from <http://www.algodoo.com>.
- Browning, Fred, Kaitlyn Moore, and Jennifer Campos. 2019. Exploring Negative Absolute Temperature Using NetLogo. *American Association of Physics Teachers*. Vol. 57(26): 26-27
- Darmawan, Deni. 2012. *Inovasi Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Daulay, Yuli yanti. 2017. *Pengembangan Media Pembelajaran Games Edukasi Berbantuan Android pada Materi Alat Optik Untuk Siswa SMA* (Skripsi). Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Febrina, Ardilla Ayu. 2016. *Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT dengan Games Digital Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Konsep Alat-Alat Optik* (Skripsi). Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Galili I, dan Hazan A. 2000. Learners' Knowledge in Optics: Interpretation, Structure and Analysis. *International Journal of Science Education*. 22 (1): 57-88.
- Giancoli, Douglas. 2001. *Fisika Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Haliday, David & Resnick, Robert. 2010. *Fisika Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.

Harun, Uğur, and Untung. 2015. Evaluating and Developing Physics Teaching Material with Algodoo in Virtual Environment: Archimedes' Principle. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*. Vol. 23 (4): 40-50.

Hofstetter. 2001. Dalam Mohammad Suyanto: *Multimedia Alat ntuk Meningkatkan Keunggulan Bersaing*. Yogyakarta: ANDI.

[http://phet.colorado.edu/phet-dist/publications/PhET\\_Design\\_Process.pdf](http://phet.colorado.edu/phet-dist/publications/PhET_Design_Process.pdf).

Diakses pada 20 November 2018 pukul 09:52.

Huda, Miftahul. 2015. *Model-Model Pengajaran dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Kanginan, Marthen. 2007. *Seribupena Fisika SMA kelas X jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Karyono, Palupi D.S, dan Suharyanto. 2009. *Fisika 1: Untuk SMA dan MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan.

Kustandi, Cecep. 2013. *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Lancaster, Kelly, Emily B. Moore, Robert Parson, and Katherine K. Perkins. 2013. Insights from Using PhET's Design Principles for Interactive Chemistry Simulations. *ACS Symposium Series: American Chemical Society*, Washington DC: September 21, 2013.

Luky, Novian dan Rudi Kustijono. 2017. Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Algodoo untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)* Vol. 06, No. 03, Hal. 27-35.

Mayer, Richard E. 2009. *Multimedia Learning Prinsip dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

McKagan. S.B, K. K. Perkins, M. Dubson, C. Malley, S. Reid, R. LeMaster, and C. E. Wieman. 2008. Developing and Researching PhET Simulations for Teaching Quantum Mechanics. *American Journal of Physics*. **76**. 406.

- Mulyatiningsih, Endang. 2008. *Metode Penelitian Tenterapan Bidang Fisika*. Bandung: Alfabeta.
- Mundilarto. 2012. *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. Yogyakarta: P2IS FMIPA UNY.
- Munir. 2015. *Multimedia Konsep dan Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta
- Putri, Wenggita Maulani. 2016. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Augmented Reality pada Pokok Bahasan Alat Optik . *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. Vol. V, 84-85.
- Qurosyiyah, Gisna Maulida. 2018. *Penggunaan Media Pembelajaran Algodoo untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik pada Materi Alat Optik (Penelitian Pre-Eksperimen di Kelas XI SMK Bakti Nusantara 666 Cileunyi)* (Skripsi). Bandung: UIN Sunan Gunung Djati.
- Reid, Sam. (13 Februari 2019). Komunikasi personal via e-mail.
- Reid, Sam. (2019, February 15). Type of Research by PhET Simulation [Google Groups]. Retrieved from [https://groups.google.com/forum/#!topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHj-v\\_qE-4](https://groups.google.com/forum/#!topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHj-v_qE-4)
- Resmiyanto, Rachmad. 2008. Telaah Laboratorium Maya Berdasarkan Model Sains Kuhnian dan Implikasinya dalam Pembelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Kecenderungan Baru Fisika dan Kependidikannya Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang*, Malang: 7 Agustus 2008
- Resmiyanto, Rachmad. 2018. Eksperimen Konseptual Tumbukan Benda 1 Dimensi dengan Algodoo. *Integrated Lab Journal* ISSN 2339-0905
- Roman, A.Azarul & Setyo Admoko. 2017. Pengembangan Software Praktikum Fisika Berbasis Algodoo untuk Membelajarkan Konsep Hukum Newton tentang Gravitasi Melalui Penyelidikan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*. Vol.06 (03): 323-328
- Sabella & Redish,M. 2004. *Knowledge Activation and Organization in Physics Problem solving*. Diunduh pada 6 Desember 2018.

- Samir, Rodrigo, Judismar, Elias, Emilson, and Joao. 2014. Animation with Algodoo: A Simple Tool for Teaching and Learning Physics. *Exatas Online*. Vol 5 (2): 28-39.
- Sari, Yuni Mega. 2017. Pengaruh Hypermedia Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Optika geometri (Skripsi). Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Serwey & Jewet. 2004. *Physics for Scientists and Engineers*. USA: Thomson Brooks.
- Sumarsono, Joko. 2009. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan.
- Sunardi, dan Esta Indra Irwan. 2008. *Fisika Bilingual untuk SMA/MA kelas X semester 1 dan 2*. Bandung: Yrama Widya.
- Suniati, N.M.S., Wayan, S., & Anggan, S. 2013. Pengaruh Implementasi Pembelajaran Kontekstual Berbantuan Multimedia Interaktif Terhadap Penurunan Miskonsepsi (Studi Kuasi Eksperimen dalam Pembelajaran Cahaya dan Alat Optik di SMP Negeri 2 Amlapura). *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*, 4.
- Suparno, Paul. 2013. *Metodologi Pembelajaran Fisika Konstruktivistik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: USD.
- Suparwoto. 2007. *Dasar-Dasar dan Prose Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- Wahyudi, Elly Eka, N.S. Aminah, dan Sukarmin. 2017. Pembelajaran Optika Geometri melalui *Problem Based Learning* (PBL) Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA Kelas X Tahun 2014/2015. *Jurnal Inkuiri*. Vol. 6 (3): 49-60.
- Widoyoko, Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Belajar.
- Wildany, Dany. 2016. *Pengaruh Multimedia Interaktif Berbasis Algodoo "Lesson Plans" Terhadap Penguasaan Konsep Alat-Alat Optik* (Skripsi). Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Young & Freedman. 2002. *Sears and Zemansky: Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid I*. Jakarta: Erlangga.



## LAMPIRAN

**Lampiran 1.1** Rekapitulasi Angket Kebutuhan Siswa SMA Negeri 5 Yogyakarta

No.	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah siswa	persentase
1.	Apakah konsep-konsep di dalam fisika itu abstrak?	A. Ya	35 Siswa	81,39 %
		B. Tidak	8 Siswa	18,61 %
2.	Mengapa anda menyebutkan konsep fisika abstrak?	A. Peristiwa dalam fisika jarang ditemui dalam kehidupan sehari-hari	1 Siswa	2,33 %
		B. Peristiwa dalam fisika sulit untuk dibayangkan	14 Siswa	32,56 %
		C. Hanya berisikan rumus	11 Siswa	25,58 %
		D. Terlalu banyak prinsip pada tiap peristiwa yang terjadi	17 Siswa	39,53 %
3.	Apakah dengan menggunakan media pembelajaran PPT ( <i>Power Point Presentation</i> ) dapat membantu anda dalam memahami konsep fisika?	A. Ya	23 Siswa	53,49 %
		B. Tidak	20 Siswa	46,51 %
4.	Apakah belajar dengan media animasi dapat mempermudah anda dalam memahami konsep fisika?	A. Ya	39 Siswa	90,69 %
		B. Tidak	4 Siswa	9,31 %
5.	Apakah kegiatan	A. Ya	33 Siswa	76,74 %

No.	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah siswa	persentase
	praktikum yang ada sudah mampu menyampaikan konsep fisika yang ada?	B. Tidak	10 Siswa	23,26%
6.	Apakah materi optika geometris merupakan salah satu materi yang abstrak dan sulit untuk dipahami?	A. Ya	34 Siswa	79,07 %
		B. Tidak	9 Siswa	20,93 %
7.	Apakah dalam mempelajari konsep optika geometris anda dapat memahaminya tanpa adanya kegiatan praktikum atau tanpa menggunakan media pembelajaran animasi?	A. Ya	8 Siswa	18,60 %
		B. Tidak	35 Siswa	81,40 %
8.	Pada pokok bahasan optika geometris, konsep apa yang menurut anda sulit dipahami?	A. Proses pembentukan bayangan pada cermin dan lensa	24 Siswa	55,82 %
		B. Karakteristik bayangan yang terbentuk (maya/nyata, diperbesar/diperkecil, tegak/terbalik, dll)	10 Siswa	23,26 %
		C. Pembiasan dan pemantulan cahaya	4 Siswa	9,3 %
		D. Penggunaan rumus yang ada	5 Siswa	11,62 %
9.	Apakah dengan	A. Ya	40 Siswa	93,02 %



No.	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah siswa	persentase
	media pembelajaran yang dapat memvisualisasikan dan mensimulasikan peristiwa fisika mampu mempermudah anda dalam memahami konsep fisika?	B. Tidak	3 Siswa	6,97 %
10.	Algodoo merupakan aplikasi pembelajaran fisika yang menyediakan berbagai animasi untuuk mensimulasikan peristiwa-peristiwa dalam fisika. Pernahkah anda menggunakan media pembelajaran Algodoo dalam pembelajaran fisika?	A. Ya	8 Siswa	18,60 %
		B. Tidak	35 Siswa	81,40 %

Jumlah siswa : 43 Siswa

## Lampiran 1.2 Hasil Wawancara Pra Penelitian

Hari, Tanggal : Rabu, 12 Desember 2018

Subjek : Guru Mata Pelajaran Fisika

Tempat : Perpustakaan Sekolah

Waktu : 09.00-09.25

### Wawancara antara peneliti (P) dengan guru mata pelajaran fisika yakni pak Irwan Yusuf (G)

P : “*Assalamu’alaikum* pak, maaf mengganggu aktivitas bapak, bagaimana kabarnya pak?”

G : “*Wa’alaikumsalam*, tidak kok mbak. Alhamdulillah sehat, bagaimana mbak ada yang bisa saya bantu?”

P : “Begini pak, saya mau mewawancarai bapak terkait dengan pembelajaran fisika di SMA Negeri 5 Yogyakarta, bagaimana pak? Apakah pak irwan ada waktu luang?”

G : “Bisa kok mbak, kebetulan saya tidak ada jadwal mengajar hari ini, tanyakan saja informasi yang mbak Novi butuhkan.”

P : “Terima kasih pak sebelumnya, Baik pak kita mulai ya pak. Kurikulum apa yang digunakan oleh SMA N 5 Yogyakarta ini pak?”

G : “Kurikulum yang digunakan di SMA N 5 Yogyakarta ini adalah kurikulum 2013 penyempurnaan atau edisi revisi terakhir yaitu 2017.”

P : “Dalam pemberlakuannya pak apa saja kelebihan dan kekurangan dari kurikulum 2013 edisi revisi ini?”

G : “Kelebihannya ya pembelajran yang ada di rubah mbak, dari yang semula PBL ternyata susah untuk diterapkan kemudian diganti dengan proyek yang diselesaikan siswa diluar jam pelajaran. Itu kelebihan yang pertama, kemudian kelebihan yang kedua yaitu susunan dari materi yang ada sudah terintegrasi. Artinya, dulu ada materi yang meloncat-loncat atau ada pergeseran materi yang tadinya disampaikan di kelas XII menjadi kelas XI. Kemudian sekarang ada materi tambahan yaitu tentang digital dan pemanasan global. Itu kelebihanya, kalau kekurangannya terletak pada

sistem pelaksanaannya, banyak yang tidak berjalan karena kurikulum ini dipandang guru dalam pembuatan RPP kok banyak sekali, seperti itu.”

P : “Lalu pak apa saja kendala dalam menjalankan kurikulum 2013 ini pak?”

G : “Kendalanya ya ketika guru tidak mau atau kurang berkreasi dan berinovasi yang akan menyebabkan pembelajaran yang ada akan kembali ke masa lalu model pembelajarannya.”

P : “Berarti harus dari gurunya ya pak harus bisa berkreasi dan berinovasi.”

G : “Iya dong mbak jelas itu.”

P : “Selanjutnya pak, berbicara tentang kesulitan dalam belajar fisika nih pak. Dalam fisika kan terdapat beberapa materi yang abstrak pak, kendala bapak dalam menjelaskan konsep yang abstrak kepada siswa itu apa pak?”

G : “Untuk materi yang abstrak, saya rasa dapat diselesaikan dengan IT, dengan animasi itu bisa membantu dalam menjelaskan konsep yang abstrak kepada siswa.”

P : “Untuk materi optika geometris diajarkan di kelas berapa pak?”

G : “Materi optika geometris diajarkan di kelas XI semester 2, biasanya digunakan sebagai pengantar materi alat-alat optik mbak”

P : “Lantas pak, untuk materi optika apakah materi tersebut dinilai sebagai materi yang abstrak dan sulit untuk dijelaskan kepada siswa?”

G : “Untuk materi optika, hal yang dinilai abstrak itu pada penjalaran sinar-sinar istimewa pada proses pembentukan bayangan mbak. Dalam kegiatan eksperimen juga konsep yang masih sulit untuk dijelaskan salah satunya yaitu penjalaran sinar istimewa pada cermin dan lensa. Hal itu sulit karena cahayanya kan tidak tampak. Oleh karena itu, butuh animasi yang dapat menjelaskan bagaimana penjalaran sinar dalam proses pembentukan bayangan pada cermin dan lensa.”

P : “Nah pak, kalau kendala dalam melaksanakan kegiatan praktikum optika apa saja pak?”

G : “Kendalanya ada di peralatan praktikum itu sendiri, karena kadang sering tidak pas dalam menentukan fokus. Hal ini disebabkan oleh abrasi kromatik sehingga menyebabkan ketidak pasan dalam pengukuran titik fokus.”

P : “Lalu pak jika abrasi tadi diatasi dengan simulasi atau animasi menurut bapak bagaimana pak?”

G : “Oh bisa itu mbak, animasi itu bisa digunakan untuk memberikan gambaran bahwa fokus dapat ditentukan, perbesaran teropong dapat ditentukan. Hal itu bagus digunakan dalam penggambaran bayangan pada teropong atau kamera. Pada kamera, sangat dibutuhkan karena praktikum pada kamera disini hanya menunjukkan jarak bayangan karena sulit karena sulit untuk praktikum dalam menentukan fokus, perbesaran, dan jarak bayangan.”

P : “Untuk waktu pelaksanaan praktikum itu sendiri pak, apakah waktu yang ada mencukupi?”

G : “Tidak mbak, waktu untuk praktikum tidak mencukupi. Kadang karena saking asiknya jadi tidak mencukupi, sehingga beberapa konsep belum dapat tersampaikan. Apalagi praktikum dengan menggunakan lensa cekung, hal ini karena penggambaran bayangan pada lensa cekung ini sulit. Mungkin bisa dibantu dengan animasi atau simulasi mbak.”

P : “Menurut bapak bagaimana jika dilakukan praktikum virtual pak?”

G : “Untuk praktikum virtual saya belum pernah melakukan hal tersebut mbak. Saya hanya menampilkan animasi peristiwa yang ada di lapangan tetapi untuk praktikum virtual saya belum pernah melakukannya.”

P : “Lalu pak, apakah belajar dengan animasi dapat membantu bapak dalam mengajar di kelas?”

G : “Jelas sangat membantu mbak, animasi itu sangat membantu ketika teori tidak dapat dipraktikan atau tidak bisa dijelaskan dengan kasat mata, maka menggunakan animasi sangat membantu dalam menjelaskan konsep kepada siswa.”

P : “Oh jadi seperti itu ya pak. Baiklah pak mungkin itu saja dulu, terima kasih telah meluangkan waktunya ya pak”

G : “Oke mbak sama-sama jika perlu bantuan lagi datang saja ke SMA N 5 ya mbak”

P : “Baik pak, terima kasih banyak bapak. *Assalamu'alaikum*”

G : “Iya mbak, *Wa'alaikumsalam*”

### Lampiran 1.3 Hasil Validasi Internal Terhadap Simulasi

Berikut merupakan hasil validasi internal terhadap simulasi yang dikembangkan berdasarkan pertimbangan dari aspek kesesuaian konsep simulasi dengan konsep fisika yang ada, tampilan simulasi, serta kemudahan dalam mengoperasikan simulasi.

No	Judul simulasi	Hasil validasi internal
1	Hukum Pemantulan Cahaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa busur berskala untuk mengukur sudut datang dan sudut pantul</li> <li>c. Ukuran laser perlu diperkecil agar memudahkan dalam membaca skala pada busur</li> <li>d. Pergerakan simulasi perlu diperlambat agar mempermudah siswa dalam mengamati sinar datang dan sinar pantul</li> <li>e. Warna pada simulasi perlu diganti agar lebih menarik</li> </ul>
2	Pemantulan teratur dan pemantulan baur	Valid tanpa revisi
3	Pembentukan bayangan pada cermin datar	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Sinar-sinar istimewa yang digunakan dalam proses pembentukan bayangan pada cermin datar perlu dirubah sesuai dengan konsep fisika yang ada. dapat menggunakan minimal dua sinar istimewa</li> <li>c. Bentuk objek yang digunakan perlu dirubah agar dapat dibedakan antara bayangan tegak dan terbalik</li> <li>d. Warna bayangan dibedakan dengan warna benda</li> </ul>
4	Titik fokus cermin cekung	Valid tanpa revisi
5	Titik fokus cermin cembung	Valid tanpa revisi
6	Pembentukan	a. Perlu ditambahkan judul simulasi

No	Judul simulasi	Hasil validasi internal
	bayangan pada cermin cekung	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa penggaris untuk mengukur tinggi benda dan bayangan</li> <li>c. Bentuk objek yang digunakan perlu dirubah agar dapat dibedakan antara bayangan tegak dan terbalik</li> <li>d. Warna bayangan dibedakan dengan warna benda</li> </ul>
7	Pembentukan bayangan pada cermin cembung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa penggaris untuk mengukur tinggi benda dan bayangan</li> <li>c. Bentuk objek yang digunakan perlu dirubah agar dapat dibedakan antara bayangan tegak dan terbalik</li> <li>d. Warna bayangan dibedakan dengan warna benda</li> </ul>
8	Hukum Pembiasan Cahaya	Valid tanpa revisi
9	Indeks Bias	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Variasi medium udara tidak diperlukan karena sudah otomatis ada ketika cahaya tidak berada dalam sebuah medium</li> </ul>
10	Pemantulan sempurna	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. tampilan simulasi belum tepat untuk menunjukkan peristiwa pemantulan sempurna</li> <li>c. perlu ditambahkan konsep mengenai sudut kritis</li> <li>d. syarat terjadinya pemantulan sempurna belum terwakilkan pada simulasi</li> <li>e. perlu ditambahkan objek berupa busur berskala untuk mengukur besarnya sudut kritis</li> </ul>
11	Dispersi cahaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. perlu ditambahkan visualisasi pelangi yang melengkung</li> <li>c. perlu ditambahkan konsep mengenai sudut deviasi prisma</li> <li>d. perlu ditambahkan objek berupa busur untuk mengukur sudut deviasi prisma</li> </ul>

No	Judul simulasi	Hasil validasi internal
12	Titik fokus lensa cekung	Valid tanpa revisi
13	Titik fokus lensa cembung	Valid tanpa revisi
14	Pembentukan bayangan pada lensa cekung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa penggaris untuk mengukur tinggi benda dan bayangan</li> <li>c. Bentuk objek yang digunakan perlu dirubah agar dapat dibedakan antara bayangan tegak dan terbalik</li> <li>d. Warna bayangan dibedakan dengan warna benda</li> </ul>
15	Pembentukan bayangan pada lensa cembung	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa penggaris untuk mengukur tinggi benda dan bayangan</li> <li>c. Bentuk objek yang digunakan perlu dirubah agar dapat dibedakan antara bayangan tegak dan terbalik</li> <li>d. Warna bayangan dibedakan dengan warna benda</li> </ul>
15	Alat optik (Mata)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa gambar anatomi mata agar siswa dapat mengamati jatuhnya bayangan pada mata miopi dan hipermetropi serta siswa dapat mengetahui bagian-bagian mata.</li> <li>c. Perlu ditambahkan konsep tentang kelainan pada lensa mata, sulit memipih atau mecembung serta hubungannya dengan penggunaan lensa sebagai penanganannya.</li> </ul>
17	Alat optik (Lup)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa gambar kerangka lup</li> </ul>
18	Alat optik (Mikroskop)	Valid tanpa revisi
19	Alat optik (Teleskop)	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Perlu ditambahkan judul simulasi</li> <li>b. Perlu ditambahkan objek berupa gambar kerangka teleskop.</li> </ul>

No	Judul simulasi	Hasil validasi internal
20	Alat optik (Kamera)	a. Perlu ditambahkan judul simulasi b. Perlu ditambahkan variasi sinar-sinar yang masuk ke dalam kamera untuk mengetahui pemahaman siswa mengenai makna peristiwa yang terjadi jika sinar-sinar yang masuk ke dalam kamera divariasikan





### Lampiran 1.4 Transkrip Wawancara pada Tahap Pertama Pengujian Simulasi

Hari, Tanggal : Jumat, 12 April 2019

Subjek : 5 orang siswa kelas XI MIPA 5

Tempat : Perpustakaan Sekolah

Waktu : 09.45-16.00

Wawancara antara peneliti (P) dengan responden (R) yaitu lima orang siswa kelas XI MIPA 5 yang diminta untuk mengoperasikan simulasi secara acak.

#### 1. Responden 1

##### a. Hukum Pembiasan

P : "Apa yang anda ketahui tentang hukum pembiasan?"

R : "Itu mbak, pembiasan adalah sinar datang yang diteruskan dan dibelokkan melalui media kaca, lensa cembung atau lensa"

P : "Oh gitu, kalau cahaya yang bergerak dari medium rapat ke renggang apa yang terjadi?"

R : "Nanti cahayanya akan menjauhi garis normal mbak"

P : "Kalau cahayanya bergerak dari medium renggang ke rapat apa yang terjadi?"

R : "Kalau dari medium renggang ke rapat nanti cahayanya akan mendekati garis normal.."

P : "oke.. sekarang bagaimana hubungan antara sudut datang dan sudut bias?"

R : "yang itu mbak  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  "

P : "Sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk hukum pembiasan.. silahkan dioperasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

P : "Jadi bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Jadi benar mbak, kalau dari rapat ke renggang itu menjauhi garis normal tapi kalau dari renggang ke rapat itu mendekati garis normal.."

P : "Iya.. benar berarti yaa, terus bagaimana hubungan antara sudut datang dan sudut biasnya?"

R : "Hubungannya yang  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  itu kan mbak?"

P : "Gini maksudnya hubungan sudut datang dan sudut biasnya itu berbanding lurus apa terbalik?"

R : (mengamati simulasi) "ooh itu mbak berbanding lurus, karena ketika sudut datangnya semakin besar maka sudut biasnya juga semakin besar, jadi dapat dikatakan kalau hubungannya berbanding lurus"

P : "Iya benar.. nah sekarang bagaimana komentar untuk simulasi yang digunakan tadi?"

R : "Bagus mbak.. pas di *play* dia jalan gitu.."

P : "Kalau konsepnya bisa dipahami tidak dari simulasi ini?"

R : "Bisa mbak.. paham"

#### b. Dispersi Cahaya

P : "Apa yang anda ketahui tentang dispersi cahaya?"

R : "Dispersi cahaya itu peristiwa pembiasan cahaya biasanya menggunakan prisma dan lesan.. penyebaran cahaya"

P : "Kalau cahaya selain warna putih apakah bisa didispersikan?"

R : "Tidak bisa mbak.."

P : "Ok.. lalu untuk warna-warna yang dihasilkan dari peristiwa dispersi apakah memiliki sudut deviasi yang sama?"

R : "Tidak mbak, berbeda karena sudut dalam biasnya berbeda"

P : "Oh ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk dispersi cahaya.. silahkan dioperasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

P :”jadi bagaimana hasil pengamatannya?”

R :”waaah pelangi mbak..”

P :”iya jadi salah satu contoh peristiwa dispersi cahaya adalah terjadinya pelangi.. nah sekarang apakah warna-warna tersebut memiliki sudut deviasi yang sama?”

R :”Berbeda mbak.. mereka tidak sama sudut deviasinya”

P :”Kenapa berbeda”

R :”Hmm kenapa ya mbak.. habis warnanya beda-beda itu mba” (sambil mengamati simulasi)

P :”Iya berarti kalau warnanya berbeda dia apanyanya yang berbeda?”

R :”Apanya mbak.?”

P :”Warna-warna itu berbeda panjang gelombangnya..”

R :”Oh gitu.. makanya dia memiliki sudut deviasi yang berbeda ya mbak.. kayak warna merah sama hijau gini mereka panjang gelombangnya beda ya mbak”

P :”Iya benar.. oke lanjut ke mengukur sudut deviasinya ya”

R :”Sudut deviasi itu diukur dari garis ini ke garis ini kan ya mbak” (sambil mengoperasikan simulasi)

P :”Iya coba diukur dengan menggunakan busur”

R :”Mbak ini busurnya gak ada angkanya?”

P :”Oh iya.. itu satu garis nilainya  $10^\circ$ , coba diukur berapa besarnya?”

R :”Oh gitu, sebentar mbak (sambil mengukur dengan busur) ini besarnya  $40^\circ$  mbak..”

P :”Ok.. sekarang bagaimana komentarnya buat simulasi ini?”

R :”Itu mbak yang busur, busurnya kan tidak sama dengan busur biasanya karena ini tidak ada sekalanya jadi bingung pas mengukurnya, Sudah sih itu saja”

P :”Ok kalau Konsepnya bisa dipahami tidak?”

R :”Bisa mbak kalau konsepnya paham..”

### c. Teleskop

P : "Teleskop.. apa fungsi dari teleskop?"

R : "Fungsinya untuk melihat benda-benda yang jauh mbak.."

P : "Ok, sekarang dimana letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif agar mata dapat berakomodasi?"

R : "Di titik fokus lensa okuler mbak.."

P : "Kalau untuk mata tanpa akomodasi letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektifnya dimana?"

R : "Dia kurang dari titik fokus lensa okuler mbak"

P : "Kalau karakteristik dari bayangan akhir yang terbentuk untuk kasus mata berakomodasi dan tidak berakomodasi bagaimana?"

R : "Kalau untuk mata berakomodasi itu tidak terbentuk bayangan, kalau tanpa berakomodasi itu terbentuk bayangan"

P : "oh ok, sekarang coba diperlihatkan simulasinya ya"

(siswa mengoperasikan simulasi)

R : "waaw.. ini yang objektif ini yang okuler ya mbak?"

P : "Iya benar, kok bisa tau?"

R : "Iya mbak Kalau yang dekat dengan mata itu okuler yang dekat benda itu objektif, ya kan mbak.."

P : "Ok berarti sudah bisa membedakan ya dari simulasi ini mana yang lensa objektif mana yang okuler?"

R : "Iya mbak sudah"

P : "Ok jadi simulasi ini tentang pembentukan bayangan pada teleskop untuk mata berakomodasi.. nah sekarang coba diamati sinar-sinar istimewa apa saja yang digunakan pada simulasi ini untuk proses pembentukan bayangannya?"

R : "Menggunakan dua sinar mbak, sinar datang dibiaskan sejajar sumbu utama dan sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan"

P : "Iya benar, sekarang dimana letak bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif?"

R : "Di titik fokus lensa okuler mbak"

P :”Yakin? Coba diamati lagi”

R : (sambil mengamati simulasi) “ooh salah mbak, bayangannya di lebih kecil dari titik fokus lensa okuler”

P :”Ok, kalau karakteristik dari bayangan akhirnya bagaimana?”

R :”Maya terbalik diperkecil mbak, ooh kalau berakomodasi itu yang terbentuk kalau yang tanpa akomodasi yang tidak terbentuk mbak.. saya terbalik jawabnya”

P :”Iya nanti jawabnya dibenerin yaa, sekarang kita lanjut ke mata tanpa akomodasi”

R :”Ok mbak”

P :”Dimana letak bayangannya”

R :”Di titik fokus lensa okuler mbak”

P :”Kalau karakteristik bayangan akhirnya seperti apa?”

R : (sambil mengamati simulasi) “tidak ada mbak.. dia tidak terbentuk bayangannya karena tanpa akomodasi”

P :”Iya, jadi apa maknanya kalau seperti itu?”

R :”Tetap sama seperti bendanya mbak, tidak diperkecil makanya gak terbentuk dan gak kelihatan”

P :”Iya, jadi untuk mata tanpa akomodasi maka bayangan yang ada tidak diperbesar atau diperkecil masih sama dengan benda aslinya karena bayangan tidak terbentuk”

R :”Oh iya mbak”

P :”Sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Sudah bagus mbak, Sudah bisa dipahami kok”

#### d. Kamera

P :”Karakteristik bayangan yang dibentuk oleh kamera bagaimana?”

R :”Maya mbak”

P :”Terus apa lagi?”

R :”Hmm.. gak tau lagi mbak”

P :”Ok.. Kalau prinsip kerja kamera DSLR bagaimana?”

R :”Prinsip kerjanya itu mbak difokuskan terus perbesar atau diperkecil terus diambil gambar”

P :”Oh iya.. sekarang coba diperlihatkan simulasinya ya”

(Siswa mengoperasikan simulasi)

R :”Waah lensanya banyak ya mbak” (sambil mengamati simulasi)

P :”Iya itu untuk memfokuskan..”

R :”Oh gitu mbak”

P :”nah coba sekarang diamati bagaimana prinsip kerja dari kamera DSLR.. kalau berdasarkan simulasi ini bagaimana prinsip kerja dari kamera DSLR?”

R :”Itu mbak sinarnya datang terus masuk ke lensa terus mantul oleh cermin ke prisma segi lima terus ke mata mbak.. kalau untuk yang ke layar itu tanpa dipantulkan jadi langsung siarnya masuk lensa langsung ke layarnya”

P :”Kalau sinarnya difariasikan seperti ini bagaimana? peristiwa apa yang terjadi kalau seperti ini?”

R :”Dia tidak masuk ke kamera mbak, nanati gambarnya tidak tertangkap kamera”

P :”Kenapa?”

R :”Karena cahayanya tidak terkumpul di cermin, jadi tidak terbentuk bayangan di kameranya mbak”

P :”Ok.. komentarnya untuk simulasi ini bagaimana?”

R :”Bagus mbak.. kaget aku ternyata di dalam kamera banyak lensanya ya mba.. konsepnya tadi Sudah bisa dipahami juga mbak..”

## **2. Responden 2**

### **a. Hukum Pemantulan**

P :”Apa yang anda ketahui tentang hukum pemantulan cahaya?”

R : "Ini mbak sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama, sinar datang melalui titik tengah akan diteruskan, sinar datang melalui titik fokus akan dipantulkan melalui titik fokus"

P : "Iya.. itu hukum pemantulan atau sinar-sinar istimewa?"

R : "Sinar-sinar istimewa mbak, lah yang hukum pemantulan cahaya kayak apa mbak?"

P : "Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk hukum pemantulan.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoprasikan dan mengamati simulasi)

P : "Jadi bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Wah bergerak mbak.. oh tau mbak.. itu sudutnya" (sambil mengamati simulasi)

P : "Kenapa sudutnya?"

R : "Sudut datang sama dengan sudut pantul"

P : "Iya benar.. atau secara matematisnya bagaimana?"

R : " $\theta_{\text{datang}} = \theta_{\text{pantul}}$  mbak.."

P : "Iya benar.. komentar untuk simulasinya bagaimana?"

R : "Bagus mbak, mudah sipahami"

#### b. Pemantulan Baur dan Pemantulan Teratur

P : "Apa perbedaan pemantulan teratur dan pemantulan baur?"

R : "Kalau pemantulan teratur itu dipantulkan sempurna karena mediana rata, kalau pemantulan baur dipantulkannya tidak sempurna karena permukaannya tidak rata.."

P : "Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk pemantulan baur sama teraturnya yaa.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

P : "Jadi bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Oh paham mbak"

P : "Bagaimana?"

R : "Kalau permukaannya rata dia pemantulannya teratur sedangkan kalau permukaannya tidak rata dia pemantulan baur"

P : "Iya benar.. langsung bisa dipahami berarti yaa.."

R : "Iya mbak.. bagus mbak mantap betul.."

### c. Fokus Cermin

P : "Bagaimana cara mencari titik fokus dari sebuah cermin?"

R : "Disejajarkan mbak sinarnya nanti di lewatkan ke cermin, sejajar sumbu utama pokoknya"

P : "Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk titik fokus cermin yaa.. silahkan dioperasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

P : "Bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Oh iya dipantulkan gini mbak, ini di atas satunya dibawah" (sambil mengoperasikan simulasi)

P : "Berarti titik fokus cermin cekung itu dimana?"

R : "Di sini mbak, di perpotongan sinar-sinar pantul ini di depan cermin cekung dia mbak" (sambil menunjuk simulasi)

P : "Ok, lalu sifatnya bagaimana? Fokusnya positif apa negatif?"

R : "Fokus untuk cermin cekung positif mbak"

P : "Kalau sifat titik fokusnya maya atau nyata?"

R : "Tidak tahu.. gimana mbak?"



P :”Coba diamati dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul apa perpanjangan?”

R :”Dari perpotongan sinar-sinar pantul langsung mbak”

P :”Iya, kalau dia terbentuk dari perpotongan langsung berarti dia bersifat nyata dan nilai fokusnya positif”

R :”Ooh gitu mbak.. berarti kalau perpanjangan dia bersifat maya dan nilai fokusnya negatif ya mbak..”

P :”Iya benar, coba sekarang dilanjutkan ke fokus cermin cembung..”

R :”Ok mbak.. yang ini mbak, caranya sama kan mbak dengan menembakkan dua sinar sejajar sumbu utama?” (sambil membuka simulasi)

P :”iya dicoba aja dioprasikan sambil dibaca petunjuk penggunaannya”

(Responden mengoprasikan dan mengamati simulasi)

R :”Looh kok dia mantulnya gitu mbak? Nanti gimana titik potongnya mbak” (terkejut melihat sinar pantulan dari cermin cembung yang menyebar)

P :”Iya.. berarti sifat dari cermin cembung itu apa?”

R :”Menyebarkan cahaya gitu mbak, berarti tadi sifat dari cermin cekung itu mengumpulkan cahaya ya mbak”

P :”Iya benar.. nah sekarang untuk menentukan letak titik fokus dari cermin cembungnya coba gunakan laser yang berukuran kecil sebagai perpanjangan dari sinar-sinar pantulnya”

R :”Wah dapat mbak.. fokusnya di sini mbak di belakang cermin”

P :”Ok, berarti sifat dari titik fokusnya apa?”

R :”Maya mbak dan bernilai negatif mbak”

P :”Kenapa?”

R :”Karena dia terbentuk dari perpanjangan sinar-sinar pantul mbak..”

P :”Iya benar.. oke kalau komentar untuk simulasinya bagaimana? Bikin bingung tidak?”

R :”Bagus mbak.. tidak kok mbak..”

d. Fokus Lensa

P : "Bagaimana cara menentukan titik fokus dari sebuah lensa cembung?"

R : "Lensa ya mbak.. kalau lensa cara menentukan fokusnya sama seperti cermin tidak mbak?"

P : "Tidak tahu.. coba dibuka simulasinya dioprasikan dan diamati ya"

(Responden mengoprasikan dan mengamati simulasi)

R : "Oh.. sama mbak, titik fokusnya di sini mbak di belakang lensa cembung"  
(sambil menunjuk simulai)

P : "Iya, bagaimana sifat titik fokusnya? positif apa negatif?"

R : "ini cara meentukannya sama kayak cermin tadi ya mbak?"

P : "iya, jadi bagaimana sifat dan nilai titik fokusnya?"

R : "titik fokusnya bersifat nyata dan bernilai positif mbak.. karena terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar bias"

P : "Kalau sifat dari lensa cembung bagaimana?"

R : "Sebentar mbak, oh sifatnya mengumpulkan cahaya mbak" (sambil mengamati simulasi)

P : "Iya, oleh karena itu lensa cembung disebut juga lensa apa?"

R : "Konvergen mbak.."

P : "Iya benar.. oke lanjut ya ke titik fokus lensa cekung"

(responden mengoprasikan dan mengamati simulasi)

R : "Wah dia menyebarkan cahaya mbak"

P : "Iya coba bagaimana cara mencari titik fokusnya?"

R : "Dari perpanjangannya kan mbak?"

P : "Perpanjangan apa?"

R : "Perpanjangan sinar-sinar biasanya kan mbak.. jadi nanti dia kayak gini"  
(sambil mengoprasikan simulasi)

R : "Nah iya kan dia di depan lensa cekung mbak"

P :”Oke.. sifatnya apa?”

R :”Maya mbak nilainya negatif, karena terbentuk dari perpanjangan sinar-sinar bias”

P :”Iya benar, sekarang bagaimana komentarnya untuk simulasi?”

R :”Sudah bagus mbak, tapi tadi agak sulit di muter-muter lasernya ini mbak”

P :”Tapi kalau konsepnya bingung gak?”

R :”Tidak mbak sudah paham hanya tadi lasernya saja muter-muterinnya sedikit susah”

### 3. Responden 3

#### a. Cermin Datar

P :”Bagaimana sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar?”

R :”Maya, tegak, sama besar mbak”

P :”Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk cermin datar.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa..”

R :”Ok mbak.. yang ini mbak” (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoprasikan dan mengamati simulasi)

P :”Jadi bagaimana hasil pengamatannya?”

R :”Wah.. dia mantul mbak”

P :”Iya bayangannya bagaimana?”

R :”Ini mantul gini gimana mbak?”

P :”Iya, disini untuk membentuk bayangan pada cermin datar kita gunakan laser bantuan.. itu yang berukuran kecil. Laser kecil itu diibaratkan perpanjangan sinar-sinar pantul, kalau di papan tulis biasanya garis putus-putus”

R :”Oh gitu mbak”

P :”Iya coba sekarang dioprasikan menggunakan laser-laser kecil itu”

R :”Nah jadi mbak.. berarti dia disini mbak bayangannya?”

- P : "Iya coba diamati karakteristik bayangan yang terbentuk oleh cermin datar bagaimana?"
- R : "Tegak, tingginya sama dengan benda, jaraknya juga sama dengan benda mbak"
- P : "Bayangannya maya atau nyata?"
- R : "Maya mbak"
- P : "Kenapa maya?"
- R : "Bisa dilihat oleh mata mbak.."
- P : "Kalau nyata kayak gimana?"
- R : "Kalau nyata sulit ditangkap oleh maya mbak"
- P : "Coba diamati simulasinya, dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul atau perpotongan langsung dari sinar-sinar pantul?"
- R : "Perpanjangan mbak"
- P : "Iya kalau dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul berarti sifat bayangannya apa?"
- R : "Apa mbak? Aku gak tahu mbak"
- P : "Ok.. kalau dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul maka sifat bayangannya maya, tapi kalau dia terbentuk dari perpotongan langsung dari sinar-sinar pantul maka bayangannya bersifat nyata"
- R : "Oh berarti ini maya ya mbak?"
- P : "iya, kenapa?"
- R : "Karena dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul"
- P : "Kalau yang nyata bagaimana?"
- R : "Kalau nyata dia terbentuk dari perpotongan langsung dari sinar-sinar pantul"
- P : "Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya? Sulit tidak?"
- R : "lumayan mbak"
- P : "Dibagian mana sulitnya?"

R :”Tadi mbak di muterin lasernya doang”

P :”Tapi konsepnya sampai tidak?”

R :”Konsepnya sampai kok mbak”

#### b. Indeks Bias

P :”Apa yang anda ketahui tentang indeks bias?”

R :”Indeks bias bahan itu berbeda beda mbak, contohnya indeks bias air sama udara itu beda mbak”

P :”Jadi indeks bias itu perbandingan antara kecepatan cahaya saat di ruang hampa dengan kecepatan cahaya pada saat melewati sebuah medium”

R :”Oh gitu mbak”

P :”Ok, kalau pengaruh indeks bias terhadap sudut bias bagaimana?”

R :”Sebanding mbak.. jika indeks biasnya besar maka sudut biasnya juga besar mbak”

P :”Kalau hubungannya dengan kecepatan cahaya pada saat melewati medium tersebut bagaimana?”

R :”Berbanding lurus juga mbak”

P :”Kenapa?”

R :”Tidak tahu mbak..”

P :”Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk cermin datar.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa..”

R :”Ok mbak.. yang ini mbak” (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoprasikan dan mengamati simulasi)

P :”Jadi bagaimana hasil pengamatannya?”

R :”Cahayanya lebih cepat di udara mbak dibandingkan yang di air”

P :”Kenapa begitu?”

R :”Karena indeks bias udara lebih kecil mbak”

P : "Kalau lebih kecil memang kenapa?"

R : "Tidak tahu mbak"

P : "Kalau udara dan air lebih rapat yang mana?"

R : "Yang air mbak"

P : "Nah coba dihubungkan dengan nilai indeks biasanya"

R : "Kalau dia rapat berarti indeks biasanya lebih besar ya mbak, kalau dia renggang lebih kecil"

P : "Iya benar.. makanya ketika di udara cahayanya akan lebih cepat karena partikelnya lebih renggang oleh karena itu indeks biasanya juga kecil begitu juga sebaliknya.. jadi bagaimana bungannya terhadap kecepatan cahaya pada saat melewati medium tertentu?"

R : "Berbanding terbalik mbak"

P : "Ok sekarang diamati sudutnya"

R : "Kalau sudut yang kecil yang indeks biasanya lebih besar mbak"

P : "Iya coba yang bagian atas di letakkan bahunya berlian"

R : "Waah mbak sudutnya malah makin kecil yang berlian mbak dibandingkan yang air"

P : "Iya, jadi bagaimana hubungannya untuk sudut bias?"

R : "Berbanding terbalik mbak"

P : "Iya.. kenapa?"

R : "Karena indeks bias berlian lebih besar mbak terus lebih rapat berlian mbak"

P : "Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Bagus mbak.."

P : "Kalau konsepnya nyampe gak?"

R : "Sampai kok mbak"

### c. Lensa Cekung

P : "Bagaimana karakteristik bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung?"

R :”Nyata, terbalik, diperkecil mbak”

P :”Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi ya.. silahkan dibuka simulasinya dan dioprasikan sesuai dengan petunjuk yang ada”

R :”Ok mbak.. yang ini ya mbak”

(responden mencoba mengoprasikan simulasi)

R :”Mbak ini dimana diletakkannya lasenya?”

P :”Diletakkan sesuai dengan sinar-sinar istimewa yang dibutuhkan untuk melukis bayangan pada lensa cekung.. coba bagaimana sinar-sinar istimewa pada lensa cekung?”

R :”Aduh lupa mbak.. tapi ada 3 mbak sinarnya”

P :”Coba diingat-ingat apa saja?”

R :”Yang lewat bagian tengah lensa itu diteruskan mbak.. yang dua lupa mbak”

P :”Sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan seakan-akan berasal dari titik fokus, sinar datang seakan-akan menuju ke titik fokus akan dibiaskan sejajar sumbu utama, dan sinar datang melalui titik pusat lensa diteruskan tanpa dibiaskan”

R :”Oh gitu ok mbak..”

P :”Nah untuk melukiskan bayangan pada lensa cekung kita minimal menggunakan dua sinar istimewa misal kita akan menggunakan sinar istimewa pertama dan ketiga berarti nanti Sinar datang sejajar sumbu utama lensa akan dibiaskan seakan-akan berasal dari titik fokus, dan sinar datang melalui titik pusat lensa diteruskan tanpa dibiaskan.. coba lasernya diposisikan”

R :”Sebentar mbak” (sambil mencoba mengoprasikan simulasi)

P :”Sudah? Dimana letak bayangannya?”

R :”Di sini mbak” (sambil menunjuk simulasi)

P :”Lalu bagaimana karakteristik bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung?”

R :”Tegak dan diperkecil mbak”

P :”Bayangannya maya atau nyata?”

R :”Nyata mbak..”

P :”Kenapa?”

R :”Karena di depan cermin kalau dia di belakang cermin baru maya”

P :”Coba diamati lagi simulasinya.. dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar bias atau perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias?”

R :”Perpanjangan mbak..”

P :”Iya.. kalau dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias berarti maya atau nyata?”

R :”apa ya mbak? Tidak tahu mbak”

P :” kalau terbentuknya dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias berarti dia maya”

R :”oh maya mbak..ini berarti maya mbak bukan nyata? Kalo nyata dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar bias berarti ya”

P :”iya berarti karakteristik bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung bagaimana?”

R :”Maya, tegak, diperkecil mbak”

P :”Iya benar.. sekarang bagaimana komentarnya terhadap simulasi? konsepnya masuk gak?”

R :”Masuk mbak.. kalau maya dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias kalau nyata dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar bias”

P :”Sulit gak?”

R :”Pas muterin lasernya paling mbak Kalau konsepnya Sudah sampai mbak”



#### 4. Responden 4

##### a. Cermin Cembung

P : "Bagaimana sifat bayangan yang dibentuk dari cermin cembung?"

R : "Tidak tahu mbak"

P : "Kalau sinar-sinar istimewa pada cermin cembung apa aja?"

R : "Sinar datang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan seolah-olah melalui titik fokus, sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama, dan sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin dipantulkan kembali"

P : "Iya.. sekarang coba dibuka simulasinya, dalam melukiskan bayangan kita gunakan minimal dua sinar istimewa"

(responden mencoba mengoperasikan simulasi)

R : "Seperti ini mbak?"

P : "Iya.. karena dia memantul kita gunakan sinar bantu, gunakan laser berukuran kecil sebagai perpanjangan sinar-sinar pantul"

(responden mengoperasikan simulasi)

P : "Di mana letak bayangannya?"

R : "Di sini mbak" (sambil menunjuk simulasi)

P : "Bagaimana sifat bayangannya? Maya atau nyata?"

R : "Maya mbak.."

P : "Kenapa maya?"

R : "Soalnya di cermin, biar bisa ditangkap mata"

P : "Coba diamati dia terbentuk dari sinar-sinar apa?"

R : "Sinar-sinar perpanjangan mbak"

P : "Iya kalau perpanjangan berarti maya atau nyata?"

R : "Gimana mbak?"

P : "Kalau terbentuknya dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul berarti dia maya"

R : "Oh berarti ini maya ya mbak?"

P : "Iya.. kalau yang nyata kayak gimana?"

R : "Ini mbak yang terbentuk dari perpotongan langsung sinar pantul"

P : "Iya benar.. bagaimana komentar tentang simulasinya?"

R : "Bagus mbak.."

P : "Konsepnya sampai tidak?"

R : "Sampai kok mbak"

#### b. Pemantulan sempurna

P : "Apa yang anda ketahui tentang pemantulan sempurna?"

R : "Pemantulan sempurna itu terjadi di siang hari mbak.. di jalan aspal terlihat seperti ada airnya di gurun pasir juga.. fatamorgana gitu mbak"

P : "Oh gitu, kalau pemantulan sempurna dapat terjadi gak kalau cahanya datang dari medium renggang ke medium rapat?"

R : "Tidak tahu mbak.."

P : "Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi ya.. silahkan dibuka simulasinya dan dioperasikan sesuai dengan petunjuk yang ada"

R : "Ok mbak.. yang ini ya mbak"

(responden mencoba mengoperasikan simulasi)

R : "Wah bergerak mbak.."

P : "Iya.. coba di *pause* dulu dan diamati peristiwanya"

R : "Ini cahanya memantul mbak"

P :”Ada sinar biasanya tidak? Kan tadi dia bergerak ada sinar biasanya sekarang ada tidak?”

R :”Tidak ada mbak.. semua memantul”

P :”Iya.. nah itulah yang disebut pemantulan sempurna”

R :”Oh jadi semuanya manatul gitu mbak tanpa ada sinar bias?”

P :”Iya.. coba sekarang di *play* lagi sambil diamati pemantulan sempurna terjadi ketika cahaya datang dari medium apa ke medium apa?”

R :”Dari berlian ke udara mbak”

P :”Iya.. coba yang atas diganti mediumnya”

(responden mengganti medium udara dengan medium air)

R :”Kalau datangnya dari air ke berlian tidak terjadi mbak.. tapi kalau datangnya dari berlian ke air dia terjadi mbak”

P :”Iya.. berarti peristiwa pemantulan sempurna hanya akan terjadi bila...”

R :”Cahaya datang dari rapat ke renggang mbak..”

P :”Iya.. indeks biasanya bagaimana?”

R :”Dari indeks bias besar ke indeks bias kecil mbak

P :”Kalau dari indeks bias kecil ke indeks bias besar bisa tidak?”

R :”Tidak mbak.. tidak terjadi pemantulan sempurna”

P :”oke sekarang coba perhatikan hubungannya dengan sudut kritis”

R :”Sudut kritis itu apa mbak?”

P :”Sudut kritis itu sudut dimana sinar bias tepat menyentuh permukaan sebuah medium.. peristiwanya coba diamati di sumalasi”

(responden mengamati simulasi)

P :”Nah iya coba di *pause*.. ini yang disebut sudut kritis”

R :”Oh yang ini mbak..”

P :”Iya.. coba apa yang terjadi pada saat sudut datangnya lebih besar dari sudut kritis?”

R : "Ini mbak.. pemantulan sempurna mbak"

P : "Iya benar.. jadi syarat pemantulan sempurna itu ada dua kayak yang tadi kita simulasikan.. coba apa saja syarat terjadinya pemantulan sempurna?"

R : "Ada dua berarti mbak.. yang pertama terjadi dari medium rapat ke medium renggang yang kedua sudut datangnya lebih besar dari sudut kritis mbak"

P : "Iya benar.. bagaimana komentar untuk simulasinya? Paham atau makin bingung?"

R : "Tidak kok mbak.. paham sekarang tadinya malah tidak tahu"

P : "Kalau simulasinya sulit dioperasikan tidak?"

R : "Tidak kok mbak.. saya bisa mengoperasikannya"

### c. Mata

P : "Miopi.. dimana letak jatuhnya bayangan untuk mata miopi?"

R : "Bayangannya jatuh di depan retina mbak"

P : "Kenapa bisa begitu?"

R : "Karena lensa matanya Sudah rusak mbak"

P : "Kalau penanganan untuk mata miopi bagaimana?"

R : "Menggunakan kacamata min (-) mbak.. lensa cekung"

P : "Iya.. kalau mata hipermetropi bayangannya jatuh dimana?"

R : "Kalau hipermetropi bayangannya jatuh di belakang retina mbak"

P : "Kenapa?"

R : "Karena lensa matanya sudah tidak normal mbak"

P : " Kalau penanganan untuk mata hipermetropi bagaimana?"

R : "Menggunakan kacamata positif mbak (+), lensa cembung.."

P : "Ok.. sekarang coba kita buktikan lewat simulasi ya.. silahkan dibuka dan diamati simulasinya"

R : "Ini yang miopi mbak.. dia jatuh di depan retina terus diatasi dengan lensa cekung sehingga sekarang bayangannya jatuh tepat di retina mbak"

P :”Kenapa miopi bayangannya jatuh di depan retina? Coba diamati lensa matanya, dibandingkan lensa mata yang miopi dengan yang hipermetropi..”

R :”Oh Kalau yang hipermetropi dia lebih pipih dibanding yang miopi mbak”

P :”Iya.. oleh sebab itu bayangan pada penderita miopi jatuhnya di depan retina karena lensa matanya sulit untuk apa?”

R :”Memipih mbak.. oh makanya dia menggunakan lensa cekung ya mbak”

P :”Iya benar.. sekarang coba yang mata hipermetropi”

R :”Kalau yang ini kebalikannya mbak.. bayangannya jatuh di belakang retina karena lensa mata sulit untuk mencembung dan dapat ditangani dengan lensa positif atau lensa cembung”

P :”Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Bagus mbak.. mudah dipahami”

d. Lup

P :”Lup atau kaca pembesar.. apa fungsi dari lup?”

R :”Untuk memperbesar benda yang kecil mbak..”

P :”Ok, sekarang dimana objek harus diletakkan di depan lup agar mata dapat berakomodasi?”

R :”Tidak tahu mbak..”

P :”Kalau untuk mata tanpa akomodasi letak bendanya dimana?”

R :”Tidak tahu juga mbak”

P :”Kalau karakteristik dari bayangan yang terbentuk oleh lup untuk kasus mata berakomodasi dan tidak berakomodasi bagaimana?”

R :”Kalau tanpa akomodasi pokoknya bayangannya diperbesar mbak, kalau berakomodasi berarti kebalikannya mbak”

P :”Oh gitu oke sekarang coba diperlihatkan simulasinya ya”

(Siswa mengoperasikan simulasi)

R :”Wah bayangannya diperbesar mbak..”

P :”Iya ini yang berakomodasi atau tanpa akomodasi?”

R : "Yang tanpa akomodasi mbak.."

P : "Kenapa?"

R : "Karena diperbesar mbak.."

P : "Jadi ini simulasi lup untuk mata berakomodasi.. karena dia terbentuk bayangannya, kalau mata tanpa akomodasi dia tidak terbentuk bayangan"

R : "Oh gitu mbak.. habis aku masih bingung sama akomodasi dan tanpa akomodasi mbak.. berarti Kalau terbentuk bayangannya dia akomodasi kalau tidak terbentuk itu tanpa akomodasi ya mbak.."

P : "Iya benar.. Kalau bayangannya yang terbentuk bagaimana sifatnya?"

R : "Maya mbak.."

P : "Kenapa?"

R : "Karena terbentuk dari perpotongan sinar-sinar bias"

P : "Ok.. terus?"

R : "Tegak mbak, dan diperbesar"

P : "Kalau letak bendanya untuk mata berakomodasi diletakkan di mana?"

R : "Lebih kecil dari titik fokus lensa mbak"

P : "Ok sekarang kita ke lup untuk mata tanpa akomodasi"

R : "Wah tidak terbentuk bayangan mbak.. karena tanpa akomodasi ya mbak.."

P : "Iya benar.. berarti maknanya bagaimana?"

R : "Tetap seperti aslinya mbak"

P : "Iya tetap seperti benda aslinya tidak diperbesar atau di perkecil.."

R : "Mbak Kalau ini bendanya ada di titik fokus ya mbak"

P : "Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Bagus mbak.."

P : "Konsepnya sampai tidak?"

R :”Sampai kok mbak.. jadi bisa bedain mana yang akomodasi sama yang tidak berakomodasi”

## 5. Responden 5

### a. Cermin Cekung

P :”Bagaimanakah sifat bayangan jika objek ditempatkan di depan titik fokus cermin cekung?”

R :”Maya tegak diperbesar mbak”

P :”Ok.. sekarang apa yang anda ketahui tentang dalil esbach?”

R :”Belum belajar mbak.. yang kayak gimana mbak”

P :”Kok belum? Salah satunya menerangkan bahwa jumlah ruang bayangan dan ruang benda itu jumlahnya 5”

R :”Oh itu.. belajar mbak.. iya taunya hanya itu mbak ruang benda ditambah ruang bayangan itu jumlahnya 5”

P :”Lalu bagaimana cara menentukan sifat bayangan melalui dalil esbach?”

R :”Tidak tahu mbak.. “

P :”Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi ya.. silahkan dibuka simulasinya dan dioperasikan sesuai dengan petunjuk yang ada”

R :”oke mbak.. yang ini ya mbak”

(responden mencoba mengoperasikan simulasi)

P :”Iya coba diletakkan lasernya sehingga menjadi sinar-sinar istimewa untuk melukis bayangan pada cermin cekung”

R :”Mbak aku masih bingung sinar-sinar istimewanya mana yang dicermin mana yang dilensa mbak”

P :”Bingung gimananya dek?”

R :”Masih bingung mana yang dipantulkan mana yang dibiaskan itu mbak.. masih sering terbalik, gambarnya juga sering terbalik mbak”

P :”Kalau cermin memantul atau membias?”

R :”Membias mbak, eh kayaknya memantul deh ya mbak?”

P : "Iya kalau cermin dia memantul yang membias itu lensa"

R : "Oh gitu.. kalau memantu berarti kayak gini mbak sinarnya?" (sambil mengoprasikan simulasi meletakkan laser sebagai sinar istimewa pertama)

P : "Iya.. coba sinar istimewa satu lagi biar kita dapat letak bayangannya"

R : "Dapat mbak.. berarti kayak gini ya mbak?"

P : "Iya benar.. sekarang dimana letak bayangannya?"

R : "Di sini mbak.." (sambil menunjuk simulasi)

P : "Sifatnya bagaimana? Nyata atau maya?"

R : "Maya mbak.."

P : "Kenapa?"

R : "karena di cermin dan dapat dilihat oleh mata mbak"

P : "oke.. coba sekarang diamati, bayangannya terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul atau perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul?"

R : "dari perpanjangan mbak"

P : "iya.. kalo dari perpanjangan berarti maya apa nyata?"

R : "Tidak tahu mbak.. "

P : " kalau terbentuknya dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul berarti dia maya"

R : "oh gitu.. berarti ini maya karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul mbak"

P : "iya.. Kalau bendanya ada di ruang berapa? Bayangannya di ruang berapa?"

R : "Bendanya di ruang satu mbak.. bayangannya diruang empat.. wah jumlahnya bener lima mbak"

P : "Ok.. sifat yang lainnya dari bayangan yang terbentuk apa lagi?"

R : "Maya, tegak, diperbesar mbak.."



P :”Iya benar.. sebenarnya disini kita juga bisa melihat pembuktian dari dalil esbach bahwa ketika nomor ruang bayangan lebih besar dari nomor ruang benda maka bayangannya akan diperbesar.. coba diamati”

R :”Oh iya mbak nomor ruang bayangannya kan empat sedangkan nomor ruang bendanya satu.. wah keren”

P :”Ok.. bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Bagus mbak.. keren keren mbak”

P :”Konsepnya nyampe sampai tidak dek?”

R :”Sampai kok mbak.. jadi tau bagaimana dalil esbach sama jalannya sinar istimewa”

P :”Ok sekarang sudah bisa bedain mana yang pantu mana yang bias?”

R :”Sudah mbak.. Kalau cermin itu pantul Kalau lensa itu bias”

#### b. Lensa Cembung

P :”Ok sekarang lensa cembung.. bagaimana bayangan yang terbentuk pada lensa cembung untuk benda yang terletak di lebih besardari titik fokus kedua ( $2F_2$ ) lensa?”

R :”Nyata, terbalik, diperkecil”

P :”Ok, sama kayak tadi apa yang anda ketahui tentang dalil esbach?”

R :”Jumlah ruang bayangan dan ruang benda itu jumlahnya lima, sama jika nomor ruang benda lebih kecil dari nomor ruang bayangan maka bayangannya diperbesar”

P :”Wah Sudah paham yaa berarti.. coba sekarang kita buktikan pakai simulasi yaa, silahkan dibuka simulasinya dan dioperasikan sesuai petunjuk penggunaan yang ada”

R :”Ok mbak..”

(responden mengoperasikan simulasi)

R :”Waah.. Kalau ini membias ya mbak”

P :”Iya benar.. coba diamati”

R : "Ini bendanya di ruang tiga ya mbak, nanti bayangannya harusnya di ruang dua mbak.."

P : "Iya coba dibuktikan benar gak ada di ruang satu"

R : "Dapat mbak.. wah bener di ruang dua mbak"

P : "Oke.. sifat bayangannya bagaimana?"

R : "karena di belakang lensa jadi nyata mbak.."

P : "coba diamati lagi kenapa kok bisa bayangannya disebut nyata?"

R : "oh sama kayak tadi mbak.. karena terbentuk dari perpotongan langsung mbak.. bukan perpanjangan kayak yang cermin tadi"

P : "Iya benar.. sifat yang lain?"

R : "terbalik mbak.. sama diperkecil"

P : "Iya..coba perhatikan ruang bayangan sama bendanya ketika diperkecil"

R : "Ruang bendanya lebih besar mbak kan di ruang tiga.. Kalau ruang bayangannya di ruang dua berarti diperkecil, kebalikan dari yang tadi mbak"

P : "Iya benar..sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Keren mbak.. aku jadi paham"

P : "Sulit tiidak mengoprasikannya?"

R : "Tidak kok mbak.. bagus mbak"

### c. Mikroskop

P : "Mikroskop.. apa fungsi dari Mikroskop?"

R : "Fungsinya untuk melihat benda-benda yang berukuran sangat kecil mbak.."

P : "Ok, sekarang dimana letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif agar mata dapat berakomodasi?"

R : "Di lebih kecil dari titik fokus lensa okuler mbak.."

P : "Kalau untuk mata tanpa akomodasi letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektifnya dimana?"

R : "Dia di titik fokus lensa okuler mbak"

P :”Kalau karakteristik dari bayangan akhir yang terbentuk untuk kasus mata berakomodasi dan tidak berakomodasi bagaimana?”

R :”Kalau untuk mata berakomodasi bayangannya nyata, terbalik, diperbesar mbak.. kalau untuk mata tanpa akomodasi itu tidak terbentuk bayangan”

P :”Oh ok, sekarang coba diperlihatkan simulasinya ya”

(Siswa mengoperasikan simulasi)

R :”Ini untuk mata yang berakomodasi ya mbak?”

P :”Iya.. coba diperhatikan dimana letak bayangannya?”

R :”Yee.. benar mbak punyaku yang berakomodasi bayangannya di kurang dari kofus okuler”

P :”oke.. sekarang bagaimana karakteristiknya?”

R :”Nyata, terbalik, diperbesar mbak”

P :”Kenapa nyata?”

R :”Karena bayangannya bisa dilihat mbak”

P :”Ok.. coba diperhatikan terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias atau perpotongan langsung dari sinar-sinar bias?”

R :”Oh maya mbak.. karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias”

P :”Ini sinar-sinar istimewa yang digunakan apa saja?”

R :”Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan ke titik fokus sama sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan”

P :”Iya.. oke kita ganti ke simulasi mikroskop untuk mata tanpa akomodasi ya”

(siswa mengoperasikan simulasi)

R :”Kalau yang ini tidak ada bayangan akhirnya mbak..”

P :”Iya karena apa?”

R :”Karena dia tidak berakomodasi”

P :”Letak bayangannya lensa objektifnya dimana?”

R :”Betul mbak.. di titik fokus lensa okuler”

P :”Ok... nah kalau tidak ada bayangan yang terbentuk seperti ini maknanya apa?”

R :”Tidak ada bayangannya mbak”

P :”Kalau bayangan dia ada.. hanya saja bayangannya masih sama dengan benda aslinya tidak mengalami perbesaran atau pengecilan bayangan, masih sama seperti benda aslinya”

R :”Oh gitu.. makanya nanti tidak terlihat apa-apa ya mbak karena terlalu kecil”

P :”Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Bagus mbak”

P :”Bikin bingung tidak?”

R :”Tidak kok mbak.. paham”



### Lampiran 1.5 Transkrip Wawancara pada Tahap Kedua Pengujian Simulasi

Hari, Tanggal : Selasa, 16 April 2019

Subjek : 5 orang siswa kelas XI MIPA 5

Tempat : Kelas XI MIPA 5

Waktu : 09.45-17.00

Wawancara antara peneliti (P) dengan responden (R) yaitu lima orang siswa kelas XI MIPA 5 yang diminta untuk mengoperasikan simulasi secara acak.

#### 1. Responden 1

##### a. Cermin Cekung

P :”Bagaimanakah sifat bayangan jika objek ditempatkan di antara titik fokus dan pusat kelengkungan cermin cekung?”

R :”Nyata, tegak, tak terhingga mbak”

P :”Ok.. selanjutnya apa yang anda ketahui tentang dalil esbach?”

R :”Jumlah ruang benda dan ruang bayangan sama dengan lima mbak”

P :”Lalu bagaimana cara menentukan sifat bayangan melalui dalil esbach?”

R :”Ditentukan berdasarkan ruangnya mbak”

P :”Ruang bayangan atau ruang benda?”

R :”Tidak tahu mbak kurang paham”

P :”Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi ya.. silahkan dibuka simulasinya dan dioperasikan sesuai dengan petunjuk yang ada”

R :”oke mbak.. yang ini ya mbak”

(responden mencoba mengoperasikan simulasi)

P :”Iya coba diletakkan lasernya sehingga menjadi sinar-sinar istimewa untuk melukis bayangan pada cermin cekung”

R :”Ini mbak sudah”

P :”iya menggunakan sinar istimewa yang mana saja ini?”

R : "Yang sinar datang sejajar sumbu utama akan dipantulkan ke titik fokus dan sinar yang melalui titik fokus akan dipantulkan sejajar sumbu utama"

P : "Iya.. sekarang dimana letak bayangannya?"

R : "Di sini mbak.. (sambil menunjuk simulasi) yah jawaban saya salah mbak.. saya jawabnya di tak terhingga bayangannya"

P : "Yang benar di mana?"

R : "Ini di ruang dua mbak.."

P : "Iya.. sekarang bagaimana sifat bayangan yang terbentuk?"

R : "Nyata, terbalik dan diperbesar mbak"

P : "Kenapa nyata?"

R : "Bisa dilihat oleh mata mbak"

P : "coba diamati lagi simulasinya.. bayangannya terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul atau dari perpotongan perpanjangan sinar pantul?"

R : "Dari perpotongan langsung sinar pantul mbak"

P : "Iya.. kalau terbentuk dari perpotongan langsung sinar pantul berarti maya atau nyata?"

R : "Tidak tahu mbak.. tahunya kalau maya tidak dapat dilihat mata kalau nyata bisa dilihat mata mbak"

P : "Ok.. jadi kalau dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul maka sifat bayangannya maya, tapi kalau dia terbentuk dari perpotongan langsung dari sinar-sinar pantul maka bayangannya bersifat nyata.. berarti sifat bayangannya apa?"

R : "oh.. ini berarti sifat bayangannya nyata mbak"

P : "Kenapa?"

R : "Karena terbentuk dari perpotongan langsung dari sinar-sinar pantul"

P : "Iya benar.. sekarang coba dilihat apakah jumlah ruang bayangan dan ruang benda berjumlah lima?"

R : "Bendanya di ruang dua bayangannya di ruang tiga, jadi jumlahnya benar lima mbak sesuai dengan dalil esbach"

P : "Iya benar.. sekarang coba diamati ruangnya.. tadi kan bayangannya di perbesar yaa"

R : "Iya mbak.. ini ruang benda di ruang dua sedangkan ruang bayangannya di ruang tiga mbak"

P : "Ok.. sekarang lebih besar mana ruang benda atau ruang bayangan?"

R : "Ruang bayangan mbak"

P : "Iya.. nah sebenarnya kita dapat menentukan sifat bayangan dari dalil esbach dengan melihat ruang benda dan ruang bayangannya. Jika ruang benda lebih kecil dari ruang bayangan maka bayangan akan diperbesar dan juga sebaliknya"

R : "Oh gitu.. makanya ini diperbesar ya mbak karena ruang bendanya lebih kecil daripada ruang bayangan"

P : "Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya"

R : "Bagus mbak.."

P : "konsepnya dapat dipahami tidak?"

R : "paham mbak"

#### b. Pemantulan Sempurna

P : "Apa yang anda ketahui tentang pemantulan sempurna?"

R : "Pemantulan sempurna terjadi ketika cahaya yang dipantulkan lurus tidak terhalang oleh sesuatu sesuai dengan wujud benda aslinya"

P : "Oh gitu, kalau pemantulan sempurna dapat terjadi tidak kalau cahayanya datang dari medium renggang ke medium rapat?"

R : "Tidak terjadi mbak"

P : "Lalu apa yang akan terjadi ketika sudut datang lebih besar dari sudut kritis?"

R : "Akan menjauhi garis normal mbak.."

P : "Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi ya.. silahkan dibuka simulasinya dan dioperasikan sesuai dengan petunjuk yang ada"

R : "Ok mbak.. yang ini ya mbak"

(responden mencoba mengoperasikan simulasi)

P : "Bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Pemantulan sempurna itu yang seperti apa mbak"

R : "Ok coba simulasinya di *pause* dulu"

P : "Nah dari peristiwa ini apa yang bisa diamati?"

R : "Sinarnya memantul semua mbak.. ini yang dinamakan pemantulan sempurna mbak?"

P : "iya.. coba diamati ada sinar biasanya tidak?"

R : "Tidak ada mbak semuanya dipantulkan"

P : "Nah.. inilah yang dinamakan pemantulan sempurna, coba apa itu pemantulan sempurna?"

R : "Pemantulan sepura itu ketika cahaya yang datang akan dipantulkan semuanya tanpa ada yang dibiaskan"

P : "Iya benar.. sekarang apakah pemantulan sempurna dapat terjadi ketika sinar datang dari medium renggang ke medium rapat?"

(responden mengamati simulasi)

R : "Tidak akan terjadi mbak"

P : "Yakin? Coba yang atas diganti mediumnya menggunakan berlian?"

(responden mengoperasikan dan mngamati simulasi)

R : "Terjadi mbak.. tapi tetap cahayanya harus datang dari medium yang rapat ke medium yang renggang mbak"

P : "kalau semakin rapat indeks biasanya mengecil atau membesar?"

R : "membesar mbak.. ini lebih besar berlian indeks biasanya dibandingkan air"

P : "Iya benar itulah syarat terjadinya pemantulan sempurna yang pertama.. selanjutnya apa yang akan terjadi ketika sudut datang lebih besar dari sudut kritis?"

R : "Mbak sudut kritis itu yang mana mbak?"



P :”sudut kritis itu sudut ketika cahaya bias tept mengenai permukaan sebuah medium, coba sekarang dari simulasi ini sudut kritisnya yang mana?”

(responden mengamati simulasi)

R :”Oh yang ini mbak.. waktu dia menyentuh permukaan berlian mbak”

P :”iya.. lalu apa yang terjadi jika sudut datangnya lebih besar dari sudut kritis?”

R :”Pemantulan sempurna mbak, seperti ini” (sambil menunjuk simulasi)

P :”Iya benar.. kalau lebih kecil dari sudut kritis terjadi pemantulan sempurna tidak?”

R :”tidak terjadi mbak”

P :”Ok.. jadi apa saja syarat terjadinya pemantulan sempurna?”

R :”yang pertama itu yang tadi mbak harus dari medium rapat ke medium renggang dari indeks bias yang besar ke yang kecil sama satu lagi harus lebih besar dari sudut kritis sudut datangnya”

P :”Iya.. sekarang bagaimana komentar untk simulasinya?”

R :”Bagus mbak.. mudah dipahami”

### c. Mikroskop

P :”Mikroskop.. apa fungsi dari Mikroskop?”

R :”Fungsinya untuk melihat benda yang sangat kecil yang tidk bisa dilihat dengan mata telanjang mbak..”

P :”Ok, sekarang dimana letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif agar mata dapat berakomodasi?”

R :”Di titik fokus lensa okuler mbak..”

P :”Kalau untuk mata tanpa akomodasi letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektifnya dimana?

R :”Dia di lebih besar dari titik fokus lensa okuler mbak”

P :”Kalau karakteristik dari bayangan akhir yang terbentuk untuk kasus mata berakomodasi dan tidak berakomodasi bagaimana?”

R :”Kalau untuk mata berakomodasi bayanganya maya, terbalik, diperbesar mbak.. kalau untuk mata tanpa akomodasi itu maya, terbalik, diperkecil”

P :”Oh ok, sekarang coba diperhartikan simulasinya ya”

(siswa mengoperasikan simulasi)

P :”Ini simulasi mikroskop untuk mata berakomodasi coba diperhatikan dimana letak bayangannya?”

R :”kurang dari titik fokus lensa okuler mbak”

P :”Iya.. kalau karakteristik bayangan akhir yang dibentuk oleh mikroskop untuk mata berakomodasi seperti apa?”

R :”Terbalik, diperbesar, sama maya mbak”

P :”Kenapa maya?”

R :”karena dia terbentuk dari perpanjangan sinar bias mbak”

P :”Iya.. sinar-sinar istimewa apa saja yang digunakan dalam pembentukan bayangan oleh mikroskop pada simulasi ini?”

R :” Sinar datang sejajar sunbu utama dibiaskan ke titik fokus sama sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan”

(siswa mengoperasikan simulasi mikroskop tanpa akomodasi)

P :” sekarang dimana letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif pada mata tanpa akomodasi?”

R :”tepat di titik fokus lensa okuler mbak..”

P :”Iya benar.. bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Bagus mbak.. saya jadi paham juga”

P :”Konsepnya sampai berarti ya?”

R :”Iya mbak..”

## **2. Responden 2**

### **a. Hukum Pembiasan**

P :”Apa yang anda ketahui tentang hukum pembiasan?”

R : "Hukum yang menjelaskan tentang arah cahaya yang datang dapat dibelokkan dengan keadaan tertentu, sinar datang yang melewati medium akan dibelokkan dengan sudut tertentu yang disebut sudut bias"

P : "Ok.. apa yang terjadi pada cahaya ketika bergerak dari medium rapat ke medium renggang?"

R : "Menjauhi garis normal mbak"

P : "Kalau cahayanya datang dari medium renggang ke rapat?"

R : "Akan mendekati garis normal"

P : "Kalau hubungan antara sudut datang dan sudut bias pada peristiwa pembiasan bagaimana?"

R : "waduh.. hubungannya apa ya mbak.. Sebanding kali ya mbak"

P : "Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi yaa.. silahkan dibuka simulasi untuk hukum pembiasan cahaya dan dioperasikan sesuai petunjuk penggunaan simulasi lalu diamati ya"

R : "Iya mbak"

(responden mengoperasikan simulasi)

R : "Ini mediumnya air sama udara ya mbak?"

P : "Iya coba diamati bagaimana cahaya biasanya"

R : "Kalau cahayanya datang dari renggang yaitu udara ke rapat yaitu air maka akan dibelokkan mendekati garis normal dan sebaliknya kalau datang dari rapat ke renggang akan menjauhi garis normal"

P : "Iya.. sekarang bagaimana hubungan antara sudut datang dan sudut bias?"

R : "wah benar sebanding mbak.. itu sekita sudut datangnya besar maka sudut biasanya juga membesar"

P : "Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Bagus, Bagus mbak"

P : "Konsepnya bisa dipahami tidak?"

R : "Bisa dong mbak"

b. Mata

P : "Miopi.. Miopi itu rabun apa?"

R : "Rabun jauh"

P : "dimana letak jatuhnya bayangan untuk mata miopi?"

R : "Bayangannya jatuh di belakang retina mbak"

P : "Kenapa bisa begitu?"

R : "Karena matanya sudah rabun mbak"

P : "Kalau penanganan untuk mata miopi bagaimana? R : "Menggunakan lensa cekung"

P : "Iya.. kalau mata hipermetropi bayangannya jatuh dimana?"

R : "Kalau hipermetropi bayangannya jatuh di depan retina mbak"

P : "Kenapa?"

R : "Sama seperti tadi mbak karena matanya sudah rabun tidak normal lagi mbak"

P : " Kalau penanganan untuk mata hipermetropi bagaimana?"

R : "Menggunakan lensa cembung.."

P : "Ok.. sekarang coba kita buktikan lewat simulasi ya.. silahkan dibuka dan diamati simulasinya"

R : "Ini yang miopi.. eh dia jatuh di depan retina mbak. Terus diatasi dengan lensa cekung sehingga sekarang bayangannya jatuh tepat di retina mbak"

P : "Kenapa miopi bayangannya jatuh di depan retina? Coba diamati lensa matanya, dibandingkan lensa mata yang miopi dengan yang hipermetropi.."

R : "Kalau yang miopi dia terlalu cembung mbak, Kalau yang hipermetropi dia terlalu pipih"

P : "Iya.. oleh sebab itu bayangan pada penderita miopi jatuhnya di depan retina karena lensa matanya sulit untuk apa?"

R : "Sulit untuk memipih mbak makanya dia diobati dengan menggunakan lensa cekung ya mbak"

P : "Iya benar.. sekarang coba yang mata hipermetropi"

R :”Kalau yang hipermetropi kebalikan dari yang miopi mbak.. bayangannya jatuh di belakang retina karena lensa mata terlalu pipih dan sulit untuk mencembung oleh karena itu ditangani dengan lensa positif atau lensa cembung”

P :”Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Bagus mbak.. mudah dipahami”

### c. Lup

P :”Lup atau kaca pembesar.. apa fungsi dari lup?”

R :”Untuk memperbesar benda yang kecil mbak biar dilihatnya jelas”

P :”Ok, sekarang dimana objek harus diletakkan di depan lup agar mata dapat berakomodasi?”

R :”Di titik fokus mbak”

P :”Kalau untuk mata tanpa akomodasi letak bendanya dimana?”

R :”Melebihi titik fokus”

P :”Kalau karakteristik dari bayangan yang terbentuk oleh lup untuk kasus mata berakomodasi dan tidak berakomodasi bagaimana?”

R :”Kalau tanpa akomodasi bayangannya nyata, tegak, diperkecil kalau berakomodasi berarti bayangannya maya, terbalik, diperkecil

P :”Oh gitu oke sekarang coba diperlihatkan simulasinya ya”

(siswa mengoperasikan simulasi)

R :”Wah dia tidak ada bayangannya mba..”

P :”Iya, kalau tidak terbentuk bayangan berarti berakomodasi atau tanpa akomodasi?”

R :”Tanpa akomodasi mbak”

P :”Kenapa?”

R :”Karena dia tidak terbentuk bayangannya”

P :”Iya, sekarang coba perhatikan dimana letak bendanya?”

R :”Di titik fokus mbak”

P : "Ok.. sekarang untuk mata berakomodasi ya"

(siswa mengoperasikan simulasi)

R : "Nah kalau ini terbentuk bayangan mbak.. berarti berakomodasi ya mbak"

P : "Iya, dimana letak bendanya?"

R : "Lebih kecil dari titik fokus mbak"

P : "Iya, kalau karakteristik bayangan yang dibentuk oleh sebuah lup bagaimana?"

R : "Diperbesar jadi gede gitu mbak, terus tegak mbak sama nyata"

P : "Kenapa nyata?"

R : "Karena bisa dilihat oleh mata mbak"

P : "Coba diperhatikan lagi dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar bias atau perpotongan dari perpanjangan sinar-sinar bias?"

R : "Dari perpanjangan mbak"

P : "Iya kalau perpanjangan berarti dia sifatnya nyata atau maya?"

R : "Saya tidak tahu mbak"

P : "Ok, jadi kalau bayangannya terbentuk dari perpanjangan sinar-sinar bias itu sifatnya maya"

R : "Oh ini maya berarti mbak.. kalau nyata dari perpotongan langsung sinar bias mbak?"

P : "iya benar.."

R : "Berarti ini karakteristik bayangannya maya, tegak, dan diperbesar mbak"

P : "Iya benar.. komentar untuk simulasinya bagaimana? Bikin bingung tidak?"

R : "Tidak mbak.. sudah jelas"

### **3. Responden 3**

#### **a. Hukum Pemantulan**

P : "Apa yang anda ketahui tentang hukum pemantulan?"

R : "hukum pemntulan itu aturan yang mengatur soal cara kerja pemantulan cahaya pada lensa mbak"

P : "Bagaimana hubungan antara sudut datang dan sudut pantul pada peristiwa pemantulan cahaya?"

R : "Sama antara sudut datang dan sudut pantul besarnya sama"

P : "Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk hukum pemantulan.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoprasikan dan mengamati simuasi)

P : "Jadi bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Wah sama mbak.. sudut datang dan sudut pantulnya sama besar"

P : "Ok.. jadi hubungan antara sudut datang dan sudut pantul itu bagaimana?"

R : "Sama mbak.."

P : "Nah itulah yang dinamakan hukum pemantulan"

R : "Oh hukum pemantulan itu yang menjelaskan bahwa sudut datang sama dengan sudut pantul.. sudah begitu saja mbak?"

P : "iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Bagus mbak jelas"

#### b. Pemantulan Teratur dan Pemantulan Baur

P : " Apa perbedaan penatulan teratur dan pemantulan baur?"

R : "Pemantulan teratur itu pemantulan yang tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan terpantul sempurna sedangkan pemantulan baur adalah pemantulan yang dipengaruhi oleh lingkungan sehingga hasil pantulnya tidak sama.. ini saya tidak paham sama sekali mbak"

P : "Ok.. sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk pemantulan baur sama teraturnya yaa.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

P : "Jadi bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Oh.. yang ini teratur mbak kalau yang ini yang baur, kalau pemantulan teratur itu terjadi ketika cahaya mengenai permukaan yang rata mbak Kalau pemantulan baur itu terjadi ketika cahaya mengenai permukaan yang bergelombang atau tidak rata"

P : "Iya benar.. sudah paham sekarang perbedaannya?"

R : "Paham mbak.. simulasinya bagus mbak"

### c. Fokus Cermin

P : "Bagaimana cara mencari titik fokus dari sebuah cermin?"

R : "Titik fokus dapat diketahui dengan cara mngetahui diameter cermin cembung atau cermin cekung tersebut mbak"

P : "Kalau diameternya tidak diketahui bagaimana?"

R : "Setahu saya kan fokus itu setengah dari jari-jarinya mbak.. kalau diameternya tidak diketahui tidak tahu bagaimana menentukan fokusnya"

P : "Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk titik fokus cermin yaa.. silahkan dioperasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi.."

R : "Ok mbak.. yang ini mbak" (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

R : "Oh jadi cara menentukannya dengan menembakkan laser sejajar sumbu utama mbak, yang satu di atas satunya lagi di bawah gitu mbak?"

P : "Iya coba saja dioperasikan"

R : "Ketemu mbak.. titik fokusnya di sini mbak di depan cermin"

P : "Iya.. nah bagaimna sifat titik fokusnya? positif apa negatif?"

R : "Waduh aku gak tahu mbak"

P : "Coba diamati dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul apa perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul?"



R :”Perpotongan langsung sinar pantul mbak”

P :”iya.. nah kalau terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul maka sifat fokusnya itu nyata dan bernilai positif”

R :”Oh berarti ini fokusnya nyata dan nilainya positif ya mbak..”

P :”Iya benar”

R :”Kalau yang maya berarti nilainya negatif ya mbak?”

P :”iya..”

R :”Yang maya dan bernilai negatif itu seperti apa mbak?”

P :”Ok.. untuk yang maya dan bernilai negatif silahkan dibuka simulasi untuk titik fokus cermin cembungnya

(responden membuka simulasi dan mencoba mengoperasikan simulasi)

R :”Cara mencari titik fokusnya sama mbak dengan menembakkan sinar-sinar sejajar sumbu utama?”

P :”Iya coba dioperasikan lalu diamati”

R :”Wah kalau yang ini menyebar mbak tidak berpotongan”

P :”Iya.. karena dia menyebar kita gunakan laser bantuan itu yang berukuran lebih kecil, laser itu diibaratkan sebagai perpanjangan dari sinar pantul biasanya kalau di papan tulis digambarkan dengan garis putus-putus”

R :”Oh gitu, berarti seperti ini ya mbak” (sambil mengoperasikan simulasi)

P :”Iya benar.. dimana titik fokusnya?”

R :”Di belakang cermin mbak”

P :”bagaimana sifat titik fokusnya? Positif apa negatif fokusnya?”

R :”Negatif mbak.. berarti fokusnya maya mbak”

P :”Kenapa maya?”

R :”Karena dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar pantul mbak..”

P :”Iya makanya dia maya dan bernilai negatif.. sekarang sifat dari cermin cembung bagaimana?”

R :”Kalau cermin cembung itu dia menyebarkan cahaya mbak”

P :”Kalau cermin cekung?”

R :”Kalau cermin cekung itu mengumpulkan cahaya mbak”

P :”Iya benar..”

R :”Mbak kalau misalkan lasernya di rotasikan tidak sejajar sumbu utama itu bisa ketemu tidak mbak titik fokusnya?”

P :”Iya coba dicoba aja lasernya dirotasikan ketemu tidak fokusnya?”

(responden mengoperasikan simulasi)

R :”Seperti ini mbak.. tidak berpotongan mbak sinar-sinar pantulnya, berarti tidak bisa ya mbak harus sejajar sumbu utama?”

P :”Iya dia harus sejajar dengan sumbu utama, sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Jelas mbak bikin paham”

P :”sulit tidak merotasikan lasernya?”

R :”Tidak kok mbak mudah”

#### d. Fokus Lensa

P :”Bagaimana cara menentukan titik fokus dari sebuah lensa cembung?”

R :”Dengan mengetahui apakah lensa tersebut *convex* atau *koncave* dan mengetahui dioptri lensanya mbak”

P :”Kalau tidak diketahui berapa dioptri lensanya bagaimana?”

R :”Tidak tahu mbak.. Kalau lensa sama juga kayak cermin tadi mbak dengan menembakkan laser sejajar sumbu utamanya?”

P :”Tidak tahu.. coba dibuka simulasinya dioperasikan dan diamati ya”

(Responden mengoperasikan dan mengamati simulasi)

R :”Wah titik fokusnya di belakang lensa ini mbak”

P :”Iya, bagaimana sifat dari titik fokusnya? positif apa negatif?”

R :”Sifat fokusnya nyata mbak dan bernilai positif mbak..”

P : "Kenapa nyata dan positif?"

R : "Karena dibentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar biasanya mbak"

P : "iya benar"

R : "Berati kalau yang cekung dia maya dan bernilai negatif ya mbak"

P : "Tidak tahu.. coba saja dibuka dan dioprasikan untuk lensa cekung bagaimana titik fokusnya"

(responden membuka dan mengoprasikan simulasi)

R : "Wah ini sama seperti cermin cembung menyebarkan sinar mbak, makanya nanti harus menggunakan laser bantuan ini kan yang mbak kecil sebagai perpanjangan sinar biasanya?"

P : "Iya dicoba saja"

R : "Nah kan dapat mbak.. fokusnya di depan lensa kalau yang ini mbak"

P : "Fokusnya maya atau nyata? Positif atau negatif fokusnya"

R : "Fokusnya bersifay maya dan nilainya negatif mbak.."

P : "kenapa?"

R : "Karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias mbak"

P : "Kalau sifat lensa cekung dan lensa cembung bagaimana?"

R : "Kalau lensa cekung sifatnya menyebarkan sinar kalau lensa cembung mengumpulkan sinar mbak"

P : "Iya benar sekali.. kalau komentar untuk simulasinya bagaimana?"

R : "Bagus mbak.. sudah jelas"

#### e. Cermin Cembung

P : "Bagaimana sifat bayangan yang dibentuk dari cermin cembung?"

R : "Nyata, terbalik, diperkecil"

P : "kalau sinar-sinar istimewa pada cermin cembung apa aja?"

R : "Sinar datang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan seolah-olah melalui titik fokus, sinar datang melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu utama,

dan sinar datang melalui titik pusat kelengkungan cermin dipantulkan kembali”

P :”Iya.. sekarang coba dibuka simulasinya, dalam melukiskan bayangan kita gunakan minimal dua sinar istimewa”

(responden mencoba mengoperasikan simulasi)

R :”Menyebar mbak.. ini nanti menggunakan perpanjangan ya mbak dengan laser kecil ini”

P :”Iya coba dioperasikan saja”

R :”Nah kan jadi.. bayangannya di sini nanti” (sambil menunjukkan simulasi)

P :”Bagaimana sifat bayangannya”

R :”Maya, tegak, diperkecil mbak”

P :”Iya, kenapa maya?”

R :”karena bayangannya ada di belakang cermin mbak”

P :”Iya coba sekarang diamati lagi bayangannya terbentuk dari perpotongan langsung atau perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul?”

R :” Dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul mbak”

P :”iya.. kalau terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul berarti maya atau nyata?”

R :”oh.. sama seperti simulasi sebelumnya ya mbak.. karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul mbak makanya bayangannya bersifat maya”

P :”Ok.. bagaimana komentar untuk simulasinya?”

R :”Seru mbak..”

P :”Susah tidak mengoperasikannya?”

R : "Tidak mbak, awal-awal mungkin masih kaku tapi Kalau sudah menggunakan gampang kok mbak.. paling karena tidak bisa langsung otomatis mbak misal mau pindahkan bendanya harus klik tombol ini dulu baru bisa pindahkan bendanya, terus mau rotasi klik dulu mau pindahkan harus klik tombol pindah lagi, jadi tidak otomatis ganti sendiri mbak"

P : "Kalau konsepnya bagaimana sampai tidak?"

R : "Sampai kok mba jadi lebih paham konsepnya menggunakan aplikasi ini, jadi tau bedanya maya sama nyata itu seperti apa"

P : "Sebelumnya membedakan maya sama nyata bagaimana?"

R : "Kalau maya itu gak bisa dilihat dan di depan cermin mbak kalau nyata bisa dilihat dan di belakang cermin"

P : "Kalau sekarang bagaimana pengertian maya dan nyata?"

R : "Kalau maya itu terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar istimewa kalau nyata terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar istimewa mbak"

P : "Ok.. sudah bisa dipahami berarti yaa?"

R : "Sudah mbak"

#### **4. Responden 4**

##### **a. Indeks Bias**

P : "Apa yang anda ketahui tentang indeks bias?"

R : "Indeks bias mempengaruhi bentuk, panjang, sudut dan lain-lain dari cahaya ketika melewati suatu bidang misalnya dari udara ke air"

P : "Jadi indeks bias itu adalah perbandingan laju cahaya ketika di ruang hampa dengan kecepatan cahaya ketika melewati sebuah medium"

R : "Oh gitu.. memang beda-beda mbak kecepatannya?"

P : "Iya, nanti kita lihat di simulasinya ya"

R : "Ok mbak"

P :”Ok, sekarang kalau pengaruh indeks bias terhadap sudut bias bagaimana?”

R :”berpengaruh mbak.. seperti pada hukum snellius yang  $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$  “

P :”Jadi bagaimana hubungannya antara indeks bias dengan sudut bias?”

R :”sebanding mbak berbanding lurus”

P :”Sekarang bagaimana hubungan antara indeks bias terhadap kecepatan cahaya yang melewatinya?”

R :”Semakin besar indeks bias maka cahaya akan semakin lambat mbak”

P :”Ok.. sekarang silahkan dibuka simulasi untuk indeks biasnya, silahkan dioperasikan dan diamati yaa”

R :”Ok mbak”

(responden mengoperasikan simulasi)

P :”Bagaimana hasil pengamatannya?”

R :”Ini dari udara ke kaca mbak.. udara kan indeks biasnya 1 kalau kaca 1,5 sudutnya semakin kecil di kaca mbak dibanding di udara”

P :”Coba bahannya diganti lagi”

(responden mengganti medium kaca dengan berlian)

R :”Kalau sama berlian malah semakin kecil mbak dibanding menggunakan kaca tadi”

(responden mengganti medium berlian dengan alkohol)

R :”Yang ini malah besar mbak dibandingkan yang berlian”

P :”Iya jadi dari ketiganya yang mana yang paling kecil sudut biasnya?”

R :”Yang berlian mbak”

P :”Kenapa?”

R :”Karena indeks bias berlian yang paling besar”

P :”Iya jadi bagaimana pengaruhnya?”

R : "Jika indeks biasnya semakin besar maka sudut biasnya akan semakin kecil mbak"

P : "Sekarang bagaimana hubungannya dengan kecepatan cahaya?"

(responden mengganti medium alkohol dengan medium berlian)

R : "Kalau kecepatan cahayanya yang di udara yang lebih cepat mbak yang di berlian yang lambat.. coba diganti ya mbak jangan udara"

P : "Iya tidak apa-apa diganti saja lalu diamati"

(responden mengganti udara dengan kaca)

R : "Wah sama-sama padat tapi tetap yang berlian yang lebih lambat mbak"

P : "Kenapa bisa begitu?"

R : "Karena ini mbak indeks bias berlian kan lebih besar dibandingkan kaca makanya lebih cepat di kaca dan lambat di berlian"

P : "Kalau indeks biasnya besar menunjukkan medium itu semakin rapat atau semakin renggang?"

R : "Indeks bias besar berarti semakin rapat mbak kalau kecil renggang"

P : "Jadi bagaimana hubungannya?"

R : "Oh saya tahu mbak.. kalau indeks biasnya besar berarti mediumnya semakin rapat jadi cahayanya lambat kalau melewati medium yang indeks biasnya kecil berarti mediumnya lebih renggang makanya lebih cepat"

P : "Iya benar"

R : "Makanya yang tadi juga semakin kecil ya mbak sudutnya karena semakin rapat mediumnya"

P : "Iya.. sekarang bagaimana komentarnya untuk simulasi ini?"

R : "Bagus mbak.. jelas materinya"

#### b. Cermin Datar

P : "Bagaimana sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin datar?"

R : "Tegak, terbalik, maya mbak"

P : "Bagaimanakah perbedaan bayangan nyata dan bayangan maya?"

R :”Kalau yang nyata tidak jelas mbak gelap seperti bayangan kalau yang maya itu jelas seperti bendanya”

P :”Ok, sekarang silahkan dibuka simulasinya untuk cermin datar.. silahkan dioprasikan sesuai dengan petunjuk penggunaannya dan diamati apa yang terjadi yaa..”

R :”Ok mbak.. yang ini mbak” (sambil membuka simulasi)

(Responden mengoprasikan dan mengamati simuasi)

P :”Jadi bagaimana hasil pengamatannya?”

R :”Memantul mbak”

P :”iya untuk membentuk bayangannya kita gunakan laser bantuan yang berukuran kecil sebagai perpanjangan dari sinar pantul, kalau di buku biasanya digambarkan dengan garis putus-putus”

R :”Oh iya mbak berarti kayak gini mbak”

(responden mengoprasikan simulasi)

R :”Ini mbak bayangannya di sini di belakang cermin”

P :”Iya bagaimana sifat bayangannya?”

R :”Jaraknya sama kayak benda, tingginya juga sama, dan maya mbak”

P :”Kenapa maya?”

R :”Karena terlihat jelas mbak seperti benda aslinya”

P :”Coba diamati simulasinya bayangannya terbentuk dari sinar-sinar apa?”

R :”Dari perpanjangan sinar-sinar pantul mbak”

P :”Iya.. kalau bayangannya terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul dia sifatnya maya atau nyata?”

R :”apa ya mbak.. Maya kali mbak”

P :”Iya maya.. jadi kalau bayangannya terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar pantul dia bersifat maya tapi kalau bayangaannya terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul maka sifatnya nyata”



R : "Oh ini maya berarti mbak.. kalau yang terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar pantul itu seperti apa mbak?"

P : "Iya nanti kita lihat di simulasi berikutnya ya.. komentarnya dulu untuk simulasi ini bagaimana?"

R : "Bagus mbak.."

P : "Konsepnya sampai tidak?"

R : "Sampai mbak.. saya jadi tahu mana yang maya sekarang"

### c. Lensa Cembung

P : "Sekarang lensa cembung yaa.. bagaimana bayangan yang terbentuk pada lensa cembung untuk benda yang terletak di antara titik fokus kedua ( $2F_2$ ) dan fokus pertama ( $F_2$ ) lensa?"

R : "Nyata, terbalik, diperbesar"

P : "Lanjut.. sekarang apa yang anda ketahui tentang dalil esbach?"

R : "Terdapat 5 ruang atau letak di dalam lensa"

P : "Lalu bagaimana cara menentukan sifat bayangan dengan dalil esbach?"

R : "Waduh kalau itu mah hafalam mbak.. saya tidak hafal"

P : "coba sekarang kita buktikan pakai simulasi yaa, silahkan dibuka simulasinya dan dioperasikan sesuai petunjuk penggunaan yang ada"

R : "Ok mbak.."

(responden mengoperasikan simulasi)

R : "Mbak lasernya diletakkan dimana?"

P : "Diposisikan seperti sinar-sinar istimewa dek.. coba sinar-sinar istimewa untuk lensa apa saja?"

R : "Waduh saya lupa mbak.. pokoknya seperti ini mbak"

(responden menggambar di buku)

P : "Bisa menjelaskan tidak sinar-sinar ini?"

R : "Saya ingatnya hanya yang ini mbak sinar datang menuju pusat lensa akan diteruskan.. yang ini sinar datang sejajar akan dibiaskan ke titik fokus satunya lupa mbak pokoknya dari titik fokus nanti lurus"

P : "Iya satunya kebalikan dari yang tadi sinar datang dari titik fokus akan dibiaskan sejajar sumbu utama"

R : "Oh gitu mbak.. jadi kayak gini mbak" (sambil menggambar)

P : "Iya, sekarang coba dioperasikan simulasinya sesuai dengan sinar istimewa tersebut"

(responden mengoperasikan simulasi)

R : "Ini mbak jadi.. bayangannya di belakang lensa cembung" (sambil menunjukkan simulasi)

P : "Iya bagaimana sifat bayangan yang terbentuk?"

R : "Terbalik, diperbesar, nyata mbak"

P : "Kenapa nyata?"

R : "Kalau pada lensa nyata itu karena di belakang lensa mbak"

P : "coba diamati lagi.. bayangannya terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar bias atau perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias?"

R : "oh iya sama seperti pada cermin ya mbak.. karena perpotongan langsung dari sinar biasnya maka sifatnya nyata mbak"

P : "Iya benar.. sekarang tentang dalil esbach coba diamati ruang benda dan bayangannya"

R : "Ini bendanya ada di ruang dua mbak.. bayangannya ada di ruang tiga"

P : "iya jika dijumlahkan ruang benda dan bayangannya jumlahnya berapa?"

R : "Lima mbak.. "

P : "Iya itulah salah satu yang ada dalam dalil esbach bahwa penjumlahan ruang benda dan bayangan itu berjumlah lima"

R : "Oh gitu mbak.. saya taunya ruang benda itu ada empat ruang bayangan juga ada empat, tidak tahu kalau dijumlahkan hasilnya lima.. itu selalu mbak hasilnya lima?"

P :”Iya jumlahnya selalu lima.. kalau tidak percaya silahkan dibuktikan saja lewat simulasi”

R :”Ok mbak saya coba ya mbak”

(responden mengoprasikan simulasi)

R :”Ini bendanya di ruang tiga bayangannya di ruang dua.. wah iya mbak jumlahnya lima”

P :”Kalau seperti itu bagaimana sifat bayangannya?”

R :”Nyata, terbalik, diperkecil mbak”

P :”Iya coba di perhatikan untuk bayangan yang diperkecil ruang benda dan bayangannya ada di ruang berapa?”

R :”Bendanya ruang tiga bayangannya ruang dua”

P :”Lebih besar ruang benda atau ruang bayangan?”

R :”Ruang benda mbak”

P :”Nah coba diamati kalau nomor ruang benda lebih besar dari ruang bayangan maka bayangannya akan diperkecil”

R :”Oh gitu mbak.. oiya yang tadi diperbesar karena nomor ruang bayangannya lebih besar ya mbak dibanding ruang benda?”

P :”Iya benar..”

R :”Coab bendanya di ruang satu ya mbak”

P :”Iya dicoba-coba aja tidak apa-apa”

(responden mengoprasikan simulasi)

R :”Mbak kalau gini kan tidak terbentuk berarti nanti menggunakan perpanjangan ya mbak?”

P :”Iya coba digunakan”

R :”Sudah terbentuk mbak dari perpanjangan sinar bias”

P :”Bagaimana sifatnya? Nomor ruang dan bayangannya bagaimana?”

R :”Bendanya di ruang satu bayangannya di ruang empat benar jumlahnya lima mbak.. sifatnya maya, tegak, diperbesar mbak”

P :”Kenapa maya?”

R :”Karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar bias mbak”

P :”Iya dia di perbesar berarti bagaimana nomor ruangnya?”

R :”Oh iya ruang bayangannya lebih besar dari ruang bendanya mbak”

P :”Iya benar.. sekarang bagaimna komentarnya tentang simulasi ini?”

R :”Keren mbak.. saya jadi lebih paham”

#### d. Lensa Cekung

P :”Bagaimana karakteristik bayangan yang dibentuk oleh lensa cekung?

R :”Nyata, terbalik, diperkecil mbak”

P :”Ok sekarang kita cek menggunakan simulasi ya.. silahkan dibuka simulasinya dan dioprasikan sesuai dengan petunjuk yang ada”

R :”Ok mbak.. yang ini ya mbak”

(responden mencoba mengoprasikan simulasi)

R :”Mbak sinar-sinar pada lensa cekungnya menyebar”

P :”Iya coba sinar-sinar istimewa untuk lensa cekung bagaimana?”

R :”Sama seperti tadi mbak, tapi ini sinarnya menyebar mbak”

P :”Iya nah untuk membentuk bayangannya kita gunakan sinar perpanjangan dari sinar bias, perpanjangan ini menerangkan bahwa sinarnya seolah-olah datang dari titik fokus.. coba sekarang diletakkan”

R :”Seperti ini mbak?”

P :”Iya coba diamati bagaimana?”

R :”Oh iya mbak dia seakan-akan datangnya dari sini terus dibiaskan ya mbak”

P :”Iya silahkan dilanjutkan untu membentuk bayangannya”

R :”Ini mbak bayangannya di depan lensa mbak”

P :”Bagaimana sifat bayangannya?”

R :”Maya, tegak, diperkecil mbak”

P : "Iya.. kenapa maya?"

R : "Karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar bias mbak.. mbak bayangannya bisa diperbesar tidak di lensa cekung kalau kita pindahkan bendanya"

P : "Tidak tahu, coba saja dicoba dipindahkan jarak bendanya"

(responden mengoperasikan simulasi)

R : "Wah malah makin kecil mbak dari yang tadi.. berrti tidak bisa ya mbak, bayangannya tidak bisa lebih besar dari bendanya?"

P : "Iya benar.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Jelas mbak.. saya lebih paham menggunakan ini dibandingkan belajar di papan tulis"

P : "Kenapa?"

R : "Kalau disini langsung kelihatan mbak sinarnya, mana yang menggunakan perpanjangan karena menyebar dan yang tanpa menggunakan perpanjangan karena sudah terjadi perpotongan..bisa dicoba-coba juga mbak bisa diganti-ganti, kadang kalau di papantulis saya malah tidak paham apa yang dimaksud"

P : "Kalau dari pengoprasian simulasinya sulit tidak?"

R : "Tidak sih mbak.. mungkin awal-wala sulit karena belum tahu tombol-tombolnya untuk apa saja, tapi setelah tahu gampang ternyata mbak"

R : "Tidak mbak.. waktu awal tadi sulit tapi kalau sudah sering jadi gampang"

## 5. Responden 5

### a. Dispersi Cahaya

P : "Apa yang anda ketahui tentang peristiwa dispersi cahaya?"

R : "Dispersi cahaya itu peristiwa pemotongan cahaya mbak"

P : "Apakah cahaya selain warna putih dapat didispersikan?"

R : "Bisa didispersikan mbak"

P : "Apakah warna yang dihasilkan pada peristiwa dispersi memiliki sudut deviasi yang sama?"

R : "Sama mbak.. agar membentuk dispersi cahaya yang sesuai"

P : "Ok sekarang silahkan dibuka simulasi untuk dispersi cahaya, silahkan dioperasikan dan diamati yaa"

R : "Ok mbak"

(responden mengoperasikan simulasi)

P : "jadi bagaimana hasil pengamatannya?"

R : "Ini mbak jadi tadinya hanya satu warna yaitu warna putih terus setelah melewati prisma dia jadi berwarna warni kayak pelangi mbak"

P : "Iya berarti dispersi cahaya itu peristiwa apa? Kan tadinya hanya ada satu cahaya putih saja sekarang jadi banyak seperti pelangi"

R : "Oh tau mbak.. diuraikan mbak menjadi cahaya pelangi"

P : "iya jadi dispersi cahaya merupakan proses penguraian cahaya putih, lalu apakah cahaya selain warna putih dapat didispersikan?"

R : "Ini diganti warnanya bebas mbak?"

P "Iya bebas"

(responden mengganti warna laser menjadi warna kuning)

R : "Kalau warna kuning dia tetap mbak jadinya warna kuning lagi"

P : "iya coba warna yang lain"

(responden mengganti dengan warna lain"

R : "Sama juga mbak tidak bisa didispersikan berarti mbak.. hanya warna putih berarti ya mbak"

P : "Iya kenapa demikian?"

R : "Tidak tahu mbak"

P : "Karena cahaya putih merupakan cahaya polikromatik sedangkan cahaya selain warna putih itu cahaya monokromatik"

R "Polikromatik itu apambak?"

P : "Polikromatik adalah cahaya yang memiliki banyak panjang gelombang sedangkan monokromatik itu hanya memiliki satu panjang gelombang"

R : "Oh gitu mbak.. saya baru tahu"

P : "Lalu apakah cahaya hasil dispersi memiliki sudut deviasi yang sama?"

R : "Kalo di simulasi ini tidak sama mbak"

P : "Kenapa?"

R : "Karena warnanya berbeda-beda mbak"

P : "Iya kalau warnanya berbeda-beda berarti panjang gelombangnya sama atau berbeda juga?"

R : "Berbeda mbak.. oh makanya dia sudut deviasinya berbeda-beda ya mbak karena panjang gelombangnya berbeda?"

P : "Iya benar..sekarang kita hitung berapa sudut deviasinya yaa. Silahkan diukur sudut deviasi yang terbentuk menggunakan busur yang ada"

R : "Garisnya dihitung dari sini ke sini kan mbak?"

P : "Iya coba di ukur berapa derajat?"

R : "Ini sudut deviasinya  $40^\circ$  mbak"

P : "Ok.. sekarang bagaimana komentar untuk simulasinya?"

R : "Bagus mbak menarik"

P : "Konsepnya sampai tidak?"

R : "Sampai kok mbak"

P : "Kalau simulasinya sulit untuk dioperasikan tidak?"

R : "kalo simulasinya gampang kok mbak gak ada masalah"

#### b. Teleskop

P : "Teleskop.. Apa fungsi dari teleskop?"

R : "Untuk melihat benda-benda yang jaraknya sangat jauh mbak"

P : "Sekarang dimana letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif agar mata dapat berakomodasi?"

R : "Di ruang dua mbak setelah fokus.."

P :”Kalau untuk mata tanpa akomodasi letak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektifnya dimana

R :”Dia kurang dari titik fokus lensa okuler mbak”

P :”Kalau karakteristik dari bayangan akhir yang terbentuk untuk kasus mata berakomodasi dan tidak berakomodasi bagaimana?”

R :”Kalau untuk mata berakomodasi itu maya, terbalik, diperbesar. Kalau tanpa berakomodasi itu maya, tegak, diperbesar

P :”oh ok, sekarang coba diperhartikan simulasinya ya”

(siswa mengoperasikan simulasi teleskop untuk mata berakomodasi)

P :”Kalau seperti ini dia berakomodasi atau tanpa akomodasi?”

R :”Berakomodasi mbak..”

P :”Kenapa berakomodasi?”

R :”Karena bayangannya terbalik mbak”

P :”Jadi ini simulasi teleskop untuk mata berakomodasi, karena disini terbentuk bayangan”

R :”Oh kalau berakomodasi itu terbentuk bayangan mbak, kalau tanpa akomodasi berarti tidak terbentuk bayangan mbak”

P :”Iya benar..”

R :”Yah.. aku jawabnya terbentuk semua mbak bayangannya”

P :”Iya tidak apa-apa nanti kita cek menggunakan simulasi ini ya.. sekarang coba ini menggunakan sinar istimewa apa saja dalam pembentukan bayangan oleh teleskop untuk mata berakomodasi?”

R :” Sinar istimewa yang digunakan itu sinar datang dibiaskan sejajar sumbu utama dan sinar datang melalui pusat lensa akan diteruskan”

P :”Ok.. sekarang letak bayangannya ada di mana untuk mata berakomodasi?”

R :”Bayangannya ada di lebih kecil dari lensa okuler mbak”

P :”Iya benar.. kalau karakteristik bayangan yang terbentuk seperti apa?”

R :”Maya, terbalik, diperkecil mbak”



P :”kenapa maya?”

R :”Karena di ruang dua mbak”

P :”Bedanya maya sama nyata apa dek?”

R :”Terletak di ruangnya mbak kalau maya itu di ruang dua mbak kalau nyata itu di ruang satu”

P :”Ok coba diamati simulasinya.. bayangan yang terbentuk dihasilkan dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias atau perpotongan langsung sinar-sinar bias?”

R :”Kalo di simulasi ini bayangannya terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias mbak..”

P :”Iya, nah kalau dia terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias maka sifat bayangannya Maya. Tapi kalau dia terbentuk dari perpotongan langsung sinar-sinar bias maka bayangannya bersifat nyata”

R :”Oh gitu berarti ini benar maya kan mbak karena terbentuk dari perpotongan perpanjangan sinar-sinar bias mbak..”

P :”Iya benar.. sekarang coba kita lihat untuk mata tanpa akomodasi ya”

(siswa mengoperasikan simulasi teleskop untuk mata tanpa akomodasi)

P :”Nah kalau seperti ini berakomodasi atau tanpa akomodasi?”

R :”Tanpa akomodasi mbak..”

P :”Kenapa?”

R :”Karena tidak terbentuk bayangan mbak”

P :”Iya benar.. lalu letak bayangan lensa objektifnya dimana?”

R :”Tepat di fokus objektif dan okuler mbak”

P :”Iya benar.. kalau sinar istimewa yang digunakan apa saja?”

R :”Sama seperti yang berakomodasi mbak sinar datang menuju pusat lensa akan diteruskan sama sinar datang dari titik fokus akan dibiaskan sejajar sumbu utama”

P :”Iya benar.. kalau tanpa akomodasi seperti ini maknanya apa dek?”

R :”Bayangannya sama dengan aslinya mbak..”

P :”Iya benar makanya tidak terlihat karena terlalu besar kalau berakomodasi tadi terlihat bayangannya karena diperkecil.. sekarang komentar untuk simulasinya bagaimana?”

R :”Simulasinya sudah cukup jelas buat ngejelasin materi teleskop mbak”

P :”Konsepnya sampai tidak?”

P :”Sampai kok mbak saya jadi paham”

### c. Kamera

P :”Karakteristik bayangan yang dibentuk oleh kamera bagaimana?”

R :”Maya, tegak, diperkecil”

P :”Ok.. Kalau prinsip kerja kamera DSLR bagaimana?”

R :”Prinsip kerjanya itu mbak memperjelas fokus kamera mbak”

P :”Oh iya.. sekarang coba diperhartikan simulasinya ya”

(siswa mengoperasikan simulasi)

R :”Sinarnya datang terus masuk ke lensa terus dipantulkan oleh cermin ke prisma segi lima terus ke mata mbak.. kalau untuk yang ke layar itu tanpa dipantulkan jadi langsung siarnya masuk lensa langsung ke layarnya”

P :”Kalau sinarnya divariasikan seperti ini bagaimana? peristiwa apa yang terjadi kalau seperti ini?”

R :”Seharusnya dia tidak masuk ke kamera mbak”

P :”Kenapa?”

R :”Karena cahayanya tidak terkumpul di cermin dan tidak terpantulkan ke prisma jadi tidak terbentuk bayangan di kameranya mbak.. kalau di pas cerminnya mbak terbentuk tidak?”

P :”Coba divariasikan”

R :”Dia terkumpul di cermin mbak tapi memantunya tidak ke prismanya terus tidak terkumpul di layar juga mbak”

P :”Iya berarti maknanya bagaimana?”

R :”Gambar bendanya tidak masuk ke kamera mbak karena cahayanya tidak terkumpul di cermin dan tidak terpantulkan ke prisma”

P :”Ok.. komentarnya untuk simulasi ini bagaimana sulit tidak?”

R :”Tidak mbak”

P :”Sampai tidak konsepnya?”

R :”Sampai kok mbak bisa dipahami”



### Lampiran 1.6 Lembar Respon Siswa

**Lembar Respon Siswa**

“Eksplorasi Fenomena Optika Geometris dengan *Algodoo*”

Nama : *Nada Syarifah R*

No. Absen : *24*

Sekolah/kelas : *SMA N 3 Yu / XI IPA 6*

Petunjuk Pengisian:

1. Jalankanlah simulasi berdasarkan petunjuk penggunaan yang tersedia pada LKS
2. Bacalah seluruh pertanyaan yang terdapat pada LKS
3. Berilah tanda centang (✓) secara jujur dan objektif pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan jawaban anda
4. Setiap pernyataan wajib diisi
5. Pilihlah salah satu dari dua jawaban yang disediakan!

Jawaban	Deskripsi
Setuju	Jika pernyataan sesuai dengan pendapat anda
Tidak Setuju	Jika pernyataan tidak sesuai dengan pendapat anda

  

No	Pernyataan	Penilaian	
		Setuju	Tidak Setuju
1.	Saya sulit mengoperasikan simulasi		✓
2.	Simulasi yang digunakan tidak menambah semangat saya dalam mempelajari materi yang disajikan		✓
3.	Saya merasa kesulitan dalam membedakan benda dan bayangan yang adapada simulasi		✓
4.	Gerakan dalam simulasi mempermudah saya mempelajari materi	✓	
5.	Saya dapat belajar dengan simulasi ini secara mandiri tanpa bantuan guru	✓	
6.	Simulasi yang dikembangkan membuat saya lebih antusias dalam pembelajaran fisika	✓	

No	Pernyataan	Setuju	Tidak Setuju
7.	Gerakan dalam simulasi terlalu cepat sehingga menyulitkan saya dalam melakukan pengamatan		✓
8.	Simulasi yang dikembangkan membosankan		✓
9.	Simulasi yang dikembangkan tidak dapat saya gunakan secara mandiri tanpa bantuan guru		✓
10.	Simulasi yang dikembangkan mudah saya gunakan	✓	
11.	Saya merasa senang dan semangat untuk belajar menggunakan simulasi ini	✓	

**Lampiran 1.7** Analisis Hasil Respon Siswa

a. Rekapitulasi Hasil Respon Siswa

Responden	Nomor Butir Pernyataan										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1

Responden	Nomor Butir Pernyataan										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
25	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
26	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
27	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1
28	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
29	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
31	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
Jumlah	24	25	25	27	22	26	24	27	22	24	29

a. Kriteria Respon Siswa

No	Rerata Skor ( $\bar{X}$ )	Kategori
1	$0,50 < \bar{X} \leq 1,00$	Setuju (S)
2	$0,00 < \bar{X} \leq 0,50$	Tidak Setuju (TS)

## b. Perhitungan

No	Perhitungan	Aspek			
		Kemudahan	Kejelasan	Kemandirian	Atsiasme
1	Jumlah responden	31	31	31	31
2	Jumlah pernyataan	2	3	2	4
3	Skor maksimum	62	93	62	124
4	Skor yang diperoleh	48	76	44	107
5	Rerata	0,77	0,81	0,71	0,86
6	Kriteria	Setuju	setuju	Setuju	Setuju



### Lampiran 1.8 Lembar observasi keterlaksanaan

**Lembar Observasi Keterlaksanaan**  
**“Eksplorasi fenomena optika geometris dengan Algodoo”**

Peneliti dan pengembang : Novi Ayu Lestari  
 Observer : Munadhiratul Azizah  
 Hari dan Tanggal : 29 April 2019  
 Petunjuk : Isilah hasil pengamatan anda terhadap penggunaan simulasi berbasis Algodoo dengan menuliskan secara deskriptif pada lembar yang disediakan.

No	Indikator	Hasil Pengamatan
1.	Pemahaman siswa terhadap materi dengan menggunakan <i>Algodoo</i>	Siswa paham terhadap materi menggunakan <i>Algodoo</i> . Hal ini terlihat pada lembar kerja siswa yang terisi dengan baik dan konsepnya sudah benar.
2.	Antusias siswa dalam mengikuti proses pembelajaran dengan <i>Algodoo</i>	Siswa tampak antusias dalam mengikuti pembelajaran dengan <i>Algodoo</i> . Antusiasme siswa dibuktikan dg banyaknya siswa yang bertanya tentang teknis penggunaan <i>Algodoo</i> .

No	Indikator	Hasil Pengamatan
3.	Kemudahan siswa dalam mengoperasikan simulasi	Siswa dapat mengoperasikan simulasi Algato dengan mudah. Namun ada beberapa yang kebingungan saat terjadi perubahan bentuk pada garis? Simulasi saat siswa memantet? <del>Algoritma</del> Simulasi garis yg tdk pernah menyebabkan garis sering berpindah saat dipindah
4.	Kemandirian siswa dalam belajar dengan Algodo	Siswa cukup mandiri dalam belajar menggunakan Algato. Namun ada beberapa siswa yang bekerja sama dengan siswa lain. Ada juga yang masih bergantung pada peneliti dengan bertanya?.
5.	Evaluasi simulasi	Pembelajaran fisika dg simulasi Algato sudah cukup baik

Yogyakarta, 21 April 2019

Observer

  
 Munadhiratul... April 2019

## Lembar Observasi Keterlaksanaan

"Eksplorasi fenomena optika geometris dengan Algodoo"

Peneliti dan pengembang : Novi Ayu Lestari

Observer : Yesika Munandar

Hari dan Tanggal : Rabu, 24 April 2019

Petunjuk : Isilah hasil pengamatan anda terhadap penggunaan simulasi berbasis Algodoo dengan menuliskan secara deskriptif pada lembar yang disediakan.

No	Indikator	Hasil Pengamatan
1.	Pemahaman siswa terhadap materi dengan menggunakan Algodoo	Siswa lebih mudah memahami materi yang disampaikan dg Algodoo, karena terlihat lebih jelas letak perbedaannya.
2.	Antusias siswa dalam mengikuti proses pembelajaran dengan Algodoo	Siswa antusias mengikuti pembelajaran dg Algodoo. Hal ini diketahui dari rasa ingin tau siswa dg bertanya kpd observer 4/ berbagai nama pembeda, sng mereka merasa lebih mudah paham.

No	Indikator	Hasil Pengamatan
3.	Kemudahan siswa dalam mengoperasikan simulasi	Dalam mengoperasikan algodo ini masih terdapat beberapa siswa yang terlihat kebingungan. Sepertinya beberapa anak baru mengetahui aplikasi algodo. Tetapi setelah melihat kemannya dan membaca panduan sudah cukup bisa mengikuti.
4.	Kemandirian siswa dalam belajar dengan Algodo	Siswa cukup mandiri dalam mengoperasikan Algodo. Hanya bertanya saat pertama kali membuka, namun sudah <del>itu</del> sudah mandiri dg menggunakan panduan yg dibuat oleh peneliti.
5.	Evaluasi simulasi	Pembelajaran fisika dengan Algodo sudah baik untuk diterapkan.

Yogyakarta, 24 April 2019

Observer



(..... M.)

## Lembar Observasi Keterlaksanaan

"Eksplorasi fenomena optika geometris dengan Algodoo"

Peneliti dan pengembang : Novi Ayu Lestari

Observer : Kafa Himabul Fadhilah

Hari dan Tanggal : Rabu, 24 April 2019

Petunjuk : Isilah hasil pengamatan anda terhadap penggunaan simulasi berbasis Algodoo dengan menuliskan secara deskriptif pada lembar yang disediakan.

No	Indikator	Hasil Pengamatan
1.	Pemahaman siswa terhadap materi dengan menggunakan <i>Algodoo</i>	Siswa lebih paham materi optika geometri dengan <i>Algodoo</i> . Hal ini dikarenakan saat observer mengamati, para siswa mengatakan secara langsung bahwa ternyata pembentukan bayangan tervisualisasi.
2.	Antusias siswa dalam mengikuti proses pembelajaran dengan <i>Algodoo</i>	Siswa sangat antusias dalam mengikuti proses pembelajaran dengan <i>Algodoo</i> . Dilihat dari cara mereka selalu ingin tahu setiap komponen-komponen dalam setiap percobaan dengan menanyakan pada peneliti. Karena secara visualisasi terlihat, maka yang tadinya teori saja, sekarang mereka lebih paham ternyata sinar datang, pantul seperti ini, itu.

No	Indikator	Hasil Pengamatan
3.	Kemudahan siswa dalam mengoperasikan simulasi	<del>Sebagian</del> Karena banyak siswa yang baru mengetahui aplikasi algodo, pada awalnya masih sering bertanya-tanya ke peneliti. Tapi tak lama, sudah bisa mengoperasikan secara mandiri
4.	Kemandirian siswa dalam belajar dengan <i>Algodo</i>	Banyak siswa yang sudah mandiri mengoperasikannya, karena ada juga contohnya terlebih dahulu sebelum mencoba sendiri
5.	Evaluasi simulasi	Simulasi untuk optika geometri dengan algodo sudah sangat baik untuk diterapkan dalam pembelajaran.

Yogyakarta, 29 April 2019

Observer



(Kafa N.F.)

## Lampiran 1.9 Dokumentasi komunikasi via e-mail dengan tim PhET

2/18/2019 Gmail - type of research by PhET Simulation

 Gmail Novi ayu <vnmovlayu@gmail.com>

---

**type of research by PhET Simulation**  
11 pesan

---

**vnmovlayu@gmail.com** <vnmovlayu@gmail.com> 13 Februari 2019 22.26  
Kepada: Developing Interactive Simulations In HTML5 <developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com>

Good morning Sir/Madam of PhET interactive simulations  
I want to ask a few questions related PhET. my question is what kind of research is done by phet? Is the research included in the type of research and development? and in the development of product (PhET simulation), is there a stage of product validation?  
I am very honored if Sir/Madam can help my ignorance. I look forward to hearing from you, Thank you very much in advance

Best Regards  
Novi

—

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations In HTML5" group.  
To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHj-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHj-v_qE-4/unsubscribe).  
To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).  
To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).  
To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/e8815627-045e-4624-ba37-318ccd0a136%40googlegroups.com>.  
For more options, visit <https://groups.google.com/d/loptout>.

---

**vnmovlayu@gmail.com** <vnmovlayu@gmail.com> 15 Februari 2019 13.23  
Kepada: Developing Interactive Simulations In HTML5 <developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com>

what kind of validation is done by PhET in making a simulation? whether validation is done inside the Team Internally?

—

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations In HTML5" group.  
To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHj-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHj-v_qE-4/unsubscribe).  
To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).  
To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).  
To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/61dcf519-93a3-4639-a4c5-328db82bf5e%40googlegroups.com>.  
(Balapan lets diaembaykan)

---

**sammreid** <sammreid@gmail.com> 15 Februari 2019 22.56  
Kepada: Developing Interactive Simulations In HTML5 <developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com>

As we are developing a simulation, we have several levels of testing and validation before the simulation is published.

1. The designers and developers coordinate to make sure the simulation is behaving properly.
2. The simulations are tested in student interviews and in classrooms
3. We have a quality assurance (QA) team that performs testing across a broad array of platforms and devices.
4. Once the simulation is published, we listen to feedback or bug reports from users.

Best Regards,  
Sam

—

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations In HTML5" group.  
<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=e42b849765&view=pt&search=all&permmsgid=thread-P43A1625367663404752266&siml=msg-P43A1625367...> 1/4

2/18/2019

Gmail - type of research by PHET Simulation

Simulations in HTML5" group.  
 To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v_qE-4/unsubscribe).  
 To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).  
 To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).  
 To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/9628284b-a32e-45b9-ab0d-807e2c681401%40googlegroups.com>.  
 [Kulpan teks disembunyikan]

vinovlayu@gmail.com <[vinovlayu@gmail.com](mailto:vinovlayu@gmail.com)> 15 Februari 2019 23.05  
 Kepada: Developing Interactive Simulations in HTML5 <[developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com)>

whether validation is done inside the Team Internally?

--

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations in HTML5" group.  
 To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v_qE-4/unsubscribe).  
 To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).  
 To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).  
 To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/2f740c58-6ec4-4718-b511-946695544a9a%40googlegroups.com>.  
 [Kulpan teks disembunyikan]

vinovlayu@gmail.com <[vinovlayu@gmail.com](mailto:vinovlayu@gmail.com)> 15 Februari 2019 23.06  
 Kepada: Developing Interactive Simulations in HTML5 <[developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com)>

what kind of validation is done by PHET in making a simulation? whether validation is done inside the Team Internally?

Best Regards  
 Novi

--

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations in HTML5" group.  
 To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v_qE-4/unsubscribe).  
 To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).  
 To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).  
 To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/d360b283-e632-4706-96bc-dcc685bbf0b8%40googlegroups.com>.  
 [Kulpan teks disembunyikan]

sammeld <[sammeld@gmail.com](mailto:sammeld@gmail.com)> 15 Februari 2019 23.27  
 Kepada: Developing Interactive Simulations in HTML5 <[developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com)>

I believe that question has already been asked and answered. If you don't believe so, then we may have a miscommunication. It could help if you provide context, or elaborate on what you are trying to understand or what problem you are trying to solve.

Have an excellent day!  
 Sam

--

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations in HTML5" group.  
 To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/QJHJ-v_qE-4/unsubscribe).  
 To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=e40b5497d56&view=pt&search=all&siml&id=thread-F63A16253676634047522656&siml=msg-F63A1625367...> 2/4



2/18/2019

Gmail - type of research by PHET Simulation

To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).  
 To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/e2413e52-410d-4738-90c5-1e457669c318%40googlegroups.com>.  
 [Klikpan teks diembunyikan]

vinovlayu@gmail.com <[vinovlayu@gmail.com](mailto:vinovlayu@gmail.com)>

15 Februari 2019 23:35

Kepada: Developing Interactive Simulations In HTML5 <[developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com)>

I am sorry ... I believe in your explanation but I still don't understand the validation stage ... Is validation done internally by the phet team or using experts from outside the team?

Best regards

Novi

--

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations In HTML5" group.

To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/iQJHj-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/iQJHj-v_qE-4/unsubscribe).

To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).

To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).

To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/f807c755-77c6-4449-ab22-9dad7ed17694%40googlegroups.com>.

[Klikpan teks diembunyikan]

sammeld <[sammeld@gmail.com](mailto:sammeld@gmail.com)>

15 Februari 2019 23:41

Kepada: Developing Interactive Simulations In HTML5 <[developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com)>

Thanks for clarifying. Validation is primarily done internally by the team. Why do you ask?

Best Regards,

Sam

--

You received this message because you are subscribed to a topic in the Google Groups "Developing Interactive Simulations In HTML5" group.

To unsubscribe from this topic, visit [https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/iQJHj-v\\_qE-4/unsubscribe](https://groups.google.com/d/topic/developing-interactive-simulations-in-html5/iQJHj-v_qE-4/unsubscribe).

To unsubscribe from this group and all its topics, send an email to [developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5+unsubscribe@googlegroups.com).

To post to this group, send email to [developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com](mailto:developing-interactive-simulations-in-html5@googlegroups.com).

To view this discussion on the web visit <https://groups.google.com/d/msgid/developing-interactive-simulations-in-html5/00876d9a-ef12-47fc-a57a-cc27d2f0fc5%40googlegroups.com>.

[Klikpan teks diembunyikan]

## Lampiran 1.10 Surat izin penelitian



PEMERINTAH DAERAH, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA  
 BALAI PENDIDIKAN MENENGAH KOTA YOGYAKARTA  
 SMA NEGERI 5 YOGYAKARTA  
 Jln. Nyi Pembayun 39 Kotagede Telp. 377400, Fax (0274) 377400 Yogyakarta  
 Email : info@sman5yk.sch.id

**SURAT KETERANGAN**  
**NOMOR : 070 / 248.**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dra. Wirda Indria.  
 NIP : 19620126 198203 2 004.  
 Jabatan : Plh. Kepala Sekolah.  
 Unit Kerja : SMA Negeri 5 Yogyakarta  
 Alamat sekolah : Jl. Nyi Pembayun 39 Kotagede Yogyakarta

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : Novi Ayu Lestari.  
 NIM : 15690052.  
 Jurusan : Pendidikan Fisika.  
 Fakultas : Sains dan Teknologi.  
 Universitas : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Yang bersangkutan telah melakukan penelitian di SMA Negeri 5 Yogyakarta pada tanggal 15 April – 30 Juni 2019 dengan judul :

EKSPLORASI FENOMENA OPTIKA GEOMETRI DENGAN ALGODOO.

Demikian surat keterangan ini, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Yogyakarta, 30 April 2019.  
 Plh. Kepala Sekolah

Dra. Wirda Indria.  
 NIP. 19620126 198203 2 004.

Lampiran 1.11 Dokumentasi Foto Penelitian

