

**PENGEMBANGAN GAME EDUKASI FISIKA BERBANTUAN
CONSTRUCT 3 PADA MATERI ALAT OPTIK UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
SISWA**

SKRIPSI



Oleh :

YESHINTA NABILAH

NIM 1908066015

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini oleh:

Nama : Yeshinta Nabilah

NIM : 1908066015

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan
Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan
Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 16 Juni 2023

Pembuat Pernyataan,



Yeshinta Nabilah
NIM. 1908066015

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. (024) 76433366
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: www.fst.walisongo.ac.id

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **PENGEMBANGAN GAME EDUKASI FISIKA BERBANTUAN
CONSTRUCT 3 PADA MATERI ALAT OPTIK UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

Penulis : Yeshinta Nabilah

NIM : 1908066015

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 10 Juli 2023

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Alfa Ardhi Sagutri, M.Pd.
NIP. 199004102019032019

Penguji II,

Daryanti Anwar, M.Si.
NIP. 19707262009121002

Penguji III,

Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd.
NIP. 197602142008011011

Penguji IV,

Istikomah, M.Sc.
NIP. 199011262019032021



Pembimbing I,

Alfa Ardhi Sagutri, M.Pd.
NIP. 199004102019032019

NOTA DINAS PEMBIMBING

NOTA DINAS

Semarang, 22 Juni 2023

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : PENGEMBANGAN GAME EDUKASI FISIKA
BERBANTUAN CONSTRUCT 3 PADA MATERI
ALAT OPTIK UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Nama : Yeshinta Nabilah
NIM : 1908066015
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqasyah.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Pembimbing 1,



Afa Arda Saputri, M.Pd
NIP. 199004102019032018

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui media pembelajaran yang variatif salah satunya *game* edukasi. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan *game* edukasi fisika berbasis *android* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi alat optik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* dengan model pengembangan *ADDIE* yang terdiri dari 5 tahapan yaitu Analisis (*Analyze*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*) dan Evaluasi (*Evaluation*). Pengembangan *game* edukasi diujicobakan pada skala besar sebanyak 36 siswa. Subjek uji coba penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 3 SMAN 8 Semarang. *Game* edukasi dikembangkan menggunakan *software construct 3*. Teknik pengumpulan data menggunakan angket respons guru dan angket respons siswa terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi dan tes keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi ahli media diperoleh persentase skor kevalidan sebesar 90,62% dan validasi ahli materi sebesar 85,4% dengan kategori sangat valid. Hasil respons guru terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi fisika diperoleh persentase skor kepraktisan sebesar 96,25% dan respons siswa sebesar 94% dengan kategori sangat praktis. Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dapat dilihat berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest* menggunakan uji N-Gain diperoleh hasil sebesar 0,379 dengan kategori sedang. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi fisika sangat valid digunakan oleh siswa sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: *Game* edukasi, *Construct 3*, Keterampilan Berpikir Kritis, Alat Optik

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, *Alhamdulillah Robbil 'Alamin* atas rahmat, karunia serta hidayah-Nya yang telah diberikan kepada Penulis, sehingga skripsi dengan judul “Pengembangan *Game* Edukasi Fisika Berbantuan *Construct 3* pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa” dapat terselesaikan dengan baik. Kedua sholawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi Agung Muhammad SAW yang senantiasa selalu diharapkan syafa’atnya di Yaumul Qiyamah nanti. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Keberhasilan penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, do’a dan peran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah membantu proses perizinan penelitian.

4. Affa Ardhi Saputri, M.Pd., selaku Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktu, mengarahkan, memberi masukan dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Susilawati M.Pd., selaku wali dosen yang telah berkenan memberi bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan penulis.
6. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd., Sheilla Rully Anggita, S.Pd., M.Pd dan Fachrizal Rian Pratama, S.Pd., M.Sc, selaku validator yang telah memberikan arahan, perbaikan, dan penilaian terhadap produk yang dikembangkan.
7. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah menyalurkan ilmunya dengan ikhlas selama penulis menempuh perkuliahan.
8. Suparmi, S.Pd, M.Pd. selaku Kepala SMA N 8 Semarang yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di SMA N 8 Semarang.
9. Budi Setiono selaku Guru Fisika SMA N 8 Semarang yang telah berkenan membantu penulis untuk pengambilan data penelitian.
10. Seluruh keluarga tercinta, terutama orang tua penulis yaitu Ibu Murtapiah dan Bapak Moh.Tolip, beserta kakak kandung Laina Faji Ria, kakak ipar Rusbiyanto, dua keponakan Mohammad Kelvin Reza Pradana dan Syaqila Naziya Almahira yang telah memberikan doa, semangat,

materi, cinta, kasih sayang dan pengorbanan yang tidak tergantikan dengan apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah dan skripsi ini dengan lancar.

11. Teman-teman Pendidikan Fisika 2019 yang menjadi teman seperjuangan selama menyelesaikan perkuliahan.
12. Teman-teman PPL SMAN 2 Kendal dan teman-teman KKN Reguler Kelompok 24 tahun 2022 yang berkontribusi memberikan informasi, semangat, dan do'a kepada penulis.
13. Sahabat sahabat saya Galuh Indah Purwaningrum, Aimatul Lutfiyah, Mubtadiul Fauziyah, Murni, dan Muhammad Asyrof Naf'il Aufari yang selalu memberikan informasi, semangat, do'a, dan dukungan kepada penulis.
14. Beasiswa Bidikmisi UIN Walisongo Semarang yang telah membantu penulis dalam membiayai perkuliahan selama menempuh studi S1 Pendidikan Fisika.
15. Teman-teman HMJ Fisika, SEMA-F Saintek, PMII Rayon Saintek, BMC Walisongo, UKM WEC, dan IHAMAFI yang telah menjadi tempat bagi penulis untuk mengembangkan bakat dan minat selama perkuliahan.
16. Teman-teman asisten laboratorium fisika fakultas sains dan teknologi yang berkontribusi memberikan ilmu, informasi, semangat, dan do'a kepada penulis.
17. Teman-teman magang batch 1 di kantor bagian umum arsiparis UIN Walisongo Semarang yang berkontribusi

memberikan pengalaman, informasi, semangat, dan do'a kepada penulis.

18. Seluruh civitas akademika universitas yang telah memberikan pengetahuan dan jasanya kepada penulis selama mengikuti perkuliahan.
19. Perumahan Bank Niaga dan seluruh warganya serta penghuni kos mbah kaji kudori blok A4 yang telah menjadi tempat berteduh sekaligus keluarga kedua bagi penulis selama menjalani perantauan di Semarang.
20. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat, do'a, dan bantuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
21. Bumi Ngaliyan Semarang yang telah menjadi kota tercinta kedua bagi penulis dalam perjalanan menuntut ilmu selama kurang lebih 4 tahun.

Semoga apa yang telah diberikan dari semua pihak kepada penulis baik jasa, dukungan, dan amal mendapat balasan yang baik dari Allah SWT. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Maka penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun pembaca. Aamiin Ya Robbal 'Alamin.

Semarang, 16 Juni 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yeshinta Nabilah', written in a cursive style with a horizontal line underneath.

Yeshinta Nabilah

NIM. 1908066015

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA DINAS PEMBIMBING	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Pengembangan.....	11
F. Manfaat Pengembangan	11
G. Asumsi Pengembangan.....	12
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	13
BAB II.....	14
KAJIAN PUSTAKA.....	14
A. Kajian Teori.....	14
1. Keterampilan Berpikir Kritis.....	14
2. Media Pembelajaran	20

3.	Media Pembelajaran Model <i>Games</i>	29
4.	Optika Geometris	30
5.	Kajian Alat Optik.....	42
6.	<i>Game</i> Edukasi.....	68
7.	Hakikat <i>Android</i>	72
8.	<i>Construct 3</i>	74
9.	<i>Game</i> Edukasi Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.....	84
B.	Kajian Penelitian Relevan	88
C.	Kerangka Berpikir	94
BAB III		95
METODE PENELITIAN		95
A.	Model Penelitian dan Pengembangan.....	95
B.	Prosedur Pengembangan	96
1.	Tahap Analisis (<i>Analyze</i>).....	97
2.	Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	99
3.	Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)..	109
4.	Tahap Penerapan (<i>Implement</i>).....	111
5.	Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	113
C.	Desain Uji Coba Produk.....	117
BAB IV		135
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		135
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal	135
B.	Hasil Uji Coba Produk.....	155
C.	Revisi Produk	171

D. Kajian Produk Akhir	177
E. Keunggulan Produk.....	200
F. Keterbatasan Penelitian.....	201
BAB V	202
PENUTUP	202
A. Simpulan Tentang Produk	202
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	203
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	204
DAFTAR PUSTAKA	206
LAMPIRAN.....	221
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	351

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	13
Tabel 2. 1	Versi Versi <i>Android</i>	74
Tabel 2. 2	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	86
Tabel 3. 1	Storyboard <i>Game</i> Edukasi Fisika Berbasis <i>Android</i>	104
Tabel 3. 2	Klasifikasi daya pembeda soal.....	126
Tabel 3. 3	Klasifikasi dari tingkat kesukaran soal	127
Tabel 3. 4	Skala <i>Likert</i>	129
Tabel 3. 5	Klasifikasi persentase validitas <i>game</i> edukasi.	130
Tabel 3. 6	Skala <i>Likert</i>	131
Tabel 3. 7	Klasifikasi persentase respons siswa dan guru.....	131
Tabel 3. 8	Klasifikasi Persentase Nilai Gain (Richard Hake, 1999).....	134
Tabel 3. 9	kriteria persentase indikator keterampilan berpikir kritis.....	134
Tabel 4 1	Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Oleh Dua Validator	157
Tabel 4 2	Hasil Angket Respons Guru.....	160
Tabel 4 3	Hasil Angket Respons Siswa	162
Tabel 4 4	Hasil Uji Validitas Soal.....	164
Tabel 4 5	Hasil Uji Reliabilitas Tes.....	165
Tabel 4 6	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal.....	166
Tabel 4 7	Hasil Uji Daya Pembeda Soal.....	167
Tabel 4 8	Hasil Uji Normalitas	169
Tabel 4 9	Hasil Uji N-Gain	170
Tabel 4 10	Kritik dan saran validator ahli media terhadap media pembelajaran <i>game</i> edukasi fisika berbasis <i>android</i>	172
Tabel 4 11	Kritik dan saran validator ahli materi terhadap media pembelajaran <i>game</i> edukasi fisika berbasis <i>android</i>	173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Seberkas cahaya yang mengenai bidang (Giancoli, 2014).....	31
Gambar 2. 2	Hukum Snellius.....	31
Gambar 2. 3	Pemantulan cahaya pada cermin datar (Giancoli, 2014).....	32
Gambar 2. 4	Sinar istimewa 1 pada cermin cekung (fisikazone.com).....	33
Gambar 2. 5	Sinar istimewa 2 pada cermin cekung (fisikazone.com).....	34
Gambar 2. 6	Sinar istimewa 3 pada cermin cekung (fisikazone.com).....	34
Gambar 2. 7	Sinar Sejajar Sumbu Utama (fisikazone.com).....	35
Gambar 2. 8	Sinar menuju titik fokus (fisikazone.com).....	36
Gambar 2. 9	Sinar menuju pusat kelengkungan (fisikazone.com).....	36
Gambar 2. 10	Skema Pembiasan Cahaya (Giancoli, 2014).....	38
Gambar 2. 11	Pembentukan bayangan pada lensa cekung (Giancoli, 2014).....	40
Gambar 2. 12	Pembentukan bayangan pada lensa cembung (Giancoli, 2014).....	41
Gambar 2. 13	Proses pembentukan bayangan pada mata (utakatikotak.com).....	43
Gambar 2. 14	Jangkauan Penglihatan ($P_p = Punctum Proximum$ dan $P_r = Punctum Remotum$)...	45
Gambar 2. 15	Rabun Jauh (Miopi) : (a) rabun jauh; (b) rabun jauh ditolong dengan kacamata berlensa cekung.....	48
Gambar 2. 16	Rabun Dekat (Hipermetropi) : (a) rabun dekat; (b) rabun dekat ditolong dengan kacamata berlensa cembung.....	49

Gambar 2. 17	Rabun Tua (Presbiopi) : (a) mata normal; (b) rabun tua ditolong dengan lensa cembung dan rangkap.....	50
Gambar 2. 18	Astigmatisme : (a) mata normal;.....	51
Gambar 2. 19	Pengujian untuk astigmatisme.....	51
Gambar 2. 20	(a)Kamera Sederhana (b)pada kamera dengan f-stop dan gelang pemfokus ada pada lensa kamera.....	53
Gambar 2. 21	Foto Kaca Pembesar dan bayangan yang dibuatnya.....	55
Gambar 2. 22	Daun dilihat (a) melalui kaca pembesar, dan (b) dengan mata tanpa bantuan, dengan mata terfokus pada titik dekatnya.....	56
Gambar 2. 23	benda diletakkan pada titik fokus, dengan mata yang rileks dan bayangan berada pada jarak tak hingga. Bandingkan dengan gambar 2.19 a-2.19 b dimana bayangan berada pada titik dekat mata	57
Gambar 2. 24	Bagian-Bagian Mikroskop	60
Gambar 2. 25	Proses Terbentuknya Bayangan Pada Mikroskop	61
Gambar 2. 26	Teleskop dan Bagian-Bagiannya.....	64
Gambar 2. 27	Pembentukan bayangan pada teleskop bintang (astronomi).....	65
Gambar 2. 28	Pembentukan bayangan pada teleskop bumi.....	67
Gambar 2. 29	<i>Interface Construct 3</i>	77
Gambar 2. 30	Main Menu dan Main <i>Toolbar</i>	77
Gambar 2. 31	<i>Properties Bar</i>	78
Gambar 2. 32	<i>Project Bar</i>	79
Gambar 2. 33	<i>Layout</i>	79
Gambar 2. 34	<i>Tabs</i>	80
Gambar 2. 35	<i>Object bar</i>	80
Gambar 2. 36	<i>Layer Bar</i>	81
Gambar 2. 37	Events	82
Gambar 3. 1	Skema Model Pengembangan <i>ADDIE</i>	97

Gambar 3. 2	<i>Flowchart Game</i> Edukasi Berbasis <i>Android</i>	102
Gambar 3. 3	Skema Pengembangan <i>Game</i> Edukasi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 1	<i>Donwload Construct 3</i>	137
Gambar 4. 2	Tampilan Awal <i>Construct 3</i>	137
Gambar 4. 3	Tampilan Membuat <i>Project</i> Baru.....	138
Gambar 4. 4	Pengaturan Ukuran <i>Layout</i>	139
Gambar 4. 5	Menambahkan <i>Background</i> Pada <i>Layout</i>	140
Gambar 4. 6	Menambahkan <i>Object</i> Pada <i>Layout</i>	141
Gambar 4. 7	Menambahkan <i>Plugin</i>	142
Gambar 4. 8	Menambahkan <i>Behaviors</i> ;	142
Gambar 4. 9	Menambahkan <i>Event</i>	143
Gambar 4. 10	Menambahkan <i>Global Variable</i>	143
Gambar 4. 11	Menambahkan <i>Event</i>	144
Gambar 4. 12	<i>Eksport Project</i>	144
Gambar 4. 13	Halaman <i>Loading</i>	146
Gambar 4. 14	Halaman Menu Utama.....	146
Gambar 4. 15	Profil.....	147
Gambar 4. 16	Halaman Petunjuk	147
Gambar 4. 17	Halaman Materi	148
Gambar 4. 18	Halaman Kompetensi Inti.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 19	Halaman Kompetensi Dasar	149
Gambar 4. 20	Halaman <i>Game</i>	149
Gambar 4. 21	Halaman Petunjuk Main.....	150
Gambar 4. 22	Halaman <i>Login</i> Main	150
Gambar 4. 23	Halaman Pilih Level	151
Gambar 4. 24	Halaman Bermain <i>Game</i>	152
Gambar 4. 25	Halaman Menjawab Soal.....	152
Gambar 4. 26	Halaman <i>feedback</i> jawaban ketika menjawab benar.....	153
Gambar 4. 27	Halaman <i>feedback</i> jawaban ketika menjawab salah.....	153
Gambar 4. 28	Halaman Pembahasan Soal.....	154
Gambar 4. 29	Halaman Pemberian <i>Reward</i>	154

Gambar 4. 30	Halaman Keluar	155
Gambar 4. 31	Grafik persentase rata-rata ahli materi dan ahli media.....	158
Gambar 4. 32	Hasil respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan <i>game</i> edukasi	163
Gambar 4. 33	Hasil persentase indikator keterampilan berpikir kritis pada pretest.....	171
Gambar 4. 34	Hasil persentase indikator keterampilan berpikir kritis pada posttest.....	Error!
Bookmark not defined.		
Gambar 4. 35	Warna <i>background</i> yang kurang kontras sehingga tombol kurang jelas terbaca sebelum direvisi	173
Gambar 4. 36	Warna <i>background</i> yang kontras sehingga tombol jelas terbaca setelah direvisi	174
Gambar 4. 37	Tombol <i>exit</i> pada halaman main (<i>game</i>) tidak ada sebelum direvisi	174
Gambar 4. 38	Tombol <i>exit</i> pada halaman main (<i>game</i>) sudah dicantumkan setelah direvisi	174
Gambar 4. 39	Video tidak ada keterangan yang jelas sebelum direvisi	175
Gambar 4. 40	Video ada keterangan yang jelas setelah direvisi.....	175
Gambar 4. 41	Materi pada mata kurang lengkap, tidak terdapat gambar pembentukan bayangan pada mata sebelum direvisi.....	175
Gambar 4. 42	Materi pada mata lengkap, terdapat gambar pembentukan bayangan pada mata setelah direvisi.....	176
Gambar 4. 43	Terdapat halaman yang tidak sinkron pada materi mata sebelum direvisi dan halaman tersebut sudah dihapus setelah direvisi	176
Gambar 4. 44	Tombol yang kurang terbaca dan tidak berfungsi sebelum direvisi.....	176
Gambar 4. 45	Tombol yang kurang terbaca dan tidak berfungsi setelah direvisi	177

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Penunjukan Pembimbing	221
Lampiran 2	Surat Penunjukan Validator	222
Lampiran 3	Surat Izin Riset UIN Walisongo Semarang.....	223
Lampiran 4	Surat Izin Riset Dinas Pendidikan Wilayah 1 Semarang.....	224
Lampiran 5	Surat Telah Melaksanakan Riset.....	225
Lampiran 6	Surat Keterangan Pernyataan Wawancara.....	226
Lampiran 7	Pedoman Wawancara Guru Fisika.....	227
Lampiran 8	Lembar Hasil Wawancara Guru Fisika...	229
Lampiran 9	Hasil Angket Survei Pra Penelitian	231
Lampiran 10	Hasil Validasi Lembar Test.....	235
Lampiran 11	Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Media dan Ahli Materi	238
Lampiran 12	Rubrik Penilaian Ahli Media dan Ahli Materi	240
Lampiran 13	Lembar Angket Ahli Media dan Ahli Materi.....	248
Lampiran 14	Hasil Lembar validasi Ahli Materi dan Ahli Media Oleh Validator Pertama	252
Lampiran 15	Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Oleh Validator Kedua	257
Lampiran 16	Kisi-Kisi Lembar Respons Guru	262
Lampiran 17	Hasil Respons Guru	265
Lampiran 18	Kisi-Kisi Lembar Respons Siswa.....	269
Lampiran 19	Hasil Respons Siswa	271
Lampiran 20	Nilai Ulangan Harian Fisika Materi Alat Optik Kelas XI MIPA 3	275
Lampiran 21	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Materi Alat Optik Kelas XI MIPA	277
Lampiran 22	Lembar Tes (Setelah divalidasi)	296
Lampiran 23	Pedoman Penskoran (Rubrik Penilaian)	298

Lampiran 24	Hasil <i>Pretest</i>	316
Lampiran 25	Hasil <i>Posttest</i>	318
Lampiran 26	Tabel Hasil Data Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	322
Lampiran 27	Analisis Data Uji <i>N-Gain</i>	324
Lampiran 28	Hasil Uji Validitas Butir Soal.....	325
Lampiran 29	Hasil Uji Reliabilitas Soal	328
Lampiran 30	Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal	329
Lampiran 31	Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i>	331
Lampiran 32	Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Posttest</i>	335
Lampiran 33	Data Tabulasi dan Analisis Hasil Angket Respons Siswa.....	339
Lampiran 34	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	346

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kelompok mata pelajaran ilmu pengetahuan dan teknologi dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 23 Tahun 2006 mengenai standar kompetensi kelulusan mempunyai tujuan untuk memperkembangkan kemampuan siswa dalam logika, berpikir kritis, dan analisis (Permendiknas, 2006). Pengembangan kemampuan berpikir kritis di dalam lingkungan pendidikan merupakan suatu prioritas yang penting. Hal ini disebabkan oleh manfaat yang sangat berarti bagi siswa dalam menghadapi tantangan kehidupan, baik saat ini maupun di masa yang akan datang (Fadllan et al., 2022).

Kemampuan berpikir kritis Menurut (Paul et al., 1990) adalah kemampuan dan sikap untuk secara kritis menilai suatu keyakinan atau kepercayaan, mencari asumsi yang mendasarinya, dan mengidentifikasi pandangan hidup mana yang menjadi dasar asumsi tersebut. Peningkatan kualitas pembelajaran bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa. Keterampilan ini mencakup berpikir kritis, berpikir kreatif, kemampuan pemecahan masalah, dan keahlian dalam pengambilan keputusan. Implementasi ini sejalan dengan

pengembangan kompetensi abad ke-21 atau C4 (*communicative, collaborative, critical thinking and problem solving, creative and innovative*) (Sudarmanto et al., 2021). Berdasarkan konteks tersebut, keterampilan berpikir kritis menjadi penting bagi siswa.

(Ennis, 1996) mengidentifikasi lima indikator berpikir kritis, yaitu memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menyimpulkan (*inference*), memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), dan menyusun strategi dan taktik (*strategy and tactics*) Penerapan indikator keterampilan berpikir kritis tersebut dimasukkan dalam media pembelajaran berupa *game*. Indikator pertama terdapat pada level 1, indikator kedua terdapat pada level 2, indikator ketiga terdapat pada level 3, indikator keempat terdapat pada level 4, serta indikator kelima terdapat pada level 5. Masing-masing level terdiri dari dua soal latihan.

Media pembelajaran secara umum dapat didefinisikan sebagai alat atau sarana yang digunakan dalam proses pembelajaran (Panginan Putri et al., 2022). Media pembelajaran mampu merangsang siswa untuk beradu argumen atau menjawab pertanyaan dapat menjadi alat yang efektif dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa (Miftah & Yonisa, 2017). Oleh karena itu, media

sangat dibutuhkan sebagai sarana penyampaian materi untuk menunjang keberhasilan pembelajaran. Salah satu guru mata pelajaran fisika juga menyatakan bahwa media pembelajaran sangat penting bagi praktisi pendidikan. Media yang menarik, konsepnya masuk dan tepat guna, maka keterampilan berpikir kritis siswa dapat meningkat.

Media pembelajaran yang dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa yaitu *game* edukasi berbasis *android*. *Game* edukasi memiliki potensi untuk merangsang daya berpikir, meningkatkan konsentrasi, dan membantu dalam memecahkan masalah dalam konteks pembelajaran. *Game* edukasi dapat menciptakan suasana belajar yang lebih menyenangkan dan memudahkan siswa dalam memahami materi yang sedang dipelajari (Iqbal et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh (Solekhah et al., 2020), yang menunjukkan bahwa *game* edukasi ular tangga efektif sebagai media pembelajaran dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa adalah temuan yang menarik dengan persentase 48,38 yang berarti sedang.

Game edukasi ini dapat digunakan siswa melalui *smartphone* masing masing. Hal ini berdasarkan hasil survei pra penelitian melalui *google* formulir hampir 100% siswa menggunakan *smartphone* untuk setiap aktifitasnya sehari hari tak terkecuali dalam pembelajaran. 90% siswa

mempunyai *smartphone* dengan sistem operasi *android* serta 10% siswa mempunyai *smartphone* dengan sistem operasi *iOS*. Berbagai *platform* belajar dengan konsep pembelajaran *mobile learning* menggunakan *android* membawa manfaat dari keterbatasan materi atau media pembelajaran (Sonita et al., 2020). *Android* dapat diakses setiap waktu dengan tampilan audio visual yang menarik siswa sehingga akan lebih memahami. Pemanfaatan teknologi yang terus dikembangkan untuk media pembelajaran, dapat menunjang proses belajar yang lebih optimal bagi siswa selama pembelajaran baik di sekolah ataupun di rumah.

Game edukasi yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai beberapa keunggulan yaitu tampilan audio visual yang menarik, terdapat materi berupa teks dan video, konsep *game* yang unik dengan *genre side scrolling game* dan dipadukan dengan kuis, *game* edukasi dapat digunakan dimana saja dan kapan saja, termasuk saat *offline* tanpa koneksi internet. Inovasi terbaru dalam pengembangan *game* edukasi yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu dalam pembuatan dan pengembangannya dibantu dengan *software construct 3* yang merupakan versi terbaru dari *construct 3*.

Construct merupakan perangkat lunak canggih yang dikembangkan oleh *Scirra Ltd* dan dirancang khusus untuk

pembuatan *game 2D. Construct* sangat cocok bagi mereka yang tidak mempunyai latar belakang pemrograman dan ingin menciptakan *game* menggunakan metode "*drag and drop*" serta editor visual. Perangkat lunak ini menggunakan sistem logika perilaku yang memungkinkan pengguna untuk menentukan bagaimana objek dan elemen *game* berinteraksi satu sama lain (Adiwijaya et al., 2015). *Construct* tidak memerlukan pengetahuan tentang bahasa pemrograman khusus. Perangkat lunak ini dirancang untuk memungkinkan pengguna, terutama *non-programmer*, untuk mengembangkan *game* tanpa harus mengerti bahasa pemrograman yang rumit dan sulit (Budi et al., 2021). *Software* ini, *game* yang dibuat bisa dijalankan pada *android, facebook* dan lain sebagainya (Rozi & Kristari, 2020).

Berdasarkan hasil survei pra penelitian menggunakan *Google* Formulir yang dilakukan oleh peneliti pada 36 siswa dari kelas XI MIPA 3 SMAN 8 Semarang terkait mata pelajaran fisika, 75% siswa mengakui bahwa fisika termasuk mata pelajaran yang sulit dimengerti, banyak rumus, membosankan, dan membingungkan. 80% siswa mengakui bahwa materi mengenai alat optik sering kali dianggap sebagai salah satu materi fisika yang konsepnya cukup sulit untuk dipahami (Survei, 29 September 2022). Materi mengenai alat optik merupakan

salah satu topik dalam pelajaran fisika bagi siswa kelas XI di sekolah menengah atas dengan mengacu pada Kurikulum 2013 revisi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Munawaroh & Setyarsih, 2016), siswa sering menghadapi kesulitan dalam memahami konsep dan mempelajari alat optik, termasuk pembentukan bayangan pada mata, lup, teleskop, dan mikroskop. 70% siswa mengatakan bahwa guru seringkali menghadapi tantangan dalam menyajikan media pembelajaran yang menarik untuk menjelaskan materi, terutama dalam mata pelajaran eksakta seperti fisika.

Keterampilan berpikir kritis siswa di SMA Negeri 8 Semarang yang masih rendah dapat disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah dominasi metode ceramah dengan bantuan papan tulis dalam pembelajaran. Penggunaan metode ini seringkali membuat siswa merasa bosan dan kesulitan memahami materi yang disampaikan, karena siswa hanya memperhatikan penjelasan guru, mencatat, dan menyalin materi. Siswa juga menyatakan bahwa selama pembelajaran fisika guru belum pernah menggunakan media pembelajaran dalam bentuk *game* edukasi yang menggunakan platform *android*. Siswa mengharapkan adanya media pembelajaran yang menarik yang dapat membantu mereka memahami materi fisika dengan lebih baik, sambil meningkatkan keterampilan

berpikir kritis mereka. Tingkat keterampilan berpikir kritis siswa yang rendah juga dibuktikan dengan nilai ulangan harian fisika utamanya nilai siswa kelas XI MIPA 3 pada materi alat optik rata rata masih berada di bawah KKM, sementara KKM di SMAN 8 Semarang yaitu 75 dan hanya 5% persen yang lulus KKM (Wawancara, 29 September 2022). Berdasarkan hasil penelitian (Priyadi et al., 2018) ditemukan bahwa sebanyak 56% siswa kelas XI MIPA 3 mampu menyelesaikan perhitungan fisika. Namun, siswa masih menghadapi kesulitan dalam mengartikan data yang diberikan. Kemampuan berpikir kritis siswa pada kategori evaluasi masih tergolong rendah.

Berdasarkan hasil wawancara langsung dengan seorang guru mata pelajaran fisika, ditemukan bahwa siswa mengalami berbagai permasalahan dalam pembelajaran, terutama pada mata pelajaran eksakta seperti fisika. Salah satu kesulitan yang dialami siswa adalah dalam memahami materi fisika terutama materi alat optik, karena seharusnya materi tersebut membutuhkan penjelasan secara visual lebih detail (Wawancara, 29 September 2022). Namun kenyataannya pada proses pembelajaran masih berpacu pada penjelasan guru dan buku yang dapat mempengaruhi prestasi belajar siswa.

Keterampilan berpikir kritis yang rendah di SMA Negeri 8 Semarang dapat ditingkatkan melalui media

pembelajaran berupa *game* edukasi. *Game* edukasi mempunyai peran yang penting dalam pembelajaran fisika. *Game* edukasi menjadi media pembelajaran yang efektif dalam mempermudah siswa memahami materi fisika terutama materi alat optik dan melatih serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Game* edukasi dapat digunakan oleh siswa untuk bermain sambil belajar (Hidayat et al., 2019). Ini karena *game* edukasi dirancang dengan tujuan untuk merangsang daya berpikir penggunanya (siswa) (Rahman & Tresnawati, 2016).

Penggunaan *game* edukasi dalam pembelajaran dapat membuat proses belajar menjadi lebih menyenangkan dan menarik bagi siswa. Ketika siswa merasa terlibat dan memiliki minat yang tinggi dalam pembelajaran, mereka cenderung lebih termotivasi untuk berpartisipasi secara aktif dan berpikir secara kritis. *Game* edukasi merupakan media pembelajaran yang praktis, efektif, dan efisien yang dapat digunakan oleh guru untuk mempercepat proses pengajaran. Adanya media *game* edukasi, peran guru dalam pembelajaran tidak hanya terbatas pada menjelaskan materi, tetapi juga melibatkan pembimbingan dan pengembangan potensi siswa, termasuk keterampilan berpikir kritis.

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk menganalisis validitas dan respon siswa terhadap *game* edukasi serta

mengukur peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitas *game* edukasi berbasis *android* dalam mendukung pembelajaran materi alat optik dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan dan penerapan media pembelajaran yang lebih baik di masa depan. Berdasarkan uraian di atas, diperlukan Pengembangan *Game* Edukasi Fisika Berbantuan *Construct 3* pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, peneliti mengidentifikasi masalah yang terjadi selama pembelajaran fisika sebagai berikut:

1. Siswa masih kesulitan memahami konsep alat optik
2. Keterampilan berpikir kritis yang dimiliki siswa cenderung menunjukkan hasil rendah serta dalam proses penguasaan tersebut banyak siswa yang mengalami kesulitan.
3. Kurangnya variasi media dalam pembelajaran fisika terutama pada materi alat optik yang membutuhkan penjelasan secara visual lebih detail.
4. Pemanfaatan media pembelajaran berupa *game* menggunakan *smartphone* belum tersedia.

C. Pembatasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan *game* edukasi menggunakan *software construct 3* yang dapat diubah menjadi aplikasi kedalam *android*.
2. Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah menengah atas di Semarang yaitu SMAN 8 Semarang
3. Media memuat materi yang terbatas hanya pada materi alat optik kurikulum 2013 revisi kelas XI MIPA semester genap.
4. Media aplikasi *game* edukasi dapat dioperasikan hanya terbatas pada *smartphone* jenis *android*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana validitas *game* edukasi berbasis *android* berbantuan *construct 3* sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik?
2. Bagaimana respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan media pembelajaran *game* edukasi berbasis *android* berbantuan *construct 3* pada materi alat optik?
3. Bagaimana peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan media pembelajaran fisika berupa *game* edukasi berbasis *android* berbantuan *construct 3* pada materi alat optik?

E. Tujuan Pengembangan

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

1. Menganalisis validitas *game* edukasi berbasis *android* berbantuan *construct 3* sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik.
2. Menganalisis respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan media pembelajaran *game* edukasi berbasis *android* berbantuan *construct 3* pada materi alat optik.
3. Menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan media pembelajaran fisika berupa *game* edukasi berbasis *android* berbantuan *construct 3* pada materi alat optik.

F. Manfaat Pengembangan

Berdasarkan latar belakang masalah serta tujuan yang ingin dicapai maka manfaat penelitian ini adalah:

Manfaat praktis

1. Bagi siswa, media pembelajaran ini dapat memudahkan siswa dalam memahami materi alat optik.
2. Bagi guru, media pembelajaran ini dapat digunakan sebagai sarana untuk mempercepat proses pengajaran dan meningkatkan kreativitas guru di kelas.

3. Bagi sekolah, media pembelajaran ini dapat digunakan sebagai literatur media pembelajaran di sekolah.
4. Bagi peneliti lain, media pembelajaran ini dapat memberikan masukan atau sebagai referensi bagi peneliti peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian pada jenis bidang yang sama.

G. Asumsi Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran *game* edukasi ini terdapat beberapa asumsi antara lain:

1. Proses belajar mengajar akan lebih mudah dan menyenangkan jika menggunakan media pembelajaran *game* edukasi berbasis *android*.
2. Siswa akan lebih paham dan termotivasi untuk mempelajari fisika terutama pada materi alat optik jika media pembelajaran yang digunakan menarik.
3. Media pembelajaran *game* edukasi memuat materi tentang alat optik yang dikemas dalam bentuk permainan dan dapat membantu siswa (pemain) dalam memahami materi serta membuat siswa lebih semangat untuk belajar sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini mempunyai spesifikasi, yang ditunjukkan pada tabel 1.1 :

Tabel 1. 1 Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Memory	120 MB RAM
Media yang dikembangkan	<i>Game</i> edukasi berbasis <i>android</i>
<i>Genre game</i>	<i>Side Scrolling Game</i> yang dikombinasikan dengan kuis
Sistem operasi smartphone	<i>Android</i>
Materi	Alat optik sesuai KD 3.11 dan 4.11 fisika SMA/MA sesuai kurikulum 2013. Materi terdiri dari penjelasan teori dan video.
Pembuatan aplikasi	Menggunakan <i>construct 3</i>
Akses aplikasi	<i>Offline</i> atau tanpa koneksi internet
Fitur pada halaman menu	Fitur materi, fitur profil, fitur <i>game</i> , fitur petunjuk, dan keluar
Jumlah pertanyaan dalam <i>game</i>	10 pertanyaan

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Keterampilan Berpikir Kritis

a. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir merupakan suatu kegiatan psikis yang intensional dan terjadi jika manusia mendapati masalah yang harus dipecahkan. Menyusun pikiran dengan cara yang berbeda adalah kemampuan batin manusia untuk menghubungkan informasi dan pengetahuan yang dimiliki. Pikiran manusia melibatkan aktivitas otak, tetapi tidak terbatas hanya pada fungsi fisik organ tubuh yang disebut otak. (Elly's et al., 2015).

Menurut Philip L. Harriman yang dikutip (Maulidya, 2018) menyatakan bahwa konsep berpikir adalah istilah yang memiliki makna yang sangat luas dan mencakup berbagai definisi. Berpikir meliputi berbagai aspek seperti daydreaming, pertimbangan, kreativitas, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan perencanaan. Proses berpikir pada dasarnya melibatkan tiga tahapan, yaitu pembentukan pemahaman, pembentukan pendapat, dan pembentukan kesimpulan.

Berpikir kritis menurut Ennis adalah *“reasonable, reflective thinking that is focused on deciding what to believe or do”*. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa Berpikir kritis adalah kemampuan untuk berpikir secara logis dan reflektif dalam menentukan apa yang patut dipercaya atau dilakukan (Apino & Retnawati 2018). Menurut Sukmadinata berpikir kritis yaitu Siswa yang memiliki kecakapan nalar secara teratur dapat melakukan evaluasi sistematis, memecahkan masalah, membuat keputusan yang tepat, menganalisis asumsi, dan melakukan pencarian ilmiah (Miftah & Yonisa, 2017).

Keterampilan berpikir kritis dapat diartikan sebagai Keterampilan berpikir tingkat tinggi mencakup kemampuan untuk berpikir reflektif dan logis, yang tercermin dalam pengambilan keputusan dan tindakan yang tepat. Pengambilan keputusan melibatkan kemampuan dalam mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi atau data terkait, menganalisis dengan cermat, dan menyintesis hasilnya. Kemampuan untuk mencari solusi dalam menghadapi suatu masalah dan membuat keputusan tentang langkah-langkah yang

akan diambil merupakan bentuk dari proses menentukan tindakan (Syarifah & Sumardi, 2015).

Ayat-ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang berpikir dapat ditemukan dalam Surah Ali Imran, ayat 190-191. Berikut terjemahan ayat tersebut: (Lajnah, 2023).

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي
الْأَلْبَابِ الَّذِينَ يُذَكِّرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي
خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal. Yaitu orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia, Mahasuci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka." (QS. Ali Imran [3]: 190-191).

Allah SWT memberikan manusia akal sebagai anugerah untuk membantu mereka menjalani kehidupan. Akal merupakan kemampuan berpikir yang ada dalam jiwa manusia. Al-Quran menggambarkan daya akal manusia sebagai sarana untuk memperoleh pengetahuan dengan

mengamati alam sekitar. Bahkan, dalam Al-Quran, kata 'aql' disebutkan sebanyak 49 kali, menunjukkan pentingnya penggunaan akal dalam memahami dan merenungkan ajaran-ajaran yang terkandung dalam Al-Quran. Akal berfungsi sebagai pengendali bagi seorang mukmin. Allah SWT memberikan anugerah akal kepada manusia sebagai karunia yang sangat berharga, sehingga manusia dapat berpikir secara kritis dan logis, dengan tujuan akhir untuk mencapai pemikiran yang rahmatan lil 'alamin, yaitu pemikiran yang memberikan manfaat bagi seluruh alam (Zein, 2017).

b. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

(Ennis, 1996) menyebutkan tentang lima indikator yang harus dicapai untuk mengasah keterampilan berpikir kritis. Lima indikator tersebut antara lain sebagai berikut:

- 1) Memberikan Penjelasan Sederhana (*elementary clarification*), mempunyai beberapa sub-indikator dengan penjelasan sebagai berikut:
 - a) Memfokuskan pertanyaan
Kemampuan untuk merumuskan pertanyaan yang jelas dan fokus dalam rangka memahami suatu konsep atau situasi.

- b) Menganalisis argument
Kemampuan untuk secara kritis mengevaluasi argumen yang disajikan.
 - c) Bertanya dan menjawab suatu penjelasan atau tantangan
Kemampuan untuk mengajukan pertanyaan yang relevan dan mendalam, serta memberikan tanggapan yang terargumentasi terhadap penjelasan atau tantangan yang diberikan.
- 2) Membangun keterampilan dasar (*basic support*), mempunyai beberapa sub-indikator dengan penjelasan sebagai berikut:
- a) Menyesuaikan dengan sumber
Kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan berbagai sumber informasi yang relevan.
 - b) Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi
Kemampuan untuk mengamati dengan seksama dan mengumpulkan data atau informasi yang relevan melalui pengamatan.

- 3) Menyimpulkan (*inference*), mempunyai beberapa sub-indikator dengan penjelasan sebagai berikut:
- a) Mereduksi dan mempertimbangkan hasil diskusi
Kemampuan untuk menyimpulkan atau mengambil kesimpulan berdasarkan hasil diskusi atau perdebatan yang telah dilakukan.
 - b) Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi
Kemampuan untuk melakukan inferensi induktif atau membuat kesimpulan umum berdasarkan informasi atau data spesifik yang diberikan.
- 4) Memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), mempunyai beberapa sub-indikator dengan penjelasan sebagai berikut:
- a) Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkannya
Kemampuan untuk mendefinisikan dengan jelas istilah atau konsep yang digunakan dalam suatu argumen atau pembahasan.
 - b) Mengidentifikasi asumsi

Kemampuan untuk mengenali asumsi yang mendasari argumen atau informasi yang diberikan.

5) Menyusun strategi dan taktik (*strategy and tactics*), mempunyai beberapa sub-indikator dengan penjelasan sebagai berikut:

a) Menentukan tindakan

Kemampuan untuk merumuskan strategi atau rencana tindakan yang efektif berdasarkan pemahaman dan evaluasi situasi yang ada.

b) Berinteraksi dengan orang lain

Kemampuan untuk berkomunikasi dan berinteraksi secara efektif dengan orang lain dalam konteks kolaborasi atau situasi sosial.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

"Media" mempunyai asal-usul dari beberapa bahasa. Dalam bahasa Latin, kata "medium" berarti perantara atau jembatan yang menghubungkan dua entitas. Sementara itu, dalam bahasa Arab, kata "wasaa'ila" berarti pengantar atau sarana yang digunakan untuk menyampaikan pesan dari pengirim

kepada penerima pesan. (Sumiharsono & Hasanah, 2017). Gerlach dan Ely memberikan definisi yang lebih khusus tentang media dalam konteks pembelajaran. Menurut mereka, media dalam proses pembelajaran dapat diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronik yang digunakan untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal (Sakti, 2017).

Siswa dapat memperoleh pengalaman baru yang nyata dan memperluas pemikiran siswa melalui media dalam pembelajaran. Media memberikan akses yang lebih luas terhadap informasi dan materi pembelajaran yang beragam, sehingga siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang topik yang dipelajari. media bukan hanya sebagai alat bantu bagi guru dalam proses pembelajaran, tetapi juga memungkinkan siswa untuk menjadi lebih aktif dan terlibat secara langsung dalam pembelajaran (Isnaeni & Hildayah, 2020).

Media pembelajaran memiliki peran yang penting dalam meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kegembiraan dalam proses belajar mengajar (Wibawanto, 2017). Media pembelajaran memainkan peran penting dalam menunjang kualitas proses pembelajaran (Widyastuti et al., 2022). Penggunaan

media dalam pembelajaran dapat membuat proses belajar menjadi lebih menarik dan menyenangkan bagi siswa, sehingga memudahkan pemahaman terhadap materi yang diajarkan. Media audio-visual merupakan salah satu jenis media pembelajaran yang sedang berkembang dan populer saat ini.

Berdasarkan pendapat pendapat yang telah disebutkan, media pembelajaran merupakan alat bantu atau sarana yang digunakan dalam pembelajaran untuk menyampaikan materi secara efektif kepada siswa. Tujuan penggunaan media tersebut adalah untuk menciptakan suasana pembelajaran yang lebih baik, menarik, dan menyenangkan, sehingga siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik terhadap materi yang diajarkan.

b. Klasifikasi Media Pembelajaran

Klasifikasi media yang digunakan untuk aktivitas pembelajaran, terbagi menjadi enam kelompok (Pribadi, 2017) antara lain :

1. Media Cetak, yaitu salah satu jenis media pembelajaran yang telah digunakan dalam aktivitas belajar sejak lama. Media cetak dapat berupa buku, majalah, jurnal, brosur, pamflet, atau materi tulisan lainnya.

2. Media Grafis dan media pameran merupakan jenis media yang digunakan sebagai sarana informasi dan pengetahuan yang menarik bagi penggunanya. Media ini sama halnya seperti media cetak yang mempunyai banyak variasi mulai dari benda nyata sampai benda tiruan yang berupa replika dan model.
3. Media Audio yaitu jenis media yang efektif dan efisien yang digunakan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Tujuan pembelajaran tersebut adalah melatih kemampuan penggunanya dalam mendengar informasi dan pengetahuan lisan secara komprehensif.
4. Media visual atau gambar bergerak yaitu jenis media yang dapat menampilkan gambar bergerak yang terintegrasi dengan unsur suara. Misalnya film dan video yang dapat menampilkan informasi dan pengetahuan dalam sebuah tayangan informasi dan pengetahuan yang mendekati kenyataan.
5. Multimedia yaitu jenis media yang sangat efektif dalam pembelajaran. Sebagai produk dari kemajuan teknologi digital, multimedia menggabungkan berbagai format penayangan

seperti teks, audio, grafis, video, dan animasi untuk menyampaikan pesan dan pengetahuan secara simultan.

Media pembelajaran yang akan dikembangkan yaitu *game* edukasi yang termasuk jenis media multimedia, karena di dalam aplikasi *game* edukasi dapat menampilkan audio, visual, teks, grafis, dan animasi yang dikemas jadi satu menjadi sebuah media yang efektif, praktis, dan efisien.

c. Fungsi Media Pembelajaran

Media mempunyai kontribusi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran dapat menghasilkan minat dan keinginan baru, meningkatkan motivasi dan rangsangan dalam kegiatan belajar, serta memiliki dampak psikologis pada siswa (Arsyad, 2020). Empat fungsi media pembelajaran menurut Levie dan Lenz yang dikutip (Kustandi & Darmawan, 2020), utamanya media visual, diantaranya sebagai berikut:

- 1) Fungsi atensi media visual atau inti, yaitu menarik dan mengarahkan perhatian siswa untuk berkonsentrasi pada isi pelajaran yang

berhubungan dengan makna yang ditampilkan atau menyertai teks materi pelajaran.

- 2) Fungsi afektif media visual, yaitu dapat diamati melalui tingkat kesenangan yang dirasakan oleh siswa saat belajar atau membaca teks yang mengandung gambar.
- 3) Fungsi kognitif media visual, yaitu terdapat temuan-temuan penelitian yang menyatakan bahwa lambang visual atau gambar memperlancar pencapaian tujuan untuk memahami dan mengingat informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar tersebut.
- 4) Fungsi kompensatoris media pembelajaran, yaitu dapat terlihat melalui hasil penelitian yang menunjukkan bahwa media visual yang menyediakan konteks untuk pemahaman teks dapat membantu siswa dengan kemampuan membaca yang lemah dalam mengorganisir informasi dalam teks dan mengingatkannya kembali.

Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berfungsi untuk memfasilitasi pembelajaran yang efektif, meningkatkan minat belajar siswa, dan memperkuat pemahaman konsep dengan

menyajikan pengalaman yang lebih nyata dan relevan.

d. Manfaat Media Pembelajaran

Penggunaan media pembelajaran secara umum memberikan manfaat dalam meningkatkan minat belajar siswa, efisiensi waktu, kualitas pembelajaran, dan fleksibilitas dalam proses belajar mengajar (Falahudin, 2014). Akan tetapi terdapat manfaat media secara lebih khusus yang lebih rinci. Kemp dan Dayton yang dikutip (Arsyad, 2020) menyebutkan beberapa manfaat media dalam pembelajaran, diantaranya sebagai berikut:

- 1) Penyampaian materi pelajaran dapat disamakan
Adanya media pembelajaran, penafsiran yang berbeda-beda siswa terhadap suatu konsep materi pelajaran dapat diminimalkan, sehingga materi dapat disampaikan secara konsisten kepada seluruh siswa.
- 2) Proses pembelajaran menjadi lebih jelas dan menarik

Media mempunyai potensi untuk menyampaikan informasi melalui berbagai elemen, seperti suara, gambar, dan warna, baik dalam bentuk aslinya maupun melalui manipulasi. Media membantu memperjelas

konsep dan memikat minat belajar siswa, menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih menyenangkan dan efektif.

3) Proses pembelajaran menjadi lebih interaktif.

Media dapat menjadi alat yang efektif untuk mendukung komunikasi dua arah antara siswa dan guru selama proses pembelajaran. Jika media dipilih dengan baik dan dirancang secara tepat, dapat memberikan platform untuk interaksi yang lebih aktif antara siswa dan guru.

4) Efisiensi waktu dan tenaga

Penggunaan media dalam pembelajaran dapat membantu mencapai tujuan belajar secara maksimal dengan waktu dan tenaga yang lebih efisien.

5) Meningkatkan kualitas hasil belajar siswa

Melalui penggunaan media pembelajaran, siswa memiliki akses ke pengalaman belajar yang lebih mendalam, utuh, dan interaktif. Pemahaman yang lebih mendalam dan aplikasi yang lebih baik dari materi pelajaran membantu siswa mencapai hasil belajar yang lebih baik secara keseluruhan.

6) Media memungkinkan proses pembelajaran dilakukan di mana saja dan kapan saja.

Siswa mempunyai kebebasan dan fleksibilitas untuk belajar di mana saja dan kapan saja melalui media pembelajaran. Siswa dapat memanfaatkan waktu yang lebih efisien dan mengakses sumber daya pembelajaran dengan lebih mudah. Hal ini membuka peluang untuk pembelajaran yang lebih mandiri, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan individu siswa.

- 7) Media dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap materi dan proses belajar.

Melalui penggunaan media pembelajaran yang menarik, menyenangkan, relevan, dan beragam, siswa dapat mengembangkan sikap positif terhadap materi dan proses belajar. Minat yang tumbuh, motivasi yang meningkat, serta kepuasan dalam pencarian ilmu pengetahuan akan membantu siswa mencintai ilmu pengetahuan dan mengembangkan kebiasaan belajar sepanjang hayat.

- 8) Peran guru dapat berubah kearah yang lebih positif

Adanya media pembelajaran yang dimanfaatkan dengan baik, seorang guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber belajar bagi siswa. Peran guru tidak hanya terbatas pada

menjelaskan seluruh materi pelajaran, tetapi juga sebagai fasilitator, pengarah, dan pendamping dalam proses pembelajaran.

3. Media Pembelajaran Model *Games*

Pengertian *Game*

Game adalah suatu bentuk permainan yang berasal dari bahasa Inggris. Istilah "*game*" dalam konteks bahasa Indonesia, mengacu pada permainan. Permainan dalam hal ini merujuk pada aktivitas yang melibatkan kelincahan intelektual (*Intellectual Playability Game*) yang sering kali dilakukan dengan tujuan *refreshing* atau menyenangkan tanpa mengambil seriusitas. Pemain dalam *game*, membuat keputusan dan melakukan aksi sesuai dengan aturan yang ditetapkan untuk mencapai tujuan tertentu, seperti menyelesaikan tantangan, mencapai skor tertinggi, atau menghadapi tantangan dari pemain lain. *Game* sering kali digunakan sebagai sarana hiburan, interaksi sosial, atau sebagai bentuk aktivitas rekreasi (Suryadi, 2018).

Game merupakan suatu kegiatan yang mempunyai struktur yang dirancang untuk memberikan pengalaman yang menarik dan menyenangkan kepada pemainnya. Tujuan utama dari *game* adalah hiburan.

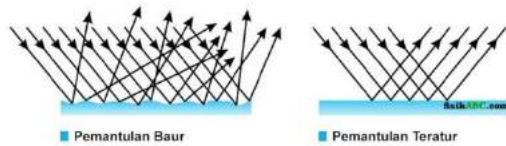
Game dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis yaitu petualangan, aksi, simulasi, permainan papan, logika, pendidikan, dan arcade. *Game* dapat dijadikan penyampaian dalam hiburan, simulasi, dan pendidikan (Fuada, 2015).

Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa *game* merupakan suatu media yang digunakan untuk memberikan hiburan sekaligus mendidik dalam konteks pembelajaran, sehingga dapat memotivasi siswa dalam proses pembelajaran.

4. Optika Geometris

a) Pemantulan Cahaya

Pemantulan cahaya dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pemantulan teratur dan pemantulan acak. Apabila sinar cahaya mengenai suatu permukaan yang tidak rata, maka akan terjadi pemantulan acak di mana arah sinar yang dipantulkan tersebar ke berbagai arah. Seberkas cahaya yang mengenai bidang, dapat dilihat pada Gambar 2.1

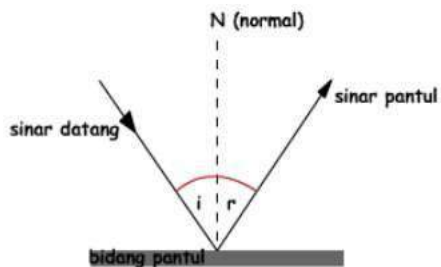


Gambar 2. 1 Seberkas cahaya yang mengenai bidang (Giancoli, 2014)

Hukum Snellius, yang mengatur pemantulan cahaya, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Ketika sinar datang, sinar pantul, dan garis normal berada pada bidang datar dan berpotongan pada satu titik.
2. Sudut datang sama dengan sudut pantul.

Hukum Snellius dapat dilihat pada Gambar 2.2



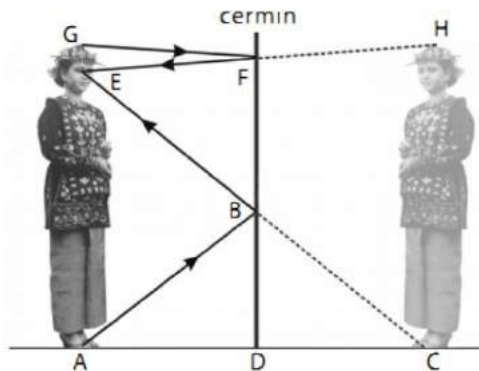
Gambar 2. 2 Hukum Snellius

Sumber Gambar : Tipler, (1996)

Jenis pemantulan terdiri dari pemantulan pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung. Berikut penjelasan tentang jenis pemantulan.

a) Pemantulan cahaya pada cermin datar

Cermin datar merupakan cermin yang mempunyai permukaan pemantul yang datar dan halus (Giancoli, 2014). Cahaya yang jatuh atau mengenai cermin datar akan terjadi pemantulan cahaya yang mengakibatkan bayangan pada cermin datar. Cermin datar mempunyai sifat bayangan yaitu maya, tegak, dan sama besar (Tipler, 1996). Pemantulan cahaya pada cermin datar dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Pemantulan cahaya pada cermin datar (Giancoli, 2014)

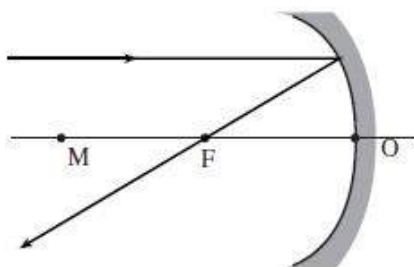
b) Pemantulan cahaya pada cermin lengkung

Pemantulan cahaya pada cermin lengkung memiliki dua jenis, yaitu pemantulan cermin cekung dan pemantulan cermin cembung.

1. Pemantulan cahaya pada cermin cekung

Cermin cekung merujuk pada cermin yang memiliki permukaan yang melengkung ke dalam (Halliday, 2010). Cermin cekung memiliki sinar-sinar khusus, di antaranya:

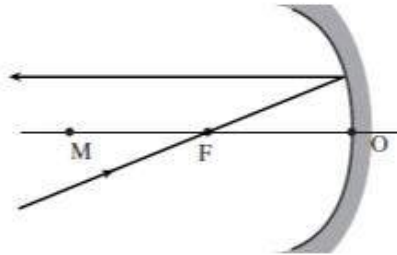
- 1) Sinar yang datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus (f), seperti yang terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Sinar istimewa 1 pada cermin cekung (fisikazone.com)

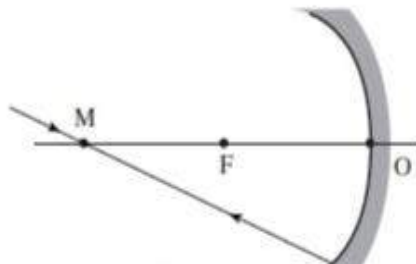
- 2) Sinar yang memasuki cermin melalui titik fokus (f) kemudian dipantulkan

sejajar dengan sumbu utama, dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 Sinar istimewa 2 pada cermin cekung (fisikazone.com)

3) Sinar memasuki cermin melalui titik pusat kelengkungan (M) dan akan dipantulkan kembali melalui titik pusat kelengkungan cermin, dapat dilihat pada Gambar 2.6

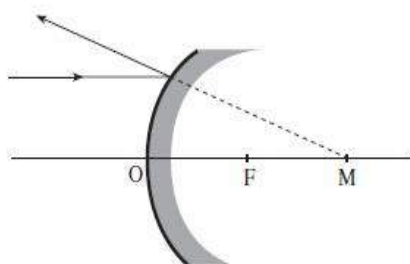


Gambar 2. 6 Sinar istimewa 3 pada cermin cekung (fisikazone.com)

2. Pemantulan cahaya pada cermin cembung

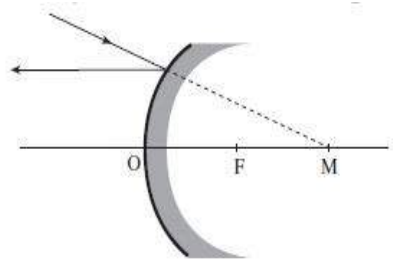
Cermin cembung merupakan cermin yang mempunyai permukaan melengkung ke arah luar (Halliday, 2010). Cermin cembung mempunyai sinar istimewa diantaranya:

- 1) Sinar yang sejajar sumbu utama cermin dipantulkan seolah-olah keluar dari titik fokus (f), dapat dilihat pada Gambar 2.7



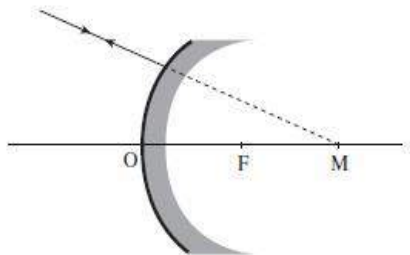
Gambar 2. 7 Sinar Sejajar Sumbu Utama
(fisikazone.com)

- 2) Sinar yang mengarah ke titik fokus (f) akan dipantulkan sejajar dengan sumbu utama, dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2. 8 Sinar menuju titik fokus
(fisikzone.com)

- 3) Sinar yang bergerak menuju titik pusat kelengkungan (M) cermin akan dipantulkan seolah-olah keluar dari titik pusat kelengkungan internal cermin (Tipler, 1996). Cahaya menuju titik pusat kelengkungan (M) dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2. 9 Sinar menuju pusat kelengkungan (fisikazone.com)

Titik fokus cermin cembung dan cermin cekung ditunjukkan pada persamaan 2.1

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad (2.1)$$

Keterangan:

f = titik fokus (cm)

s = jarak benda (cm)

s' = jarak bayangan (cm)

(Halliday, 2010)

Persamaan perbesaran bayangan pada cermin cembung dan cermin cekung ditunjukkan pada persamaan 2.2

$$M = \frac{h'}{h} \quad (2.2)$$

Keterangan:

M = perbesaran bayangan (kali)

h' = tinggi bayangan (cm)

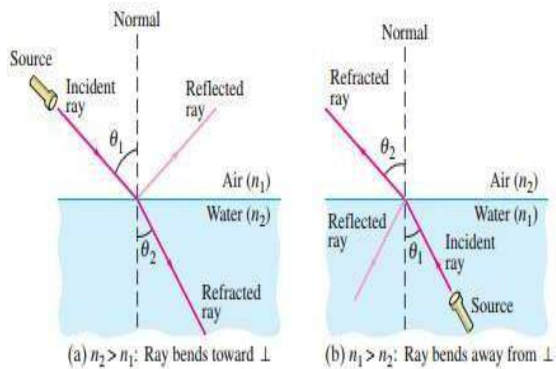
h = tinggi benda (cm)

(Giancoli, 2014)

b) Pembiasan Cahaya

Ketika cahaya melewati dari suatu medium udara ke medium air dengan indeks bias yang berbeda, sebagian cahaya yang datang akan dipantulkan saat mencapai batas antarmuka kedua medium tersebut, sementara sisanya akan melanjutkan menembus medium air. Jika suatu cahaya melewati medium air ke medium udara dengan sudut terhadap permukaan yang

membentuk sudut (tidak hanya tegak lurus), cahaya tersebut akan mengalami pembelokan. Pembiasan merupakan pembelokan cahaya saat cahaya datang mengenai bidang batas antara dua medium. Proses pembiasan cahaya dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 Skema Pembiasan Cahaya
(Giancoli, 2014)

a. Hukum Snellius pada pembiasan cahaya

Hukum Snellius adalah hubungan antara sudut bias yang tergantung pada kecepatan cahaya di kedua media dan sudut datangnya. Persamaan Hukum Snellius ditunjukkan pada persamaan 2.3

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \quad (2.3)$$

Keterangan:

θ_i = sudut datang

θ_r = sudut bias

n_1 = indeks bias medium 1

n_2 = indeks bias medium 2

(Giancoli, 2014)

Berdasarkan hukum snellius dapat diperoleh:

1. Apabila $n_2 = n_1$ sehingga $\theta_r = \theta_i$ mempunyai arti bahwa berkas cahaya tidak dibelokkan dan cahaya diteruskan ke dalam arah sinar yang tidak dibelokkan.
2. Apabila $n_2 > n_1$ sehingga $\theta_r < \theta_i$ mempunyai arti berkas cahaya dapat dibelokkan menuju garis normal.
3. Apabila $n_2 < n_1$ sehingga $\theta_r > \theta_i$ mempunyai arti bahwa cahaya yang terpapar akan mengalami pembelokan menjauhi garis normal.

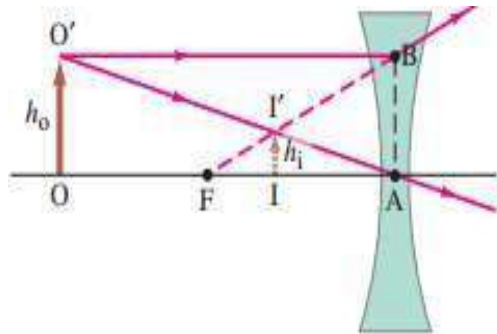
b. Pembiasan cahaya pada bidang lengkung

1). Pembiasan cahaya pada lensa cekung

Lensa cekung diklasifikasikan sebagai lensa divergen karena lensa cekung mempersebarakan berkas sinar sejajar yang melalui lensa tersebut. Jari-jari kelengkungan negatif, saat objek menghadap permukaan cekung (Halliday, 2010). Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung diantaranya:

1. Cahaya yang bergerak sejajar sumbu utama akan dibiaskan sehingga tampak seolah-olah berasal dari titik fokus kedua.
2. Cahaya yang menuju titik fokus pertama akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.

Cahaya yang melewati pusat lensa akan melanjutkan perjalanannya tanpa mengalami pembiasan (Tipler, 1996). Pembentukan gambar pada lensa cekung dapat diamati melalui diagram sinar yang ditampilkan dalam Gambar 2.11



Gambar 2. 11 Pembentukan bayangan pada lensa cekung (Giancoli, 2014)

2). Pembiasan cahaya pada lensa cembung

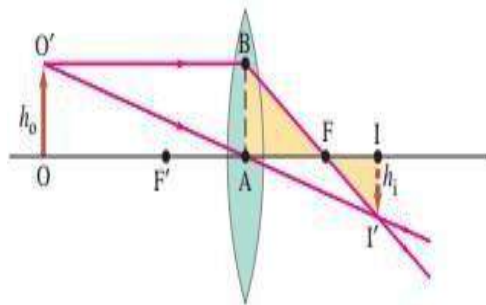
Lensa cembung dikategorikan sebagai lensa konvergen karena lensa cembung memusatkan berkas sinar sejajar yang melewatinya. Jari-jari kelengkungan positif saat

objek menghadap permukaan pembias cembung (Halliday, 2010).

Sinar istimewa pada lensa cembung diantaranya:

1. Cahaya yang datang sejajar dengan sumbu utama kemudian dibiaskan melalui titik fokus di bagian belakang lensa.
2. Cahaya yang melewati titik fokus di depan lensa akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama di bagian belakang lensa.

Cahaya akan merambat lurus saat melewati pusat lensa (Giancoli, 2014). Pembentukan gambar pada lensa cembung dapat dilihat melalui diagram sinar yang ditampilkan dalam Gambar 2.12



Gambar 2. 12 Pembentukan bayangan pada lensa cembung (Giancoli, 2014)

3). Persamaan lensa cembung ditunjukkan pada persamaan 2.1.

Perbesaran bayangan pada lensa cembung ditunjukkan pada persamaan 2.2

5. Kajian Alat Optik

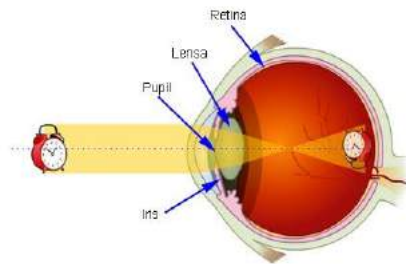
Alat optik adalah perangkat yang beroperasi berdasarkan sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik yang dapat dipantulkan dan dibiaskan untuk membentuk bayangan objek. Alat optik utama menggunakan lensa, prisma, atau cermin. Alat optik dibagi menjadi dua jenis, yaitu alamiah (asli) dan buatan. Alat optik alamiah adalah mata, sedangkan alat optik buatan digunakan sebagai alat bantu untuk menganalisis objek yang terlalu kecil atau tidak dapat terlihat dengan jelas oleh mata manusia, misalnya kamera, kacamata, lup (kaca pembesar, mikroskop, dan teleskop (teropong)).

a. Mata

Mata adalah organ indera manusia yang digunakan untuk penglihatan dan merupakan alat optik alamiah yang tidak dapat diciptakan oleh manusia. Secara struktural, prinsip kerja mata manusia mirip dengan kamera, menggunakan lensa cembung untuk membentuk bayangan nyata, lebih kecil, dan terbalik

dari objek yang diamati. Mata merupakan ruang tertutup yang memungkinkan cahaya masuk melalui lensa.

Proses pembentukan bayangan di mata dimulai ketika cahaya dipantulkan oleh objek dan menuju mata. Kornea menerima pantulan cahaya tersebut. Cahaya kemudian dibiaskan oleh lensa mata, yang menghasilkan bayangan terbalik pada retina. Saraf-saraf kemudian mengolah sinyal tersebut, memungkinkan manusia untuk melihat objek sebagaimana adanya. Bayangan yang terbentuk pada retina adalah nyata, diperkecil, dan terbalik. Proses pembentukan bayangan di mata dapat dilihat dalam Gambar 2.13



Gambar 2.13 Proses pembentukan bayangan pada mata

Sumber Gambar : utakatikotak.com

Fungsi utama lensa dalam mata adalah untuk memfokuskan cahaya pada retina. Mata memiliki

jarak bayangan yang tetap karena jarak antara lensa dan retina sebagai layar tetap. Untuk memungkinkan fokus yang tepat pada objek dengan jarak yang berbeda di depan lensa, jarak fokus lensa harus disesuaikan. Proses penyesuaian jarak fokus lensa dalam pemfokusan dilakukan oleh otot siliar. Proses di mana lensa mengubah jarak fokusnya untuk memfokuskan objek pada jarak yang berbeda disebut akomodasi mata.

a) Titik Dekat dan Titik Jauh Mata

Titik dekat mata (*punctum proximum*) adalah jarak terkecil di mana mata masih dapat memfokuskan dengan baik. Titik jauh (*punctum remotum*) adalah jarak terjauh di mana objek masih dapat terlihat dengan jelas. Pada mata normal, titik dekatnya adalah sekitar 25 cm, sedangkan titik jauhnya adalah tak terbatas. Kemampuan lensa mata mempunyai batas-batas tertentu. Mata normal untuk usia anak-anak mempunyai titik dekat yang berjarak 10 cm sampai dengan 20 cm dan mata normal untuk usia dewasa mempunyai titik dekat yang berjarak 20 cm sampai dengan 30 cm (Suwarna, 2010).

Individu dengan miopi, titik dekatnya sekitar 25 cm dan jarak jauhnya tak terbatas. Sedangkan pada individu dengan hipermetropi, titik dekatnya lebih dari 25 cm dan titik jauhnya tak terbatas. Jangkauan penglihatan mata manusia ditunjukkan pada Gambar 2.14



Gambar 2. 14 Jangkauan Penglihatan ($P_p =$
Punctum Proximum dan $P_r =$ Punctum

Sumber Gambar : fisikaabc.com

Otot akomodasi berperan dalam mengendalikan kelengkungan lensa mata. Daya akomodasi merujuk pada kapasitas otot akomodasi untuk mengubah kelengkungan lensa mata. Kuat lensa rabun dekat (*punctum remotum*) dapat dirumuskan pada persamaan 2.4

$$P_{pp} = \frac{100}{sn} - \frac{100}{P_p} \quad (2.4)$$

Kuat lensa rabun jauh (*punctum proximum*) dapat dirumuskan pada persamaan 2.5

$$P_{pr} = \frac{-100}{P_r} \quad (2.5)$$

Keterangan :

P = kuat lensa (dioptri)

s_n = jarak mata normal (25 cm atau 30 cm)

P_p = *punctum proximatum* (titik dekat mata penderita satuannya cm)

P_r = *punctum remotum* (titik jauh mata penderita satuannya cm)

P_{pp} = kuat lensa rabun dekat (dioptri)

P_{pr} = kuat lensa rabun jauh (dioptri)

Sehingga daya akomodasi mata dapat dirumuskan pada persamaan 2.6

$$\text{Daya akomodasi} = P_p - P_r \quad (2.6)$$

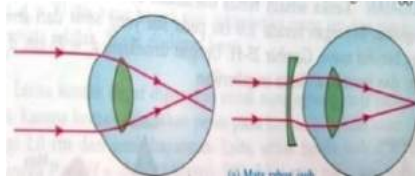
b) Cacat Mata

Cacat mata terjadi ketika kemampuan penglihatan seseorang berada di luar batas normal, dan dapat disebabkan oleh dua faktor utama: berkurangnya daya akomodasi mata dan kelainan bentuk bola mata. Penurunan daya akomodasi mata dapat menghasilkan tiga jenis cacat mata, yaitu miopi (rabun jauh), hipermetropi (rabun dekat), dan presbiopi (rabun tua). Kelainan bentuk bola mata dapat menyebabkan cacat mata astigmatis.

Pembahasan jenis cacat mata tersebut secara lebih rinci dijelaskan sebagai berikut::

1) Rabun jauh (Miopi)

Miopi adalah kondisi mata di mana fokus penglihatan terbatas pada objek yang berada dalam jarak dekat. Pada kondisi ini, titik jauh fokusnya tidak berada pada tak hingga, melainkan pada jarak yang lebih dekat, sehingga objek yang berada jauh tidak terlihat dengan jelas. Penyebab utama miopi biasanya adalah panjang bola mata yang berlebihan, meskipun terkadang juga dapat disebabkan oleh kelengkungan kornea yang terlalu besar. Kedua kondisi tersebut, bayangan objek yang berada jauh difokuskan di depan retina. Lensa divergen atau lensa cekung dapat memperbaiki kelainan ini. Titik dekat (*punctum proximum*) miopi yaitu kurang lebih 25 cm. Rabun jauh ditunjukkan pada gambar 2.15



Gambar 2. 15 Rabun Jauh (Miopi) : (a) rabun jauh; (b) rabun jauh ditolong dengan kacamata berlensa cekung

Bayangan yang terbentuk bersifat maya dan s' adalah titik jauh penderita sehingga kekuatan lensa untuk rabun jauh dan rabun dekat mempunyai persamaan 2.7

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad P = \frac{1}{f} \quad (2.7)$$

Keterangan :

s = titik terjauh mata normal yaitu ∞

s' = titik terjauh penderita (bernilai (∞) karena bayangan bersifat maya)

P = kekuatan lensa (dioptri)

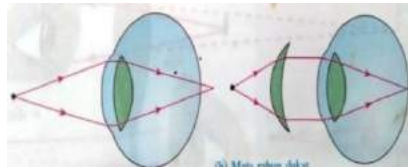
f = fokus lensa (cm)

2) Rabun Dekat (Hipermetropi)

Hipermetropi mengacu pada mata yang tidak dapat memfokuskan pada benda dekat. Meskipun benda benda jauh biasanya terlihat jelas, titik dekat (*punctum proximum*) agak lebih besar dari normal 25 cm, hal ini yang membuat kegiatan membaca menjadi sulit.

Kelainan ini disebabkan oleh biji mata yang terlalu pendek oleh kornea yang tidak cukup melengkung. Kelainan ini diperbaiki dengan lensa cembung. Bayangan benda jatuh dibelakang retina. dan s' adalah titik jauh penderita sehingga kekuatan lensanya mempunyai persamaan seperti persamaan 2.9

Rabun dekat ditunjukkan pada gambar 2.16



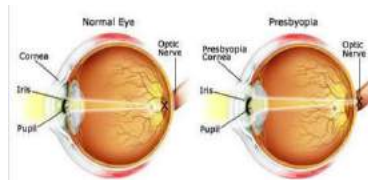
Gambar 2. 16 Rabun Dekat (Hipermetropi) :
(a) rabun dekat; (b) rabun dekat ditolong dengan kacamata berlensa cembung

Sumber Gambar : Giancoli, (2001)

3) Rabun Tua (Presbiopi)

Presbiopi adalah kondisi di mana kemampuan mata untuk berakomodasi berkurang akibat bertambahnya usia. Akibatnya, posisi titik dekat dan titik jauh pada mata telah bergeser. Untuk mengatasi kondisi ini, kacamata dengan lensa cembung dan lensa bifokal digunakan. Kacamata bifokal adalah jenis kacamata yang

memiliki dua fokus, satu untuk melihat jauh dan satu untuk kegiatan membaca. Rabun tua ditunjukkan pada gambar 2.17



Gambar 2. 17 Rabun Tua (Presbiopi) : (a) mata normal; (b) rabun tua ditolong dengan lensa cembung dan rangkap (Giancoli, 2001)

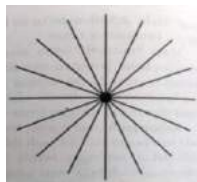
4) Astigmatisme

Astigmatisme sering disebabkan oleh kelengkungan tidak merata pada kornea atau lensa mata, yang mengakibatkan fokus titik menjadi garis pendek dan mengaburkan bayangan. Hal ini terjadi karena kornea memiliki bentuk bola yang tidak merata, dengan bagian silindris yang saling tumpang tindih. Lensa silindris digunakan untuk memfokuskan titik menjadi garis yang sejajar dengan sumbunya. Mata yang mengalami astigmatisme akan memfokuskan cahaya pada bidang vertikal atau pada jarak yang lebih dekat dibandingkan dengan bidang horizontal.

Astigmatisme dapat dikoreksi dengan menggunakan lensa silindris yang mengkompensasi keadaan tersebut. Tes astigmatisme biasanya dilakukan dengan melihat satu mata pada pola yang seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.16. Garis yang terfokus dengan tajam akan terlihat gelap, sementara garis yang tidak terfokus akan tampak lebih kabur atau berwarna abu-abu (Giancoli, 2001). Astigmatisme ditunjukkan pada Gambar 2.18 dan 2.19



Gambar 2. 18 Astigmatisme : (a) mata normal;
(b) astigmatisme dikoreksi dengan lensa
silindris



Gambar 2. 19 Pengujian untuk astigmatisme
Sumber Gambar : Giancoli, (2001)

b. Kamera

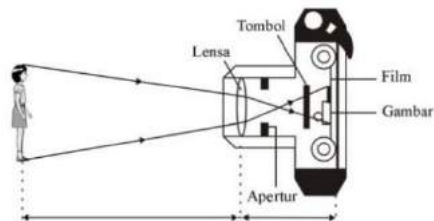
Kamera adalah salah satu perangkat optik yang terkenal karena fungsinya untuk merekam gambar. Lensa, kotak yang ringan dan rapat, serta penutup (*shutter*) adalah elemen-elemen dasar kamera yang memungkinkan cahaya masuk melalui lensa dalam waktu singkat, dan digunakan pelat atau potongan film sensitif pada kamera tradisional atau sensor elektronik pada kamera digital. Bayangan yang terbentuk oleh lensa kamera memiliki karakteristik nyata, terbalik, dan diperkecil.

Cara kerja dari kamera yaitu saat *shutter* (penutup) dibuka, cahaya dari objek yang akan difoto difokuskan oleh lensa. Bayangan yang terbentuk jatuh tepat pada pelat film. Pelat film terdiri dari bahan kimia yang peka terhadap cahaya dan akan mengalami perubahan saat dikenai cahaya. Bayangan yang terbentuk pada pelat film ini akan berubah menjadi gambar objek yang difoto setelah melalui proses pencucian film.

Kamera dengan kualitas yang baik, terdapat tiga pengaturan utama yang perlu diperhatikan, yaitu kecepatan shutter, *f-stop*, dan pemfokusan. Adapun penjelasan lebih lengkap terkait penyetelan utama kamera sebagai berikut :

1) Waktu pencahayaan atau kecepatan *shutter*

Kecepatan *shutter* memiliki dampak pada jumlah cahaya yang mencapai film. Melalui pengaturan ini, durasi dimana *shutter* dan film terbuka dapat diatur. Kecepatan *shutter* dapat bervariasi mulai dari satu detik atau lebih lama hingga $1/1000$ detik atau lebih cepat. Laju shutter diperlukan lebih tinggi untuk memotret objek yang bergerak dengan cepat. Kamera ditunjukkan pada gambar 2.20



Gambar 2.20 (a)Kamera Sederhana
(b)pada kamera dengan f-stop dan gelang pemfokus ada pada lensa kamera
Sumber Gambar : Giancoli, (2001)

2) *F*-stop

F-stop merupakan banyaknya cahaya yang mencapai sensor atau film bergantung pada luas bukaan lensa dan kecepatan *shutter*. Pengaturan *f-stop* harus dilakukan dengan hati-hati agar jumlah cahaya yang masuk cukup sehingga dihasilkan gambar yang baik. Jumlah cahaya yang dibutuhkan biasanya disesuaikan dengan “kecepatan” film. Ukuran bukaan diatur dengan *f-stop* yang didefinisikan sebagai persamaan 2.8

$$f\text{-stop} = \frac{f}{D} \quad (2.8)$$

keterangan :

f = panjang fokus lensa

D = diameter bukaan lensa

f-stop = ukuran bukaan diafragma

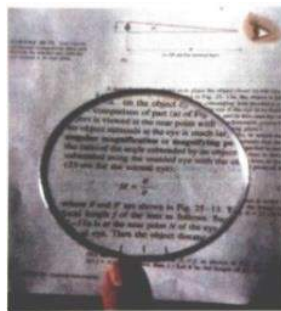
3) Pemfokusan

Pemfokusan adalah proses menyesuaikan posisi lensa agar tepat relatif terhadap film atau sensor untuk mendapatkan bayangan yang paling tajam. Posisi jarak bayangan terkecil berada pada jarak tak terhingga (dilambangkan dengan simbol ∞) dan setara dengan panjang fokus

lensa. Untuk memfokuskan objek yang berada dekat, lensa harus ditarik menjauh dari sensor atau film, pada lensa manual umumnya hal ini dilakukan dengan memutar sebuah gelang pada lensa (Tipler, 2001).

c. Lup (Kaca Pembesar)

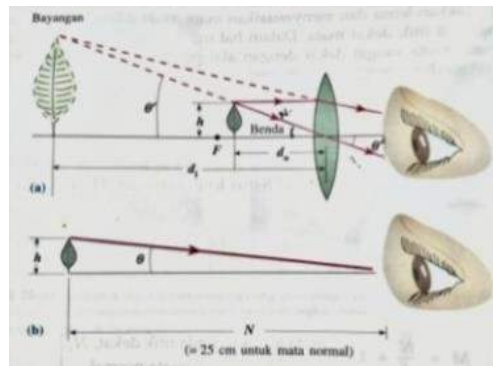
Kaca pembesar adalah sebuah alat optik yang terdiri dari lensa cembung yang digunakan untuk memperbesar bayangan maya secara tegak. Lensa cembung pada kaca pembesar berfungsi untuk memperbesar objek sehingga dapat terlihat dengan jelas. Mata manusia memiliki batasan dalam kemampuan akomodasi (titik dekat) yang hanya dapat mencapai titik tertentu yaitu pada jarak baca normal (s_n) 25 cm. lup ditunjukkan pada Gambar 2.21



Gambar 2. 21 Foto Kaca Pembesar dan bayangan yang dibuatnya

Sumber Gambar : Giancoli, 2001

Perbesaran bayangan (M) dari lensa dapat dijelaskan sebagai perbandingan antara sudut yang terbentuk ketika menggunakan lensa dengan sudut yang terbentuk ketika melihat benda tanpa bantuan mata pada titik dekat mata ($N = 25$ cm untuk mata normal). Perbesaran bayangan pada lup ditunjukkan pada Gambar 2.22



Gambar 2. 22 Daun dilihat (a) melalui kaca pembesar, dan (b) dengan mata tanpa bantuan

Sumber Gambar : Giancoli, (2001)

Perbesaran sudut lup dapat dituliskan pada persamaan 2.9:

$$M = \frac{\theta'}{\theta} \quad (2.9)$$

Sudut θ' dan θ ditunjukkan pada gambar 2.19 dapat didefinisikan sebagai persamaan 2.10 dan 2.11

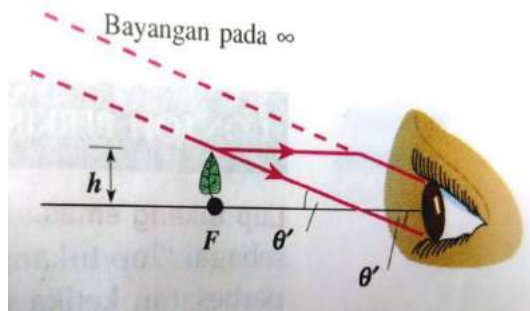
$$\theta' = \frac{h}{d_o} \quad (2.10)$$

$$\theta = \frac{h}{N} \quad (2.11)$$

Persamaan 2.10 dan 2.11 dapat disubstitusikan pada persamaan 2.9 sehingga diperoleh persamaan 2.12

$$M = \frac{N}{d_o} \quad (2.12)$$

Dalam kondisi mata yang *rileks* dan tanpa ketegangan, bayangan objek akan terbentuk pada jarak tak terhingga, dan objek itu sendiri akan berada tepat pada titik fokus ditunjukkan pada Gambar 2.23



Gambar 2. 23 benda diletakkan pada titik fokus, dengan mata yang *rileks* dan bayangan berada pada jarak tak hingga.

Bandingkan dengan gambar 2.22 a dan 2.22 b dimana bayangan berada pada titik dekat mata

Jarak $d_o = f$ karena pada kasus mata *rileks* maka benda berada di titik fokus. Sudut θ' dapat didefinisikan sebagai persamaan 2.13

$$\theta' = \frac{h}{f} \quad (2.13)$$

persamaan 2.13 dapat disubstitusikan pada persamaan 2.12, sehingga diperoleh perbesaran (M) untuk mata rileks pada persamaan 2.14

$$M = \frac{N}{f} \quad (2.14)$$

Semakin pendek panjang fokus lensa, maka semakin besar perbesarannya. Pada jenis lensa tertentu, perbesaran dapat sedikit ditingkatkan dengan menggerakkan lensa dan menyesuaikan fokus mata terhadap bayangan pada titik dekat mata. Dalam hal ini, jarak bayangan terhadap lensa $d_1 = -N$, di mana tanda negatif menunjukkan bahwa bayangan yang terbentuk adalah bayangan maya. Jarak benda dan jarak bayangan dinyatakan dengan d_o dan d_1 ditunjukkan pada Gambar 2.19. jarak benda di dinyatakan dengan persamaan 2.15

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_1} \quad (2.15)$$

$$\frac{1}{d_o} = \frac{1}{f} - \frac{1}{d_1} = \frac{1}{f} + \frac{1}{N} \quad (2.16)$$

Persamaan 2.16 dapat diketahui bahwa $d_o < f$,

Seperti ditunjukkan pada gambar 2.19 a sudut θ' $\frac{h}{do}$ sehingga diperoleh perbesaran (M) pada persamaan 2.17 dan 2.18

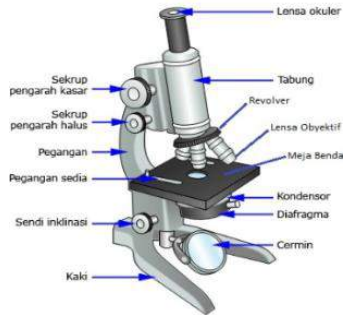
$$M = N \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{N} \right) \quad (2.17)$$

$$M = \frac{N}{f} + 1 \quad (2.18)$$

(Giancoli, 2001)

d. Mikroskop

Mikroskop adalah sebuah alat optik yang sering digunakan di laboratorium sains untuk memvisualisasikan objek-objek yang sangat kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Contohnya adalah sel-sel, mikroorganisme, dan objek-objek kecil lainnya, yang dapat diperbesar dan memberikan gambar yang kontras. Komponen mikroskop umumnya terdiri dari dua lensa cembung. Ada jenis mikroskop yang menggunakan kombinasi lensa objektif dan okuler, yang dikenal sebagai mikroskop cahaya dengan lensa ganda. Bagian bagian mikroskop ditunjukkan pada Gambar 2.24

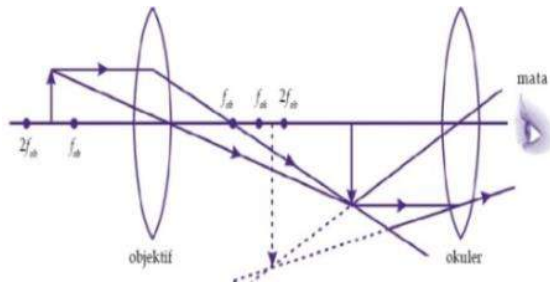


Gambar 2. 24 Bagian-Bagian Mikroskop

Benda yang ingin diamati dengan mikroskop harus ditempatkan di depan lensa objektif dengan jarak fokus objektif (f_{ob}) atau dua kali jarak f_{ob} . Sebagai hasilnya, bayangan benda tersebut terbentuk di belakang lensa objektif pada jarak yang lebih besar dari dua kali jarak f_{ob} . Bayangan tersebut memiliki sifat nyata dan terbalik. Bayangan dari lensa objektif dianggap sebagai objek oleh lensa okuler. Kemudian, bayangan tersebut membentuk bayangan pada lensa okuler.

Bayangan pada lensa okuler dapat dilihat oleh mata. Selanjutnya, bayangan tersebut ditempatkan di depan lensa okuler. Hasilnya, bayangan ini bersifat maya. Hal ini terjadi ketika bayangan pada lensa objektif jatuh pada jarak yang kurang dari fokus lensa okuler. Bayangan akhir yang terbentuk oleh mikroskop bersifat maya, terbalik, dan

diperbesar. Terbentuknya bayangan pada mikroskop ditunjukkan pada Gambar 2.25



Gambar 2. 25 Proses Terbentuknya Bayangan Pada Mikroskop

Sumber Gambar : Tipler, (2001)

Panjang mikroskop, atau jarak antara lensa objektif dan lensa okuler, ditentukan oleh jarak dari bayangan objek pada lensa objektif ke lensa objektif itu sendiri, ditambah dengan jarak dari bayangan objek tersebut ke lensa okuler. Persamaan matematis yang menggambarkan hal ini dapat dinyatakan dalam Persamaan 2.19:

$$d = s'_{ob} + s_{ok} \quad (2.19)$$

keterangan :

d = Panjang mikroskop (cm)

s'_{ob} = Jarak bayangan pada lensa objektif (cm)

s_{ok} = Jarak benda pada lensa okuler (cm)

Mikroskop menghasilkan perbesaran total yang diperoleh dengan mengalikan perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif dengan perbesaran sudut yang dihasilkan oleh lensa okuler. Perbesaran total ini merupakan hasil dari kombinasi perbesaran dari kedua lensa tersebut yang secara matematis dituliskan pada persamaan 2.20:

$$M = M_{ob} \cdot M_{ok} \quad (2.20)$$

Keterangan :

M = Perbesaran total yang dihasilkan mikroskop (kali)

M_{ob} = Perbesaran yang dihasilkan lensa objektif (kali)

M_{ok} = Perbesaran sudut yang dihasilkan lensa okuler (kali)

Lensa objektif menghasilkan perbesaran yang memenuhi persamaan 2.21:

$$M_{ob} = \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \quad (2.21)$$

Mikroskop menghasilkan perbesaran total yang diperoleh dengan mengalikan perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif dengan perbesaran sudut yang dihasilkan oleh lensa okuler. Perbesaran total ini merupakan hasil

dari kombinasi perbesaran dari kedua lensa tersebut. dituliskan pada persamaan 2.22:

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} \quad (2.22)$$

Serta untuk pengamatan dengan akomodasi maksimum dituliskan dengan persamaan 2.23:

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \quad (2.23)$$

Keterangan :

s_n = titik dekat mata (25 cm dari mata normal)

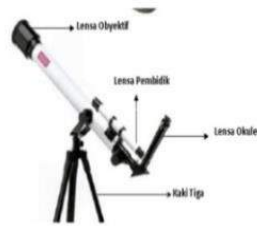
M_{ok} = perbesaran sudut yang dihasilkan lensa okuler (kali)

f_{ok} = jarak fokus lensa okuler (cm)

(Tipler, 2001).

e. Teleskop (Teropong)

Teleskop, yang juga dikenal sebagai teropong, adalah sebuah perangkat optik yang digunakan untuk memperbesar objek yang berada sangat jauh. Dalam kebanyakan kasus, objek dapat dianggap berada pada jarak yang sangat jauh atau tak terhingga. Bagian bagian teleskop ditunjukkan pada Gambar 2.26



Gambar 2. 26 Teleskop dan Bagian-Bagiannya

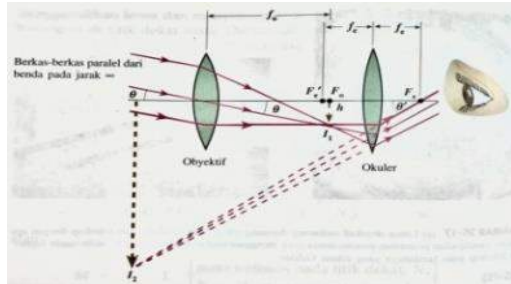
Sumber Gambar : Giancoli, (2014)

Macam-macam teleskop antara lain sebagai berikut.

1. Teleskop Bintang (Astronomi)

Teleskop digunakan untuk mengamati objek-objek langit, seperti bintang, satelit, dan planet, dengan lebih rinci. Terdapat berbagai jenis teleskop bintang, dan jenis pembiasan yang paling umum dapat dibagi menjadi dua, yaitu teleskop dengan lensa fokus yang ditempatkan di kedua ujung tabung panjang. Lensa objektif merupakan lensa yang berada paling dekat dengan objek dan menghasilkan bayangan nyata dari objek yang berada sangat jauh dari bidang fokus.

Pembentukan bayangan pada teleskop bintang ditunjukkan pada Gambar 2.27



Gambar 2. 27 Pembentukan bayangan pada teleskop bintang (astronomi)

Sumber Gambar : Giancoli, (2014)

Lensa okuler diatur sedemikian rupa agar mata yang melihat tidak perlu melakukan akomodasi, sehingga bayangan terbentuk pada jarak tak terhingga. Sementara itu, bayangan nyata terbentuk pada titik fokus lensa okuler, dan jarak antara kedua lensa tersebut adalah $f_{ob} + f_{ok}$ untuk objek yang berada pada jarak tak terhingga. Jika objek yang diamati melalui teleskop sangat jauh, maka jarak sok dianggap tak terhingga (∞). Ketika objek berasal dari jarak tak terhingga, bayangan yang dibentuk oleh lensa cembung tepat berada di titik fokus lensa, sehingga $s'_{ob} = f_{ob}$. Jumlah jarak bayangan objektif (s'_{ob}) dan jarak benda lensa okuler (sok) disebut sebagai jarak antara lensa. Sehingga jarak antar lensa atau panjang

teleskop (d) adalah $s'_{ob} = s_{ok}$. Karena mata dalam keadaan tak berakomodasi maka $s_{ob} = f_{ok}$ sedangkan

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

Jarak bayangan yang dibentuk oleh lensa okuler (s'_{ok}), pada keadaan mata berakomodasi maksimum sama dengan titik dekat mata (s_n). Daya perbesaran teleskop dapat dituliskan pada persamaan 2.24:

$$M = - \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (2.24)$$

Keterangan :

M = perbesaran teleskop (kali)

f_{ob} = jarak fokus lensa objektif (cm)

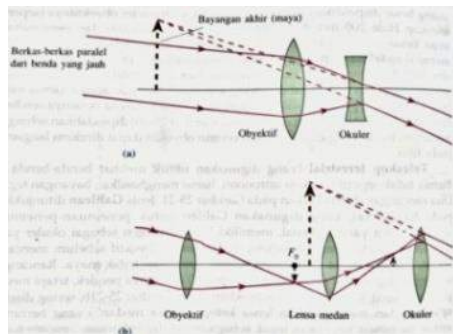
f_{ok} = jarak fokus lensa okuler (cm)

Bayangan yang terbalik dapat diindikasikan dengan tanda negatif. Untuk mendapatkan perbesaran yang lebih tinggi, digunakan lensa objektif dengan panjang fokus yang lebih panjang dan lensa okuler dengan panjang fokus yang lebih pendek.

2. Teleskop Bumi (*Terrestrial*)

Teleskop digunakan untuk mengamati objek di Bumi yang berjarak sangat jauh dari pengamat, sehingga dapat dilihat dengan lebih

dekat dan jelas. Teleskop Bumi menggunakan lensa cembung tambahan (lensa pembalik) yang ditempatkan di antara lensa objektif dan lensa okuler untuk menghasilkan bayangan akhir yang tegak lurus dengan objek aslinya. Pembentukan bayangan pada teleskop bumi ditunjukkan pada Gambar 2.28



Gambar 2. 28 Pembentukan bayangan pada teleskop bumi

Sumber Gambar : Giancoli, (2014)

Panjang teleskop dapat dituliskan pada persamaan 2.25:

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok} \quad (2.25)$$

dan perbesaran teleskop dapat dituliskan pada persamaan 2.26

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (2,26)$$

3. Teleskop panggung (*Galileo*)

Teleskop menggunakan lensa cembung sebagai objektif dan lensa cekung sebagai okuler. Panjang teleskop dapat dituliskan pada persamaan 2.27:

$$d = f_{ob} + f_{ok} \quad (2.27)$$

dan perbesaran teleskop dapat dituliskan pada persamaan 2.28:

$$M = \left| \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \right| \quad (2.28)$$

(Giancoli, 2014)

6. *Game* Edukasi

a. Pengertian *Game* Edukasi

Game edukasi adalah jenis *game* digital yang dirancang khusus untuk memberikan pengayaan pendidikan dan mendukung proses belajar mengajar menggunakan teknologi multimedia interaktif. *Game* ini menggabungkan elemen permainan dengan materi edukasi yang dirancang dalam bentuk *game* interaktif. Tujuan utama dari *game* edukasi adalah meningkatkan kecerdasan dan keterampilan siswa melalui pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif. Konsep *game* edukasi didasarkan pada prinsip-prinsip pendidikan yang melibatkan berbagai unsur yang saling terkait. Unsur-unsur tersebut

diantaranya kreativitas, kesenangan, petualangan, motivasi, bermain, keterampilan, kebebasan, pendidikan, logika, hobi, kemandirian, dan keputusan. Unsur-unsur ini kemudian disesuaikan dengan kelompok usia pengguna dan kurikulum pembelajaran untuk memastikan bahwa *game* edukasi sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan siswa yang dimaksud (Arif & Sumawati, 2016).

Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi merupakan perangkat permainan digital yang dirancang dengan konteks pendidikan dan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan motivasi siswa dalam belajar. *Game* edukasi fisika berbasis *android* ini menggabungkan jenis permainan *side scrolling* dengan elemen kuis dalam pengembangannya (pertanyaan). *Side Scrolling Game* yaitu *game* yang mempunyai karakter yang dapat bergerak ke samping, ke atas, ke depan, diikuti dengan gerakan *background*. Misalnya super mario, metal slug, dan sebagainya (Ridoi, 2018).

Media pembelajaran berbentuk *game* edukasi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran menurut (Dermawan, 2015) mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Melibatkan siswa dalam eksplorasi dan penemuan sendiri
- b. Mengikuti prosedur, langkah, dan aturan permainan
- c. Materi dengan satuan yang utuh
- d. Membutkikan dan mencari jawaban sesuai langkah permainan
- e. Menampilkan proses permainan dan berpikir kritis
- f. Menggunakan stimulus dan penguatan yang beragam dan kuat
- g. Memerlukan evaluasi sikap kejujuran dan kecermatan

b. Prinsip *Game* Edukasi

Game edukasi dalam pengembangannya, ada beberapa prinsip yang harus diterapkan dalam sebuah *game mobile learning* (Sandy & Hidayat, 2019) diantaranya sebagai berikut:

- a. *Individualization* : Materi pembelajaran dalam *game* edukasi dibuat sesuai dengan kebutuhan individu pembelajar, sedangkan tingkat kesulitan atau tantangan dalam *game* dapat disesuaikan dengan kemampuan idnividu pemain.
- b. *Feedback Active* : Terdapat umpan balik yang tepat dan segera dalam *game* edukasi untuk memperbaiki pembelajaran dan mengurangi ketidaktahuan pembelajar terhadap materi yang disampaikan.

Game menyediakan umpan balik dengan cepat dan relevan sesuai dengan tindakan atau jawaban yang dilakukan oleh pemain.

- c. *Active Learning* : Terdapat kecenderungan untuk melibatkan siswa secara aktif dalam menciptakan penemuan dan pengetahuan baru yang konstruktif. *Game* menyediakan lingkungan interaktif yang mendorong siswa untuk aktif terlibat dalam proses pembelajaran, menjelajahi konsep, dan mengembangkan pemahaman baru.
- d. *Motivation* : Siswa termotivasi oleh penghargaan dalam aktivitas permainan, sedangkan *game* mendorong keterlibatan pengguna selama berjam-jam untuk mencapai tujuan permainan.
- e. *Social* : Pengetahuan melibatkan proses partisipasi sosial, sedangkan *game* dapat dimainkan secara bersama dengan orang lain (seperti *game multiplayer*) atau melibatkan komunitas pecinta game yang sama.
- f. *Scaffolding* : Siswa secara bertahap ditantang dengan tingkat kesulitan yang meningkat dan dapat maju untuk mencapai kemenangan dalam permainan, sedangkan *game* dibangun dengan multiple level dimana pemain tidak dapat melanjutkan ke level yang lebih tinggi sampai

pemain berhasil menyelesaikan permainan pada level yang ada.

- g. *Transfer*: Siswa mengembangkan kemampuan untuk mentransfer pengetahuan dari satu orang ke orang lain, sedangkan *game* memungkinkan pemain untuk mentransfer informasi dari satu konteks permainan ke konteks lainnya.
- h. *Assessment*: Setiap individu memiliki kesempatan untuk mengevaluasi pembelajarannya sendiri atau membandingkannya dengan orang lain dalam game.

Game edukasi yang akan dikembangkan yaitu *game* edukasi berbentuk atau berbasis aplikasi dengan sistem operasi smartphone *android*.

7. Hakikat *Android*

Android adalah sebuah *platform* berbasis *Linux* untuk perangkat mobile yang meliputi sistem operasi, perangkat lunak perantara, dan aplikasi. *Android* memberikan kesempatan bagi para pengembang untuk membuat aplikasi sesuai keinginan mereka dengan menyediakan *platform* yang terbuka. Sistem operasi ini memiliki jangkauan yang luas, mengoperasikan lebih dari satu miliar *smartphone* dan tablet (Efendi, 2018).

Android dalam pengembangan aplikasinya, menawarkan pendekatan menyeluruh. Pendekatan

menyeluruh tersebut berkaitan dengan kompatibilitas dan kemampuan aplikasi *android* untuk berjalan di berbagai jenis perangkat yang menggunakan sistem operasi *android*, seperti *smartphone*, *smartwatch*, tablet, dan perangkat lainnya. Kesuksesan dan perkembangan pesat *android* tidak lepas dari peran *Android Open Source Project (AOSP)*, yang merupakan proyek pengembangan sistem operasi *android* yang dipimpin oleh *Google* (Hamria & Hasmirati, 2022).

Android telah mengalami perkembangan yang pesat seiring berjalannya waktu. Ini dapat terlihat dari banyaknya versi sistem operasi *android* yang telah dirilis. Uniknya, setiap versi *android* diberi nama makanan penutup (*dessert*) yang mencerminkan pengalaman manis yang ditawarkan oleh *android* kepada pengguna. Berikut versi *android* yang telah dirilis hingga saat ini dapat dilihat pada tabel 2.1:

Pada tabel yang terlampir, terdapat berbagai tingkatan *API* yang berbeda untuk setiap versinya. Tingkatan *API (Application Programming Interface)* memiliki peran penting dalam mengidentifikasi dan mendefinisikan nomor unik yang digunakan untuk mengidentifikasi versi *Android* yang digunakan. Setiap versi *android* diberi nomor versi dan tingkatan *API* yang sesuai (Kadir, 2013). *Game* edukasi ini dapat

digunakan untuk semua jenis *android* termasuk jenis *android* terbaru yaitu *android 10*. Jenis-jenis *android* dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Versi Versi *Android*

Versi <i>Android</i>	API Level	Tanggal Rilis	Code Name
1.0	1	23 September 2008	Astro (Alpha)
1.1	2	9 Februari 2009	Beta
1.5	3	30 April 2009	Cupcake
1.6	4	15 September 2009	Donut
2.0	5/6/7	26 Oktober 2009	Éclair
2.2	8	20 Mei 2010	Frozen Yoghurt (Froyo)
2.3	9/10	6 Desember 2010	Gingerbread
3.0	11/12/13	22 Februari 2011	Honeycomb
4.0	14/15	19 Oktober 2011	Ice Cream Sandwich
4.1	16/17/18	27 Juni 2012	Jelly Bean
4.4	19/20	31 Oktober 2013	KitKat
5.0	21/22	25 Juni 2014	Lollipop
6.0	23	5 Mei 2015	Marshmallow
7.0	24	19 Oktober 2016	Nougat
8.0	26	Agustus 2017	Oreo
9.0	28	Agustus 2018	Pie
10	29	Terbaru	Android 10

(Dicoding, 2020); (Developers, 2023)

8. Construct 3

Construct merupakan *software* canggih berbasis *HTML 5* yang berfungsi dalam pembuatan *game* yang dikhususkan untuk *platform 2D* (dua dimensi) yang dikembangkan oleh *Scirra Ltd*. Ini ditujukan terutama bagi mereka yang bukan *programmer* dan ingin

membuat *game* dengan menggunakan editor visual berbasis sistem logika perilaku (Rizky et al., 2016). Pada pengembangan *game* menggunakan *Construct*, pengguna tidak perlu mempunyai pemahaman yang mendalam tentang bahasa pemrograman atau menghadapi kompleksitas dan kesulitan dalam menulis kode. *Game* yang dibuat dengan *software* ini bisa dijalankan pada *android*, *facebook* dan lain sebagainya (Subagio, 2014).

Construct mempunyai 2 versi yaitu *construct 2* dan *construct 3*. Perbedaan antara kedua versi tersebut tidak terlalu signifikan, namun jika untuk menjalankan *construct 2* maka harus menginstall aplikasinya terlebih dahulu di PC atau laptop. Sedangkan untuk menjalankan *construct 3* tidak perlu menginstall aplikasinya, karena *construct 3* dapat dijalankan melalui *web* atau *browser* (Nuqisari & Sudarmilah, 2019).

(Stemkoski & Leider, 2017) menyatakan beberapa kelebihan *software Construct 2* dalam pembuatan *game* adalah sebagai berikut:

- a. Harga terjangkau: *Construct 2* menawarkan edisi gratis yang mencakup sebagian besar fitur dari versi lengkapnya. Selain itu, pengguna dapat memperoleh

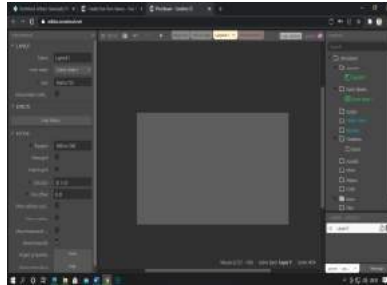
lisensi berbayar dengan biaya yang cukup rendah dan memiliki hak penggunaan komersial yang berlaku seumur hidup.

- b. Kemudahan Penggunaan: *Construct 2* dirancang untuk memudahkan pengguna yang tidak memiliki pengetahuan pemrograman sebelumnya. Perintah dalam *software* ini diatur dalam *EvenSheet*. *Construct 2* menyediakan editor visual yang memungkinkan pengguna merancang tata letak game dengan mudah. Terdapat alat terintegrasi yang memungkinkan pengembang untuk mengedit gambar dan melihat animasi, serta untuk mengekspor *game* yang sudah selesai sehingga dapat dibagikan dengan orang lain.
- c. Fleksibel: memungkinkan untuk mengimplementasikan berbagai jenis mekanisme dan tindakan dari *game* klasik dan unik, sehingga memungkinkan.
- d. Pengguna aktif: *Construct 2* memiliki komunitas pengguna yang luas, *software* ini telah diunduh sebanyak 3,5 juta kali. Pengembang secara teratur memperbarui *software* dengan tambahan fitur baru, peningkatan kinerja, dan perbaikan pemeliharaan, serta *construct 2* merespons dengan cepat terhadap umpan balik dari pengguna.

Berikut adalah penjelasan mengenai antarmuka, *fitur-fitur*, dan tindakan yang ada dalam *Construct 3*:

1) *Interface*

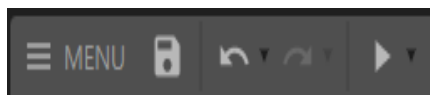
Tampilan keseluruhan *UI Game engine Construct 3* dapat dilihat pada Gambar 2.29



Gambar 2. 29 *Interface Construct 3*

2) *Main Menu Button, and Main Toolbar*

Tampilan menu di *Construct 3* menggunakan baris sejajar yang berjumlah 4 garis. Saat diklik, menu tersebut akan menampilkan beberapa opsi perintah dasar seperti Simpan, Simpan Sebagai, Ekspor, Pengaturan, Tambahkan *On*, Baru, Buka, Buka Terbaru, dan sebagainya. Di *Toolbar*, terdapat beberapa perintah cepat seperti Simpan, Urungkan, Ulangi, dan Pratinjau. *Main menu button, and main toolbar* dapat dilihat pada Gambar 2.30



Gambar 2. 30 : *Main Menu dan Main Toolbar*

3) *Properties Bar*

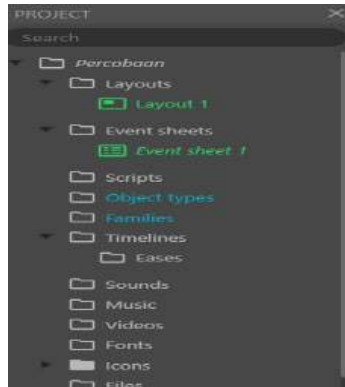
Properties Bar, dapat diatur berbagai properti dari item yang dipilih. Beberapa properti umum yang dapat diatur diantaranya ukuran, posisi, nama, dan lain-lain. Selain properti di atas, isi dari *Properties Bar* akan bervariasi tergantung pada objek yang dipilih. *Properties bar* dapat dilihat pada Gambar 2.31



Gambar 2. 31 *Properties Bar*

4) *Project Bar*

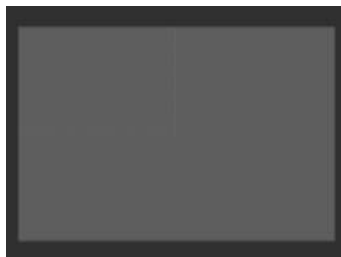
Pada sebuah proyek, terdapat beberapa komponen yang ada di dalamnya, seperti audio, gambar, *layout*, *event*, dan sebagainya. *Project bar* dapat dilihat pada Gambar 2.32



Gambar 2. 32 *Project Bar*

5) *Layout*

Layout juga dapat disebut sebagai *workspace* atau tempat kerja dalam konteks pengembangan game. Di dalam *layout*, pengembang dapat mendesain antarmuka pengguna (UI) permainan dan memasukkan berbagai objek seperti gambar, audio, tombol *keyboard*, dan lainnya. Ukuran *layout* dan ukuran jendela (*window size*) dapat diatur secara manual melalui *Properties Bar*. *Layout* dapat dilihat pada Gambar 2.33



Gambar 2. 33 *Layout*

6) *View Tabs*

Tab berfungsi sebagai alat untuk mengganti antara *layout* atau *event sheet* yang ingin dikerjakan dalam pengembangan permainan. Dengan mendrag tab, dapat mengubah urutan dan mengatur prioritas bagaimana *layout* atau *event sheet* ditampilkan dalam antarmuka pengembangan. *View tabs* dapat dilihat pada Gambar 2.34



Gambar 2. 34 *Tabs*

7) *Object bar*

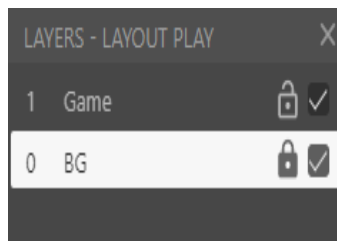
Object Bar berfungsi untuk menampilkan objek-objek secara spesifik berdasarkan isi suatu folder dalam *Project Bar*. Selain itu, *Object Bar* juga memungkinkan Anda untuk melakukan *drag and drop* (seret dan letakkan) objek ke dalam *layout*. *Object bar* dapat dilihat pada Gambar 2.35



Gambar 2. 35 *Object bar*

8) *Layers Bar*

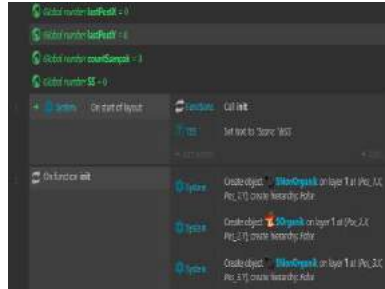
Layers Bar digunakan untuk mengelola *layer* dalam *layout* pada lingkungan pengembangan *game* seperti menambah, mengedit, dan menghapus *layer*. Penggunaan *layer* secara cerdas memungkinkan untuk mencapai efek kedalaman di dalam *game*. *Layers bar* dapat dilihat pada Gambar 2.36



Gambar 2. 36 *Layer Bar*

9) *Events*

Construct menggunakan sistem blok logika untuk mengatur cara kerja *game*. Ini memungkinkan pengembang *game* untuk membuat *game* dengan lebih mudah dan menyenangkan tanpa memerlukan pengetahuan mendalam tentang *scripting* atau pemrograman. Proses eksekusi *event* dalam *construct* menggunakan pendekatan sebab-akibat atau jika-maka. Jika kondisi tersebut terpenuhi, maka perintah atau aksi yang sesuai akan dijalankan. *Events* dapat dilihat pada Gambar 2.37



Gambar 2. 37 Events

4) *Conditions*

Pernyataan pada logika pemrograman dapat dieksekusi berdasarkan kondisi yang diberikan. Jika kondisi bernilai *false*, pernyataan tersebut akan diabaikan dan tidak dieksekusi, sementara jika kondisi bernilai *true*, pernyataan tersebut akan dieksekusi.

5) *Action*

Kumpulan perintah atau *statement* yang dilakukan jika syarat atau kondisi terpenuhi.

6) *Expression*

Suatu kombinasi operasi logika maupun aritmetika yang menghasilkan nilai. *Expression* dapat berisi nilai dari suatu objek atau variabel, serta penggunaan operator untuk memanipulasi dan membandingkan nilai.

7) *Sub Event*

Sub Event atau *Event Subordinat* adalah *event* yang terjadi setelah atau sebagai hasil dari eksekusi *Event* Utama.

8) *Else*

"*Else*" digunakan bersama dengan pernyataan "*if*" untuk menentukan blok kode yang akan dieksekusi ketika kondisi di atasnya tidak terpenuhi. Jadi, jika kondisi pada pernyataan "*if*" tidak terpenuhi, maka aksi atau perintah yang terdapat pada blok "*else*" akan dieksekusi.

9) *Variables*

Terdapat dua *variable* yaitu *global variable* dan *local variable*. Perbedaan antara *global variable* dan *local variable* terletak pada ruang lingkup dan hak aksesnya. *Global variable* dapat diakses dari bagian program mana pun, sementara *local variable* hanya dapat diakses di dalam lingkup tempat mereka dideklarasikan.

10) *Make OR Black*

Jika salah satu kondisi dianggap benar pada operator logika "OR", maka eksekusi akan melanjutkan ke aksi yang sesuai tanpa memeriksa kondisi-kondisi selanjutnya. Jika siswa mendapatkan salah satu nilai yang

disebutkan, maka akan memenuhi syarat untuk lulus menurut aturan yang telah ditentukan.

11) *Invert*

Membalikkan suatu pernyataan, dapat menggunakan kata "tidak" atau "bukan" untuk menghasilkan pernyataan yang berlawanan. Dalam pernyataan "Adi berlari" dapat dibalikkan menjadi "Adi tidak berlari" dengan menggunakan kata "tidak" sebagai inversi (Yulianto, 2021).

9. **Game Edukasi Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**

Kemajuan teknologi tumbuh semakin pesat seiring berkembangnya zaman, apalagi di era digitalisasi yang sudah merambah disemua sektor kehidupan, tak terkecuali sektor pendidikan. Pendidikan memainkan peran penting dalam mengembangkan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi. Melalui pendidikan yang berkualitas, diharapkan individu akan memiliki kualitas-kualitas tersebut untuk menjadi sumber daya manusia yang kompeten, berkontribusi secara positif dalam masyarakat, dan menghadapi tantangan yang ada dengan kemampuan yang baik (Jiran et al., 2020). Guru berperan penting dalam proses pembelajaran siswa.

Banyak upaya yang dapat dilakukan guru untuk dapat menumbuhkan dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Salah satu cara yang dapat dilakukan guru dalam proses pembelajaran yaitu dengan menggunakan media pembelajaran dan metode mengajar yang lebih bervariasi. Hal ini dilakukan agar siswa dapat tertarik mengikuti pembelajaran dan memahami materi lebih baik (Nurrita, 2018).

Media mempunyai peran penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Selain guru yang memberikan materi secara aktif, adanya media juga memungkinkan siswa untuk berpartisipasi secara aktif di dalam kelas dan terlibat dalam proses pembelajaran. Penggunaan media juga dapat membantu siswa dalam mengembangkan pola pikir yang lebih baik. Salah satu contoh media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh guru untuk menyampaikan materi dan melatih kemampuan berpikir kritis siswa adalah *game* edukasi.

Tujuan utama dari pembuatan *game* edukasi adalah untuk mendidik dan memberikan motivasi kepada siswa dalam proses pembelajaran. Melalui *game* edukasi, siswa dapat terdorong untuk berpikir secara aktif dan kritis. *Game-game* tersebut dirancang sedemikian rupa sehingga dapat merangsang dan mengembangkan daya berpikir seseorang. Siswa

memiliki kesempatan pada *game* untuk bermain dengan strategi dan taktik karena di dalamnya terdapat tantangan dan masalah yang harus dihadapi serta diselesaikan hingga ditemukan solusinya. Proses bermain *game* tersebut secara tidak langsung akan melatih pola pikir siswa. Adanya *game* edukasi maka keterampilan berpikir kritis siswa dapat terlatih dan meningkat dengan baik.

2. Penerapan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis dalam *Game* Edukasi

Penerapan indikator dalam *game* edukasi (Ennis, 2016) yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 :

Tabel 2. 2 Indikator Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan Berpikir Kritis	Sub Kemampuan Berpikir Kritis	Penerapan Indikator dalam Game
Memberikan penjelasan sederhana (<i>elementary clarification</i>)	Memfokuskan pertanyaan Rincian : mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk menentukan jawaban yang mungkin	Pertanyaan ke-1 Level 1
	Bertanya dan menjawab suatu penjelasan atau tantangan Rincian : Menjawab pertanyaan untuk menjelaskan suatu klarifikasi	Pertanyaan ke-2 Level 1

Kemampuan Berpikir Kritis	Sub Kemampuan Berpikir Kritis	Penerapan Indikator dalam Game
Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)	Menyesuaikan dengan sumber ⁴ Rincian : Kemampuan memberikan alasan	Pertanyaan ke-3 Level 2
	Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi Rincian : Terlibat dalam menyimpulkan	Pertanyaan ke-4 Level 2
Menyimpulkan (<i>inference</i>)	Mereduksi dan mempertimbangkan hasil diskusi Rincian : Menafsirkan suatu pernyataan	Pertanyaan ke-5 Level 3
	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi Rincian : Menarik kesimpulan sesuai fakta	Pertanyaan ke-6 Level 3
Memberikan penjelasan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkannya Rincian : Membuat bentuk yaitu contoh dan bukan contoh	Pertanyaan ke-7 Level 4
	Mengidentifikasi asumsi Rincian : memerlukan asumsi, membangun argument	Pertanyaan ke-8 Level 4
Menyusun strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)	Menentukan tindakan Rincian : Merumuskan solusi alternative	Pertanyaan ke-9 Level 5 Pertanyaan ke-10 Level 5

B. Kajian Penelitian Relevan

Pengembangan aplikasi *game* edukasi berbasis *android* ini diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami materi konsep alat optik dengan mudah dan menyenangkan. Guna melengkapi kajian teori diatas maka peneliti akan memaparkan beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan *game* edukasi berbasis *android*. Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan pengembangan *game* edukasi fisika berbasis *android* yaitu :

1. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran *game* edukasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik observasi, wawancara, dan angket. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase kelayakan nilai rata-rata pada pengujian *suitability* ahli media 100% dan ahli materi 98% termasuk dalam kategori sangat layak. Pada pengujian *portability* aplikasi *game* edukasi yang telah dikembangkan dapat di *install* dan *uninstall* diberbagai versi *OS*. Pada pengujian *usability* 81% termasuk dalam kategori sangat layak. Pengujian *performance efficiency* aplikasi *game* fisika ini tidak memakan memori dan *CPU* yang besar sehingga tidak mengganggu kinerja aplikasi lain.

Perbedaan pada penelitian ini menggunakan model *prototype*, yaitu mendengarkan pelanggan, merancang dan membuat *prototype*, serta uji coba *prototype*. Materi yang digunakan dalam *game* edukasi adalah fluida dinamis kelas XI semester ganjil, serta dalam penelitian ini hanya pada tahap pengembangan dan validasi saja sedangkan pada penelitian yang akan saya lakukan sampai tahap implementasi. Persamaannya yaitu sama sama mengembangkan *game* edukasi berbasis *android* untuk mata pelajaran fisika kelas XI MIPA serta dalam mengembangkan *game* juga menggunakan *software construct 2* namun versi lama (Rozi & Kristari 2020).

2. Penelitian lain yaitu mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan teknik wawancara, kuisisioner, dan observasi. Hasil penelitian menunjukkan kelayakan aplikasi *game puzzle* sebagai media pembelajaran dapat dilihat dari rata rata nilai angka yang didapat dari ahli media 83,2% dan ahli materi 91% yang termasuk dalam kategori sangat layak sesuai dengan silabus dan RPP di SMK Negeri 2 Kota Serang.

Perbedaan pada penelitian ini menggunakan *waterfall-base model*. Materi dalam *game* ini yaitu

elastisitas, pegas, gaya dan fluida. *Genre* yang digunakan dalam *game* yaitu *puzzle jigsaw*. Serta *software* yang digunakan untuk membuat *game* yaitu *Unity 3D*. Serta dalam penelitian ini hanya pada tahap pengembangan dan validasi saja sedangkan pada penelitian yang akan saya lakukan sampai tahap implementasi. Persamaannya yaitu sama sama mengembangkan *game* edukasi berbasis *android* untuk mata pelajaran fisika kelas XI SMK (Irwanto, 2021).

3. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran *android based game*. Teknik pengumpulan data menggunakan angket serta *pretest* dan *posttest*. Hasil penelitian menunjukkan hasil analisis validasi dan respon siswa 0,73 yang termasuk kategori layak. Peningkatan minat belajar siswa sebelum dan sesudah menggunakan *android based game* mempunyai nilai *standard gain* 0,84 yang termasuk kategori tinggi dan hasil belajar siswa pada ranah kognitif mengalami peningkatan 0,79 yang termasuk kategori tinggi.

Perbedaan pada penelitian ini yaitu model yang digunakan yaitu *4-D* dengan empat tahapan diantaranya *define, design, develop, and disseminate*. Materi dalam *game* ini adalah gerak harmonik sederhana. Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah minat dan hasil belajar siswa. Sedangkan

persamaannya yaitu sama sama mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi berbasis *android* untuk mata pelajaran fisika kelas X MIPA SMA (Huda & Astono 2018).

4. Penelitian lain yaitu mengembangkan *game applied physics*. Hasil penelitian menunjukkan hasil validitas dalam kategori layak atau valid secara konseptual dengan kelayakan teknis 96%, media 86%, dan pembelajaran 85% bahwa *game applied physics* dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA dalam pembelajaran fisika.

Perbedaan pada penelitian ini yaitu pada materinya dan untuk mengetahui kelayakan *game* didasarkan pada pengukuran validitas dari aspek teknis, aspek media dan aspek pembelajaran oleh 3 orang ahli pembelajaran fisika. Kelayakan *game* juga didasarkan pada pandangan 35 orang teman sejawat calon guru fisika yang dijangkau secara *online*. Sedangkan persamaannya yaitu menggunakan model penelitian *ADDIE* dengan lima tahapan diantaranya *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. *Game* yang dikembangkan juga *game* edukasi yang dapat diakses di *android* berupa *game offline*. Variabel yang diukur dalam penelitian ini yaitu

keterampilan berpikir kritis siswa SMA (Novidya & Kustijono 2020).

5. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran yang diberi nama *eduphysics* berbasis *smartphone android*. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah studi literatur, wawancara, dan kuisioner. Hasil penelitian menunjukkan kualitas media pembelajaran berbasis *android* memperoleh skor penilaian dari para ahli yaitu ahli media 87%, ahli materi 94%, dan ahli bahasa 87,5% dengan kategori sangat baik dan termasuk dalam kategori layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

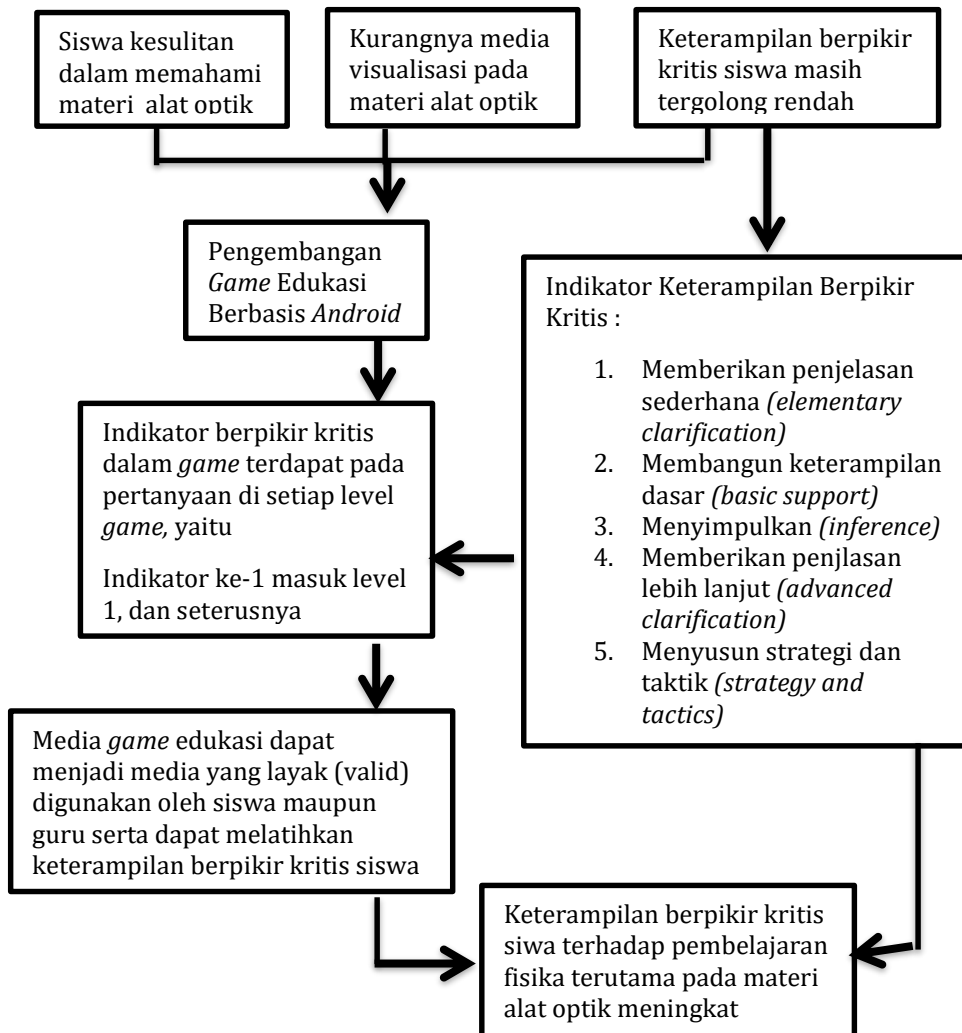
Perbedaan pada penelitian ini yaitu menggunakan materi fluida statis kelas XI SMA semester ganjil. *Software* yang digunakan untuk mengembangkan *game* edukasi adalah *MIT APP Inventor* dan *Adobe Photoshop CC*. Sedangkan persamaannya yaitu juga mengembangkan *game* edukasi berbasis *android* dan menggunakan model penelitian *ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation)* (Yanti et al., 2022).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah disebutkan di atas dapat dijadikan bahan pertimbangan peneliti dalam mengembangkan aplikasi *game* yang akan dikembangkan. Penelitian tersebut

juga mengembangkan media pembelajaran menggunakan *software* berbeda yang memang khusus digunakan untuk membuat *game* edukasi dan aplikasi *game* yang dapat dijalankan pada *android*.

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, dapat diambil kerangka berpikir seperti gambar berikut:



Gambar 2.38 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan

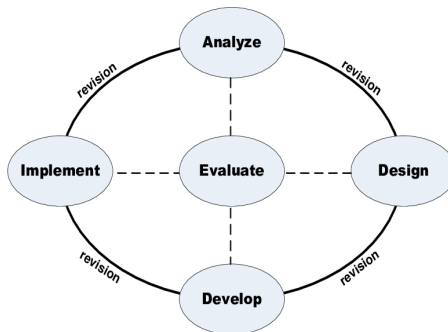
Metode yang akan digunakan dalam penelitian untuk mengembangkan *game* edukasi berbasis *android* adalah jenis penelitian dan pengembangan (*research and development*) atau biasa disebut sebagai penelitian *R&D*. Penelitian dan pengembangan (*R&D*) adalah suatu proses sistematis yang bertujuan untuk menciptakan pengetahuan baru, pemahaman, dan inovasi dalam bidang tertentu. Metode ini melibatkan investigasi, eksperimen, analisis, dan pengembangan ide-ide baru dengan tujuan menghasilkan produk, teknologi, atau layanan yang baru atau ditingkatkan (Sugiyono, 2017).

Penelitian dan pengembangan merupakan proses pengembangan dan validasi produk pendidikan (Dissriany et al., 2018). Dalam penelitian untuk mengembangkan *game* edukasi berbasis *android* menggunakan *Construct 3*. *Game* edukasi tersebut difokuskan pada materi alat optik untuk siswa kelas XI SMA. Model pengembangan *game* edukasi berbasis *android* menggunakan model *ADDIE*..

B. Prosedur Pengembangan

Model pengembangan yang akan digunakan untuk mengembangkan *game* edukasi berbasis *android* menggunakan *construct 3* pada materi alat optik kelas XI SMA adalah model *ADDIE*. Model *ADDIE* adalah salah satu model penelitian dan pengembangan yang populer dan praktis digunakan sebagai panduan penelitian dan pengembangan yang dikemukakan oleh Robert Maribe Branch, 2009 dalam buku *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Sesuai dengan akronimnya, tahapan penelitian dan pengembangan media pembelajaran menurut model *ADDIE* terdiri dari tahap *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate* (Batubara, 2020).

Model pengembangan *ADDIE* dapat digunakan dalam berbagai konteks pengembangan produk seperti model, strategi, metode pembelajaran, media, dan bahan ajar. Pemilihan model *ADDIE* dapat didasarkan pada beberapa pertimbangan (Hasyim, 2016). Tahapan model pengembangan *ADDIE* dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema Model Pengembangan ADDIE

Sumber Gambar : Hasyim, 2016

Terdapat lima tahapan dalam mengembangkan model *ADDIE* dari (Branch, 2009) diantaranya sebagai berikut:

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan tahapan pertama yang harus dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan informasi terkait dengan masalah belajar siswa dan jenis media pembelajaran paling tepat untuk mendukung proses belajar siswa (Batubara, 2020).

Sebelum melakukan tahap analisis, peneliti melakukan studi pendahuluan dan wawancara dengan siswa kelas XI MIPA dan guru fisika di SMA Negeri 8 Semarang, studi pendahuluan dilakukan dengan membagikan angket kepada siswa untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa.

Peneliti menemukan permasalahan berupa siswa masih kesulitan dalam mempelajari konsep alat optik, keterampilan berpikir kritis yang dimiliki siswa cenderung menunjukkan hasil rendah serta dalam proses penguasaan tersebut banyak siswa yang mengalami kesulitan, kurangnya variasi media dalam pembelajaran fisika terutama pada materi alat optik yang membutuhkan penjelasan secara visual lebih detail, rendahnya minat dan motivasi belajar siswa terhadap mata pelajaran fisika dan pemanfaatan media pembelajaran berupa *game* menggunakan *smartphone* belum tersedia. Setelah masalah ditemukan, peneliti menganalisis permasalahan yang ada dan memberikan solusi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi fisika berbasis *android* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi alat optik yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika baik saat siswa sedang belajar di sekolah bersama guru dan temannya ataupun belajar di rumah secara mandiri.

Tahap analisis ini, peneliti juga mengidentifikasi sumber daya yang dibutuhkan,

peneliti mengambil materi di kelas XI MIPA SMA pada semester genap yaitu materi alat optik. Kemudian sumber daya lain yang dibutuhkan dalam pengembangan ini diantaranya : a). sumber daya manusia yaitu jumlah siswa dalam 1 kelas khusus kelas XI MIPA 3 SMA Negeri 8 Semarang, guru fisika pada kelas yang akan diteliti, ahli materi dan ahli media untuk menvalidasi produk yaitu media *game* edukasi berbasis *android*, b). sumber daya teknologi, yaitu jumlah siswa yang memiliki *smartphone* dengan sistem *android* khusus kelas XI MIPA 3, c). sumber daya isi yaitu buku yang digunakan guru dan siswa serta media atau metode pembelajaran yang digunakan guru.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan merupakan tahap penulisan ide ke dalam rumusan yang menggambarkan media pembelajaran secara rinci. Rumusan media pembelajaran mempunyai bentuk rumusan yang sangat bervariasi dan tergantung pada jenis media pembelajaran yang akan dikembangkan (Batubara, 2020)

Tahap selanjutnya Setelah ditemukan solusi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis

siswa adalah desain. Peneliti membuat rancangan produk atau media pembelajaran *game* edukasi berbasis *android*. Kemudian akan dihasilkan sebuah rancangan awal atau disebut sebagai *prototype* dari *game* edukasi berbasis *android* yang akan dikembangkan. Adapun langkah langkah dalam desain pengembangan aplikasi *game* edukasi ini diantaranya sebagai berikut :

a. Menetapkan Materi

Penetapan materi, peneliti menyesuaikan dengan permasalahan yang ada saat pembelajaran fisika di kelas, materi ditentukan dengan membagikan angket melalui *google* formulir serta wawancara guru dan siswa yaitu materi alat optik kelas XI SMA pada semester genap kurikulum 2013.

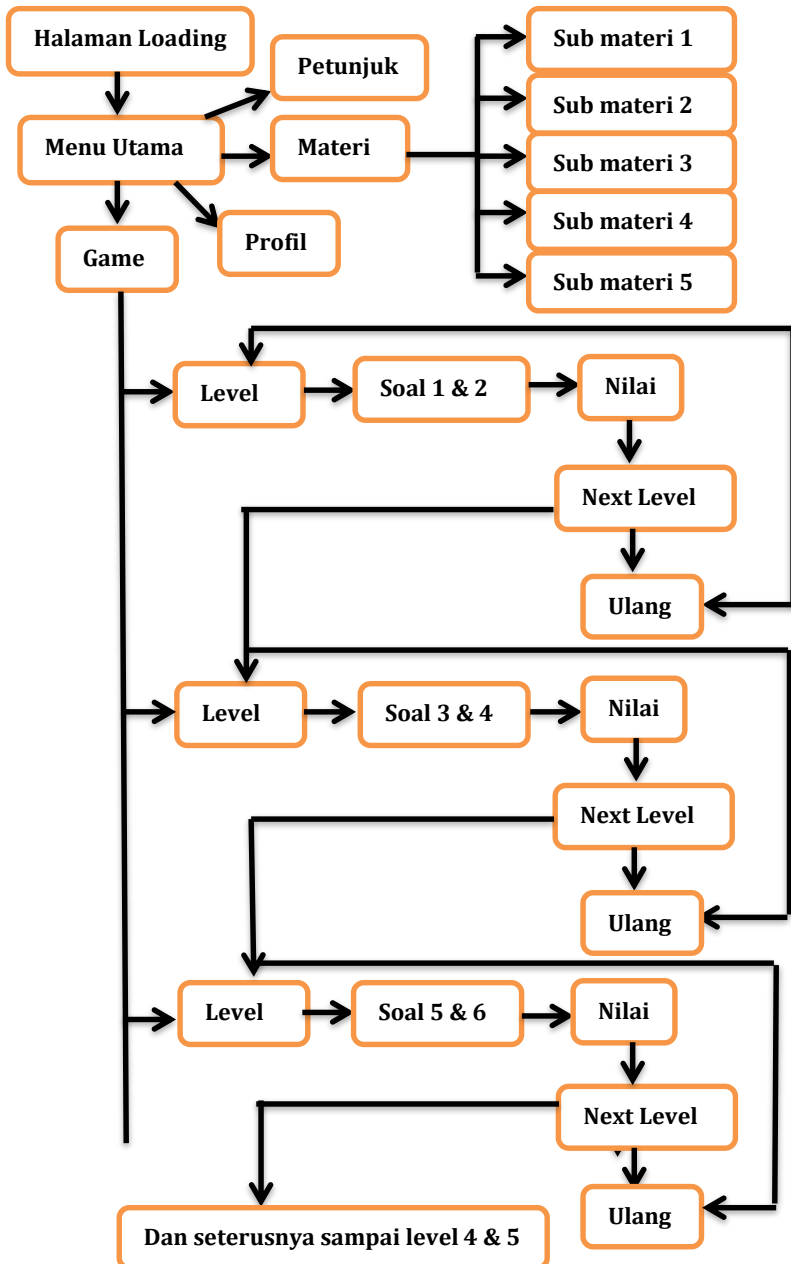
b. Menetapkan *Software* yang digunakan

Pada pengembangan *game* edukasi berbasis *android* materi alat optik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMA ini peneliti menggunakan bantuan *software construct 3*.

c. Menetapkan *asset game*, desain *layout*, desain *icon game*, musik dalam *game*, konsep *game*, dan

- lain sebagainya yang sesuai dengan materi alat optik dan indikator keterampilan berpikir kritis.
- d. Membuat *flowchart*, agar memudahkan dalam pembuatan dan pengembangan *game*, peneliti menggunakan *flowchart* untuk menggambarkan langkah langkah kerja dari sistem yang dibuat. *Flowchart* merupakan suatu bagan yang terdiri dari bermacam macam simbol grafis yang menunjukkan alur suatu program (Darmawan, 2013). *Flowchart* dalam *game* edukasi yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai kriteria setiap levelnya sesuai tingkatan submateri dari materi alat optik dan setiap level terdiri dari dua pertanyaan dengan materi alat optik.

Adapun *flowchart* dari *game* edukasi berbasis *android* yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 *Flowchart Game Edukasi Berbasis Android*

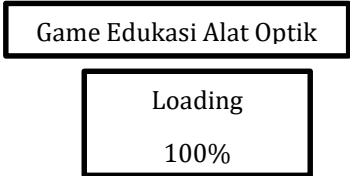
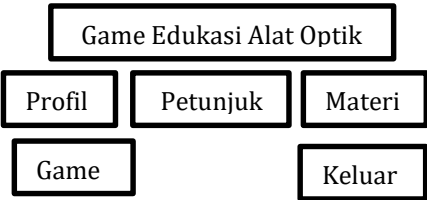
Tahapan perancangan juga disusun instrument yang akan digunakan oleh peneliti untuk pengambilan data akhir penelitian. Instrument yang disusun diantaranya lembar penilaian validasi untuk ahli media dan ahli materi, lembar respons siswa dan guru, serta lembar soal *pretest* dan *posttest*.


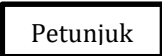
e. *Storyboard*

Storyboard merupakan penjabaran dari alur pembelajaran yang sudah didesain memuat informasi pembelajaran dan prosedur serta petunjuk. *Storyboard* bertujuan untuk mempermudah peneliti menyampaikan ide cerita dalam *game* dan mendeskripsikan rancangan materi *game* yang dibuat (Darmawan, 2013). Pembuatan *storyboard* terdiri dari langkah langkah dan terdapat gambar pembuatan *game* edukasi.

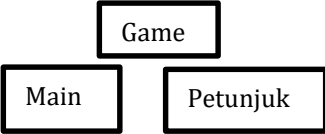
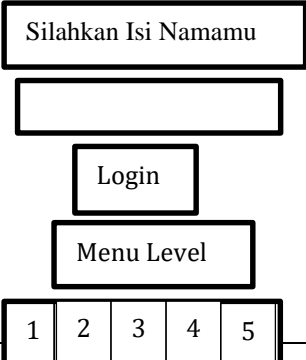
Adapun *storyboard* dari *game* edukasi berbasis *android* sebagai dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 *Storyboard Game* Edukasi Fisika Berbasis *Android*

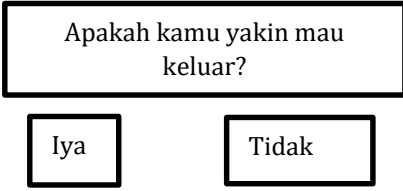
Layout	Loading
Ukuran Layout	1280 x 720
	
Deskripsi Layout	Halaman paling awal dari aplikasi game edukasi sebelum menuju ke menu utama.
Warna Background	Hijau
Warna Tulisan	Merah dan Hitam
Layout	Menu Utama
Ukuran Layout	1280 x 720
	
Deskripsi Layout	Menu utama halaman kedua setelah loading. Mempunyai beberapa fitur yang terdiri dari profil, petunjuk, materi, game, keluar, dan audio.
Warna Background	Hijau dan kombinasi kuning
Warna Tulisan	Merah, Hitam, dan Biru
Tombol Navigasi	Button Profil : untuk masuk ke halaman profil pengembang

	Button Petunjuk : untuk masuk ke halaman petunjuk penggunaan aplikasi game edukasi Button Materi : untuk masuk ke halaman materi alat optik Button Game : untuk masuk ke halaman game (main) Button Keluar : untuk keluar dari aplikasi game edukasi Button Audio : untuk mengatur audio (dinyalakan atau dimatikan)
Layout	Profil
Ukuran Layout	1280 x 720
	
Deskripsi Layout	Fitur pertama dari menu utama yang menampilkan profil dari pengembang.
Warna Background	Hijau dan cream kombinasi orange
Warna Tulisan	Hitam
Tombol Navigasi	Button rumah (menu utama) : untuk kembali ke menu utama
Layout	Petunjuk
Ukuran Layout	1280 x 720
	
Deskripsi Layout	Fitur kedua dari menu utama yang menampilkan petunjuk dari penggunaan aplikasi game edukasi.
Warna Background	Hijau dan cream kombinasi orange
Warna Tulisan	Hitam dan Putih
Tombol Navigasi	Button next : untuk ganti ke halaman selanjutnya Button rumah (menu utama) : untuk kembali ke menu utama
Layout	Materi

Ukuran Layout	1280 x 720
	<pre> graph TD A[Game Edukasi Alat Optik] --> B[Kompetensi] A --> C[Pendahuluan] B --> D[Mata] B --> E[Mikroskop] B --> F[Kamera] C --> G[Lup] C --> H[Teleskop] C --> I[Video] </pre>
Deskripsi Layout	Fitur ketiga dari menu utama yang menampilkan materi alat optik baik berupa teori maupun video.
Warna Background	Hijau kombinasi kuning dan cream kombinasi orange
Warna Tulisan	Hitam, putih, dan biru
Tombol Navigasi	<p>Button kompetensi : untuk masuk ke halaman kompetensi dasar dan inti</p> <p>Button pendahuluan : untuk masuk ke halaman pengantar materi alat optik</p> <p>Button mata : untuk masuk ke halaman submateri mata</p> <p>Button lup : untuk masuk ke halaman submateri lup</p> <p>Button mikroskop : untuk masuk ke halaman submateri mikroskop</p> <p>Button teleskop : untuk masuk ke halaman submateri teleskop</p> <p>Button kamera : untuk masuk ke halaman submateri kamera</p> <p>Button video : untuk masuk ke halaman video materi tentang praktek pembuatan kamera obscura sederhana</p>

	<p>Button rumah (menu utama) : untuk kembali ke halaman menu utama</p> <p>Button next : untuk ganti ke halaman selanjutnya</p> <p>Button panah biru ke kiri : untuk kembali ke halaman materi</p>
Layout	Game
Ukuran Layout	1280 x 720
	
Deskripsi Layout	Fitur keempat dari menu utama yang menampilkan halaman main dan petunjuk main.
Warna Background	Hijau kombinasi ungu
Warna Tulisan	Biru dan putih
Tombol Navigasi	<p>Button main : untuk masuk ke halaman main</p> <p>Button petunjuk : untuk masuk ke halaman petunjuk main</p> <p>Button rumah (menu utama) : untuk kembali ke halaman menu utama</p>
Layout	6.1 Main
Ukuran Layout	1280 x 720
	

Deskripsi Layout	Halaman main dari fitur game yang menampilkan arena permainan dengan genre side scrolling game dan dipadukan dengan kuis. Sebelum masuk ke halaman main, pemain diwajibkan untuk login yaitu mengisi nama terlebih dahulu.
Warna Background	Hijau dan kombinasi warna warni setiap level berbeda-beda warnanya
Warna Tulisan	Biru, putih, dan hitam
Tombol Navigasi	<p>Button login : untuk pemain login terlebih dahulu sebelum masuk ke halaman main</p> <p>Button level 1,2,3,4,5 : untuk masuk ke halaman main setiap levelnya</p> <p>Button kiri: untuk pemain berjalan mundur atau kebelakang</p> <p>Button kanan : untuk pemain berjalan maju atau kedepan</p> <p>Button atas : untuk pemain melompat</p> <p>Button a,b,c,d,e : untuk pemain memilih opsi jawaban yang tepat</p> <p>Button silang : untuk menutup pembahasan dari soal</p> <p>Button melingkar : untuk pemain dapat mengulang permainan lagi (dari level yang gagal tersebut) karena game over</p> <p>Button rumah : untuk pemain kembali ke halaman opsi level</p>
Layout	6.2 Petunjuk Main
Ukuran Layout	1280 x 720
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Petunjuk Main </div>	

Deskripsi Layout	Halaman petunjuk main dari fitur game yang menampilkan petunjuk untuk bermain. Sebelum masuk ke halaman main, pemain (siswa) dapat membaca petunjuk main terlebih dahulu.
Warna Background	Hijau dan cream kombinasi orange
Warna Tulisan	Putih dan hitam
Tombol Navigasi	Button back panah ke kiri : untuk kembali ke halaman sebelumnya Button next panah ke kanan : untuk ganti ke halaman selanjutnya
Layout	Keluar
Ukuran Layout	1280 x 720
	
Deskripsi Layout	Fitur keluar untuk pemain keluar dari aplikasi game edukasi
Warna Background	Gelap
Warna Tulisan	Putih dan orange
Tombol Navigasi	Button Iya : untuk pemain keluar dari aplikasi game edukasi Button Tidak : untuk pemain tidak keluar (tetap berada dalam aplikasi) dari aplikasi game edukasi

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan tahapan yang mencakup tahap produksi media pembelajaran

dan tahap pengembangan media pembelajaran berdasarkan saran dari tim ahli. Pengembang media pada tahap ini, harus memproduksi produk media pembelajaran secara lengkap (Batubara, 2020)

Tahap pengembangan yang dimaksud dalam hal ini adalah mengembangkan sesuai dengan pengembangan kriteria penilaian produk. Produk yang akan dihasilkan berupa *game* edukasi berbasis *android*. Sebelum diimplementasikan, produk yang telah dikembangkan, selanjutnya akan divalidasi oleh tim ahli media dan ahli materi yaitu dosen ahli.

Tahap validasi, validator menggunakan instrument yang telah disusun oleh peneliti. Setelah dilakukan validasi maka peneliti akan mengetahui kelebihan dan kekurangan produk *game* edukasi yang telah dikembangkan. Hasil validasi tersebut, jika diperlukan akan digunakan untuk bahan revisi produk *game* edukasi. Kriteria penilaian produk didasarkan pada empat kategori yaitu sangat baik, baik, tidak baik, dan sangat tidak baik. Kriteria ini digunakan untuk mengevaluasi kualitas produk yang dikembangkan. Selain itu, dalam tahap implementasi, masukan dari guru dan siswa sangat penting. Masukan ini dapat membantu mengidentifikasi

kelebihan dan kekurangan produk, serta memberikan perspektif yang berharga untuk memperbaiki produk secara lebih baik.

4. Tahap Penerapan (*Implement*)

Tahap implementasi dalam pengembangan media pembelajaran melibatkan uji coba media pembelajaran pada target pengguna dan lingkungan belajarnya. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menguji kelayakan penggunaan media pembelajaran yang telah dikembangkan sebelumnya. Tahap implementasi dapat dilakukan setelah media pembelajaran telah melewati penilaian dari tim ahli dan dinilai "layak digunakan tanpa revisi" (Batubara, 2020).

Tahap ini dilaksanakan pada sekolah yang sudah ditunjuk sebagai tempat penelitian. Untuk menghasilkan produk yang valid, efektif, dan praktis tentu perlu diadakan uji coba terhadap produk yang telah dikembangkan. Uji coba produk media pembelajaran yang dikembangkan diadakan di SMAN 8 Semarang. Pelaksanaan uji coba dilaksanakan selama 2 kali pertemuan jika masih diperlukan maka 3 kali pertemuan. Uji coba produk terdiri dari dua kelompok yaitu uji respons guru terhadap

kemudahan penggunaan game dan uji coba respons siswa terhadap kemudahan penggunaan *game*.

a. Uji Respons Guru Terhadap Kemudahan Penggunaan *Game*

Uji respons ini bertujuan sebagai masukan awal dari guru terkait kemudahan penggunaan game. Dalam hal ini subjek yang melakukan uji respons guru yaitu salah satu guru mata pelajaran fisika kelas XI MIPA di SMAN 8 Semarang. Pada tahap ini uji respons guru yang digunakan berupa angket untuk mendapatkan persepsi dan respons guru terkait produk *game* edukasi berbasis *android* yang telah dikembangkan. Setelah data diperoleh, selanjutnya melakukan revisi berdasarkan masukan dari guru tersebut, kemudian produk diujicobakan siswa.

b. Uji Respons Siswa Terhadap Kemudahan Penggunaan *Game*

Uji respons ini bertujuan untuk memperoleh data dan mengevaluasi produk serta tujuan ketercapaian produk. Pada tahap ini yang menjadi subjek uji respons siswa adalah 36 siswa. Kelas yang digunakan yaitu

kelas XI MIPA 3. Peneliti dalam uji respons ini menggunakan angket sebagai sarana siswa dalam memberikan respons terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi berbasis *android* yang dibuat serta lembar *pretest* yang dilakukan di awal sebelum siswa memperoleh materi alat optik.

Hal ini untuk mengetahui sudah sejauh mana siswa memahami materi yang akan diberikan. *Posttest* yang dilakukan di akhir setelah siswa memperoleh materi dalam pembelajaran (Sutiyono, 2015). Setelah melakukan uji respons dan mengisi angket respons terhadap produk, dilanjutkan dengan memberikan soal *pretest* dan *posttest*. Soal *pretest* dan *posttest* diberikan dengan tujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan produk terhadap mata pelajaran fisika terutama pada materi alat optik.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

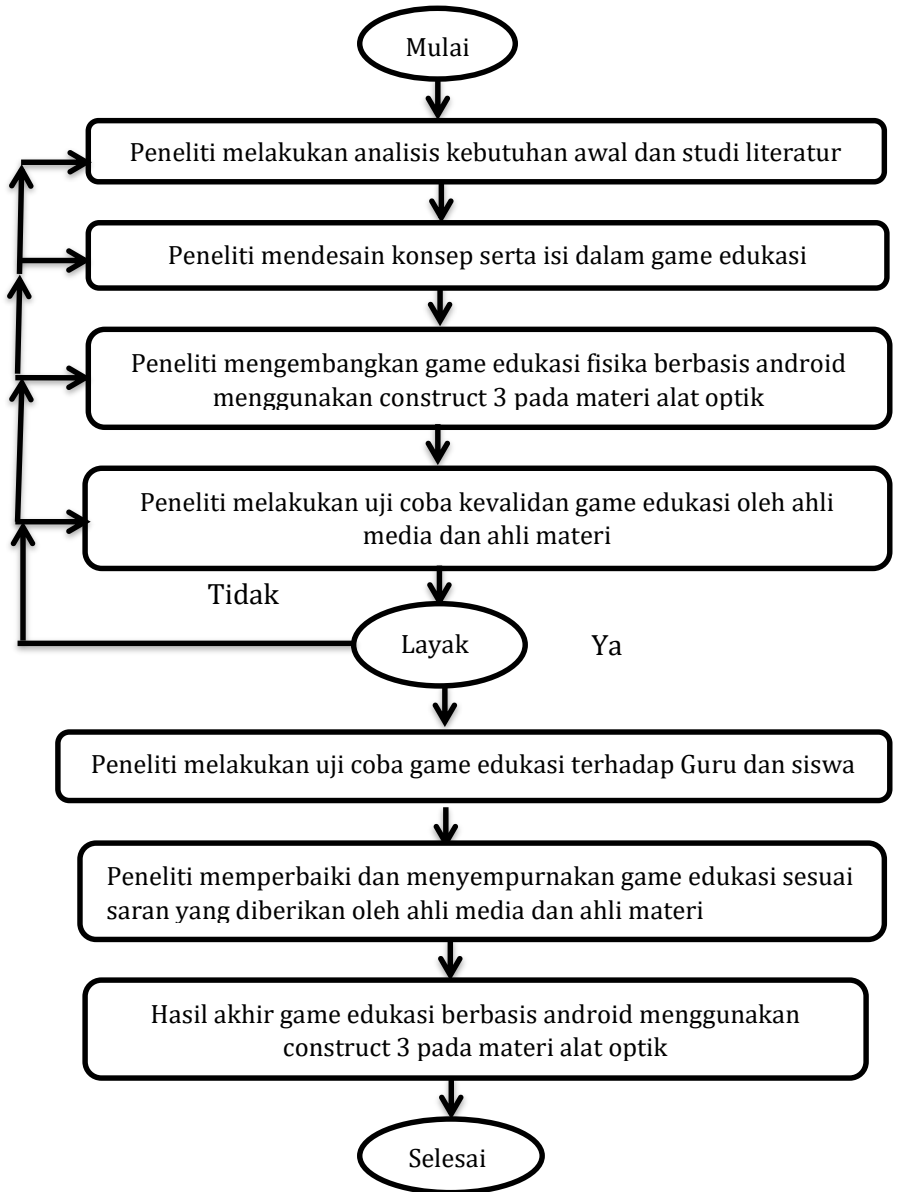
Tahap evaluasi dalam pengembangan media pembelajaran bertujuan untuk menganalisis respons pengguna terhadap media pembelajaran yang

digunakan, Pengaruh penggunaan media pembelajaran tersebut. Evaluasi dapat dilakukan dengan menggunakan teknik analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif (Batubara, 2020).

Evaluasi yang dilakukan dalam model *ADDIE* pada setiap tahap pengembangan disebut evaluasi formatif. Evaluasi formatif bertujuan untuk memberikan umpan balik yang berguna dalam menginformasikan proses revisi dan perbaikan produk yang sedang dikembangkan. Evaluasi formatif ini penting untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan mencapai standar yang diinginkan dan efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran. (Sutiyono, 2015). Evaluasi formatif berupa revisi yang diperoleh dari tim validator serta dari hasil uji coba produk *game* edukasi yang telah dilakukan sebelumnya.

Tahap evaluasi dalam penelitian ini, dilakukan dengan merefleksikan dan merevisi apa yang telah dilakukan sebelumnya dari tahap awal, yaitu analisis, desain, pengembangan, dan implementasi. Jika setelah evaluasi terdapat kekurangan pada produk *game* edukasi berbasis *android* yang dikembangkan, tahap revisi akan dilakukan. Tujuan dari tahap revisi

ini adalah untuk meningkatkan kualitas media pembelajaran, yaitu *game* edukasi berbasis *android* menggunakan *Construct 3*, dengan fokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa dalam mempelajari materi alat optik kelas XI SMA. Alur pengembangan *game* edukasi fisika berbasis *android* pada materi alat optik dapat dilihat pada Gambar 3.3

Gambar 3.3 Skema Pengembangan *Game* Edukasi

C. Desain Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan untuk menghasilkan produk pembelajaran yang berkualitas dan bermanfaat. Uji coba produk yaitu tahap yang dilaksanakan peneliti untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan. Unsur unsur yang harus dilakukan selama uji coba produk, diantaranya: 1) desain uji coba, 2) subjek uji coba, 3) teknik dan instrument pengumpulan data, 4) teknik analisis data.

1. Desain Uji Coba

Produk yang dikembangkan perlu diujicobakan untuk mengetahui kualitas dan kevalidan atau kelayakannya. Uji yang dilakukan pada hasil media pembelajaran yang dikembangkan yaitu komponen dari tahapan validasi dan evaluasi. Produk media pembelajaran yang telah dikembangkan akan didiskusikan dengan dosen pembimbing, validator ahli (ahli media dan ahli materi). Selanjutnya media pembelajaran yang dikembangkan akan diujikan kepada guru dan siswa SMAN 8 Semarang Kelas XI MIPA 3 sebagai calon pengguna *game* edukasi berbasis *android*. Langkah langkah yang harus dilakukan saat uji coba produk diantaranya sebagai berikut.

a. Sebelum Validasi

Peneliti melakukan konsultasi bersama dosen pembimbing Sebelum validasi dilakukan, terkait media pembelajaran yang dikembangkan. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan masukan terkait produk sebelum divalidasi oleh validator ahli (ahli media dan ahli materi).

b. Uji Kevalidan atau Kelayakan Validator Ahli

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui kekurangan media pembelajaran yang dikembangkan. Hasil dari penilaian oleh validator ahli digunakan sebagai informasi revisi produk. Validator ahli akan menilai kevalidan atau kelayakan produk media yang dikembangkan berdasarkan aspek materi, aspek permainan, dan penilaian secara umum.

2. Subjek Uji Coba

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelas XI MIPA dari SMAN 8 Semarang. Subjek uji coba ini terdiri dari siswa dan guru fisika kelas XI SMAN 8 Semarang. Alasan peneliti memilih sekolah tersebut karena untuk kelas XI nya masih menggunakan kurikulum 2013 revisi. Siswa secara keseluruhan di sekolah tersebut sudah mempunyai

smartphone dan sebagian besar sistem *android*. Sampel dalam penelitian ini yaitu siswa kelas XI MIPA 3. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan data untuk dijadikan sampel berdasarkan pada kriteria kriteria tertentu (Siregar, 2011). Kriteria dari sampel yang dipilih yaitu seluruh siswa kelas XI MIPA 3 mempunyai *smartphone* dengan sistem *android*.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa wawancara, angket, dan tes. Angket pendahuluan berupa *google* formulir serta wawancara dilakukan dengan siswa dan guru untuk mendapatkan informasi awal yang akan digunakan untuk melakukan pengembangan *game* edukasi. Angket terdiri dari lembar validasi ahli media dan lembar validasi ahli materi untuk memvalidasi produk berupa *game* edukasi berbasis *android* baik dari materi maupun desain produk.

Angket respons siswa dan guru digunakan untuk menguji media yang dikembangkan dan

mengetahui seberapa efektif pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan produk *game* edukasi. Kemudian lembar tes yaitu *pretest* dan *posttest* berupa berupa soal-soal yang akan diuji cobakan kepada siswa sebelum dan setelah belajar menggunakan media berupa *game* edukasi berbasis *android* yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Instrumen penelitian disusun dengan membuat kisi-kisi berdasarkan media pembelajaran yang dirancang. Kisi-kisi yang dibuat didasarkan dengan penggunaannya, keterkaitannya dengan materi, tujuan pembelajaran, daya tarik penggunaan media, serta kesesuaian media agar tidak menimbulkan kebosanan dan kesulitan memahami materi selama pembelajaran, sehingga keterampilan berpikir kritis siswa semakin terasah dan meningkat.

b. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1) Pedoman Wawancara

Wawancara dilakukan dengan salah satu guru fisika SMAN 8 Semarang menggunakan pedoman wawancara. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi awal terkait analisis kebutuhan dalam membuat dan mengembangkan *game* edukasi. Misalnya permasalahan dalam pembelajaran fisika yang dialami siswa, media pembelajaran yang digunakan oleh guru selama mengajar fisika, dan lain sebagainya.

2) Lembar Validasi atau Penilaian *Game* Edukasi oleh Ahli media dan Ahli Materi

Lembar validasi ahli media dan ahli materi ditujukan kepada dua dosen. Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kevalidan *game* edukasi berbasis *android* dan isi materi yang dikembangkan berdasarkan aspek rekayasa perangkat lunak, aspek komunikasi visual, aspek teknik penyajian, aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, dan aspek berpikir kritis. Kemudian tim ahli akan memberikan saran dan masukan terhadap isi materi dan produk *game* edukasi. Data yang diperoleh akan menjadi bahan acuan untuk

merevisi produk dari segi materi hingga menghasilkan produk yang memuat materi yang sesuai dan berkualitas serta dengan kerangka produk yang digunakan.

3) Lembar Respons Guru Terhadap Kemudahan Penggunaan *Game*

Lembar ini bertujuan untuk melihat respons guru terhadap *game* edukasi berbasis *android* pada materi alat optik yang telah dikembangkan dan untuk mengetahui seberapa efektif pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan produk media pembelajaran *game* edukasi. Lembar respons juga bisa dijadikan sebagai acuan awal dalam merevisi produk.

4) Lembar Respons Siswa Terhadap Kemudahan Penggunaan *Game*

Lembar ini bertujuan untuk melihat respons siswa terhadap *game* edukasi berbasis *android* pada materi alat optik yang telah dikembangkan dan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika materi alat optik dengan menggunakan *game* edukasi.

Lembar respons juga bisa dijadikan sebagai acuan awal dalam merevisi produk.

5) Soal Keterampilan Berpikir Kritis

Soal keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini berupa lembar *pretest* dan *posttest* berisikan soal soal dari indikator keterampilan berpikir kritis tentang materi alat optik yang harus dijawab oleh siswa. Lembar tersebut digunakan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan setelah menggunakan media pembelajaran berupa *game* edukasi berbasis *android*.

4. Teknik Analisis Data

Penelitian pengembangan yang dilakukan, peneliti akan memperoleh dua jenis data yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif merupakan data berupa wawancara, masukan, kritik, ataupun saran serta penilaian dari tim ahli. Sedangkan data kuantitatif merupakan data yang diperoleh melalui penskoran pada angket respons dan lembar *pretest posttest*. Data data yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara kualitatif dan

deksriptif kuantitatif untuk melihat kevalidan *game* edukasi berbasis *android* yang dikembangkan. Berikut beberapa teknik analisis data dalam penelitian ini antara lain:

a. Analisis Instrumen Tes

Uji prasyarat instrumen dilakukan sebelum instrumen tersebut digunakan, uji prasyarat yang dilakukan antara lain :

1) Uji Validitas Isi

Validitas adalah tolak ukur yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana instrumen penelitian atau alat ukur dapat mengukur secara akurat konstruk atau variabel yang ingin diukur (Sugiyono, 2016). Uji validitas yang digunakan untuk validitas isi berupa pendapat ahli yaitu dosen ahli jurusan fisika UIN Walisongo Semarang.

2) Daya Pembeda

Daya pembeda adalah salah satu aspek yang penting dalam evaluasi instrumen penelitian atau soal dalam konteks pengukuran kompetensi. Daya pembeda mengukur sejauh mana instrumen tersebut mampu membedakan antara individu yang telah

menguasai kompetensi dengan individu yang belum menguasai kompetensi tersebut (Asrul et al., 2014). Untuk menghitung daya pembeda soal dapat menggunakan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Jumlah skor tiap siswa dihitung
- b. Skor total diurutkan mulai dari skor terbesar sampai skor terkecil
- c. Kelompok atas dan kelompok bawah ditetapkan, jika jumlah siswa banyak (diatas 30) dapat ditetapkan 27%
- d. Rata rata skor dihitung untuk masing masing kelompok (kelompok atas dan kelompok bawah)
- e. Daya pembeda soal dihitung menggunakan persamaan 3.1

$$DP = \frac{\bar{X}_{KA} + \bar{X}_{KB}}{Skor Maks} \quad (3.1)$$

Keterangan :

DP = Daya pembeda

\bar{X}_{KA} = Rata-rata kelompok atas

\bar{X}_{KB} = Rata-rata kelompok bawah

- f. Daya pembeda dibandingkan dengan kriteria pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Klasifikasi daya pembeda soal

Skor	Interpretasi
Negatif (-)	Tidak baik
$0,00 \leq DP < 0,20$	Jelek
$0,20 \leq DP < 0,40$	Cukup, soal perlu perbaikan
$0,40 \leq DP < 0,70$	Kurang baik, soal harus dibuang
$0,70 \leq DP \leq 1,00$	Baik Sekali

(Arikunto, 2015)

3) Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran soal mengukur seberapa sulit atau sukar soal yang digunakan dalam instrumen penelitian. Jika soal yang digunakan proporsional, maka soal tersebut masuk ke dalam kategori baik. Soal yang digunakan sebaiknya tidak terlalu sukar dan tidak terlalu mudah (Asrul et al., 2014). Tingkat kesukaran soal dapat diukur menggunakan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Rata rata skor untuk tiap butir soal dihitung menggunakan persamaan 3.2:

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{jumlah skor siswa tiap soal}}{\text{jumlah siswa}} \quad (3.2)$$

- b. Tingkat kesukaran dihitung dengan persamaan 3.3

$$\text{TK} = \frac{\text{rata-rata}}{\text{skor maksimal tiap soal}} \quad (3.3)$$

Keterangan :

TK = Tingkat kesukaran

- c. Tingkat kesukaran dibandingkan dengan kriteria pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Klasifikasi dari tingkat kesukaran soal

Skor	Interpretasi
$0,00 \leq TK < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq TK < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq TK \leq 1,00$	Mudah

(Arifin, 2014)

4) Uji Reliabilitas

Reliabilitas merupakan serangkaian alat ukur yang tetap konsisten meskipun pengukuran itu dilakukan secara berulang. Suatu tes dapat dikatakan reliabel, jika tes tersebut menunjukkan hasil yang dapat dipercaya dan tidak bertentangan (Sutiyono, 2015).

Reliabilitas pada soal uraian dapat diuji menggunakan persamaan 3.4

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum Si^2}{St^2} \right) \quad (3.4)$$

Keterangan :

r_{11} = koefisien reliabilitas tes

n = banyaknya butir item

1 = bilangan konstan

$\sum Si^2$ = jumlah varian skor dari tiap tiap butir item

S_t^2 = varian total

Nilai r hitung yang diperoleh dari perhitungan dibandingkan dengan r tabel *product moment* pada taraf signifikan 5%, dan n sesuai dengan jumlah butir soal. Jika $r_{11} > r$ hitung, maka soal dikatakan reliabel (Arikunto, 2010).

5) Uji Validitas Butir Soal

Validitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan tingkat tingkat kevalidan suatu instrumen. Suatu instrumen dapat dikatakan valid, jika mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat menjelaskan data dari variabel yang diteliti secara tepat (Arikunto, 2012). Validitas instrumen pada soal uraian dapat diuji menggunakan rumus korelasi *product moment* yang dikemukakan oleh *Pearson* pada persamaan 3.5

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2} (N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)} \quad (3.5)$$

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel x dan y

$\sum xy$ = jumlah hasil perkalian antara x dengan y

N = jumlah seluruh sampel

Σx = jumlah skor soal x

Σy = jumlah skor soal y

Nilai r yang diperoleh dalam perhitungan dibandingkan dengan r tabel *product moment* pada taraf signifikan 5% dan n sesuai dengan jumlah siswa. Soal dapat dikatakan valid jika $r_{xy} > r_{tabel}$ (Arikunto, 2010).

b. Analisis Uji Kevalidan Produk

1) Uji Kevalidan Produk

Kevalidan produk yang dikembangkan diukur menggunakan skala *likert*. Skala *Likert* merupakan alat pengukuran yang sering digunakan untuk mengukur sikap, tanggapan, dan pandangan personal atau kelompok terkait dengan fenomena sosial atau topik tertentu (Sutiyono, 2015). Skor untuk skala *likert* dapat dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4 Skala *Likert*

Skor	Interpretasi
4	Sangat Baik
3	Baik
2	Tidak Baik
1	Sangat Tidak Baik

Berdasarkan data tersebut diperoleh angka persentase kevalidan produk yang

dikembangkan dari hasil persentase kevalidan produk menggunakan persamaan 3.6

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor total penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimal Indikator}} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dengan V_s adalah persentase validitas instrument. Untuk mengetahui kevalidan produk yang dikembangkan, dari hasil persentase akan diinterpretasikan dalam empat kelas interval seperti pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Klasifikasi persentase validitas
game edukasi

Persentase (%)	Interpretasi
$0 V_s < 43\%$	Tidak Valid
$43\% \leq V_s < 62\%$	Cukup Valid
$62\% \leq V_s < 81\%$	Valid
$81\% \leq V_s \leq 100\%$	Sangat Valid

(Sugiyono, 2016)

2) Analisis Data Respons Siswa dan Guru Terhadap Produk (Analisis Data Kepraktisan)

Penelitian ini dilakukan uji respons atau uji kepraktisan menggunakan lembar respons siswa dan uru (angket). Pada lembar respons siswa dan guru diberikan skala untuk mengukur pendapat responden sebagai jawaban lembar respons. Analisis data

respons akan menggunakan skala *likert* (Sutiyono, 2015) dengan klasifikasi pada Tabel 3.6

Tabel 3.6 Skala *Likert*

Skor	Interpretasi
4	Sangat Setuju
3	Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Data yang diperoleh akan dianalisis dan dihitung persentase kepraktisan dengan persamaan 3.7

$$P = \frac{\text{skor rata rata}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (3.7)$$

Keterangan :

P = Tingkat Praktis

Skor persentase yang diperoleh kemudian akan diinterpretasikan dalam empat kelas interval seperti pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Klasifikasi persentase respons siswa dan guru

Persentase (%)	Interpretasi
0% - 20%	Sangat Tidak Praktis
21% - 40%	Tidak Praktis
41% - 60%	Kurang Praktis
61% - 80%	Praktis
81% - 100%	Sangat Praktis

(Riduwan, 2018)

3) Analisis Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

a) Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan oleh peneliti untuk mengevaluasi apakah data yang dianalisis mengikuti distribusi normal atau tidak. Data yang mempunyai jumlah lebih dari 30 ($n > 30$) maka sudah pasti dikatakan berdistribusi normal. Tetapi harus tetap dilakukan uji normalitas untuk memastikan bahwa data yang diperoleh benar berdistribusi normal. Jika data berdistribusi normal maka dapat menggunakan metode parametrik, sedangkan jika data tidak berdistribusi normal dapat menggunakan metode non-parametrik (Sugiyono, 2017).

Rumus yang digunakan untuk uji normalitas pada penelitian ini yaitu uji *Chi-kuadrat* pada persamaan 3.8

$$x^2 = \sum_{i=k}^k \frac{(f^0 - fh)^2}{fh} \quad (3.8)$$

Keterangan :

$x^2 = Chi-kuadrat$

f_0 = Frekuensi yang diperoleh dari data penelitian

f_h = Frekuensi yang diharapkan

k = Banyaknya kelas interval

Uji normalitas dilakukan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Jika nilai χ^2 hitung < dari χ^2 tabel maka data berdistribusi normal dan sebaliknya jika nilai χ^2 hitung > dari χ^2 tabel maka data tidak berdistribusi normal. Normal atau tidaknya data penelitian juga dapat dilihat dari nilai signifikansi 5% (Sugiyono, 2018).

b) Uji *N-Gain*

Uji gain digunakan peneliti untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah diberikan perlakuan. Uji *N-Gain* dilakukan dengan persamaan 3.9 :

$$(g) = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum (ideal)} - \text{skor pretest}} \quad (3.9)$$

Nilai gain yang diperoleh kemudian diinterpretasikan dalam Tabel 3.8

Tabel 3.8 Klasifikasi Persentase Nilai
Gain (Richard Hake, 1999)

Nilai g (Rata rata)	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \geq g > 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, R, 1999)

**c) Kriteria Persentase Indikator
Keterampilan Berpikir Kritis**

Keterampilan berpikir kritis dapat dikategorikan dalam 5 kriteria yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Kriteria persentase indikator keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 3.9

Tabel 3.9 Kriteria persentase indikator
keterampilan berpikir kritis

Kriteria	Persentase Pencapaian (%)
Sangat Tinggi	$80 < x \leq 100$
Tinggi	$60 < x \leq 80$
Sedang	$40 < x \leq 60$
Rendah	$20 < x \leq 40$
Sangat Rendah	$0 < x \leq 20$

(Arini & Juliadi, 2018)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil produk dari penelitian pengembangan yang telah dilakukan yaitu *game* edukasi fisika berbasis *android* menggunakan *construct 3* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi alat optik kelas XI SMA. Media pembelajaran tersebut berupa aplikasi yang dapat digunakan pada *smartphone* dengan sistem *android* yang dapat menampilkan gambar 2D, audio, dan video. *Game* edukasi dirancang berdasarkan kurikulum di SMA tempat penelitian khususnya kelas XI yaitu kurikulum 2013 revisi. *Game* edukasi mempunyai sebuah karakter pemain yang dapat diberi nama oleh masing masing siswa pada saat *login* ke halaman main. Tantangan pada setiap levelnya berbeda-beda dan harus dilalui pemain agar dapat membuka kotak misteri yang berisi sebuah pertanyaan terkait materi alat optik.

Pada setiap level terdapat dua pertanyaan, terdapat lima level sehingga total sepuluh pertanyaan yang harus dijawab dengan benar sehingga pemain dapat sampai ke *finish* dan melanjutkan ke level berikutnya. Setiap pertanyaan yang dijawab dengan benar akan muncul umpan balik berupa pembahasan dari pertanyaan tersebut. Kemudian, di akhir

game terdapat jumlah skor dan jumlah koin yang diperoleh saat bermain dengan menjawab benar setiap pertanyaan. *Game* edukasi tersebut bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pada *game* edukasi terdapat konsep *game* dan pertanyaan-pertanyaan (soal latihan) yang dibuat berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis. Konsep *game* dan pertanyaan-pertanyaan tersebut dapat membangun pemikiran siswa untuk menganalisis permasalahan yang ada hingga menemukan solusi atau jawaban dari permasalahan tersebut.

Game edukasi ini dibuat menggunakan *software construct 3*. Berikut merupakan langkah langkah pembuatan *game* edukasi fisika berbasis *android*:

a. Menginstall *software construct 3*

Halaman untuk menginstall *software construct 3* dapat dilihat pada Gambar 4.1

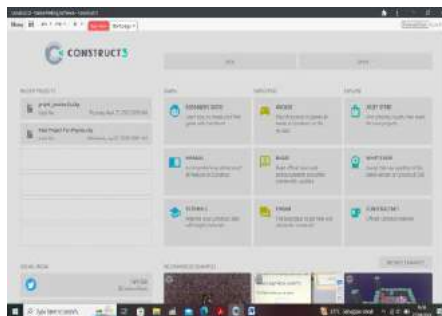


Gambar 4.1 *Download Construct 3*

Sebelum membuat *game*, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu pastikan *software construct 3* sudah terinstall dan terpasang di laptop.

b. Tampilan awal *construct 3*

Tampilan awal *construct 3* dapat dilihat pada Gambar 4.2

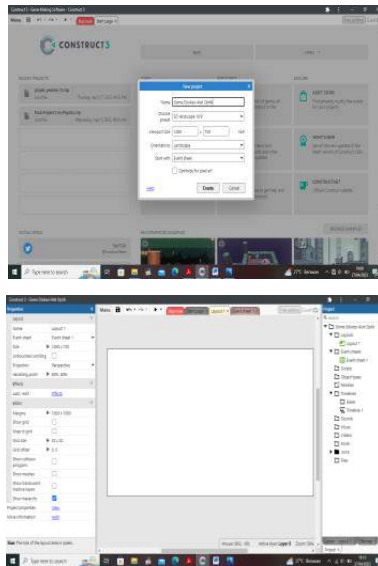


Gambar 4.2 *Tampilan Awal Construct 3*

Halaman tampilan awal *construct 3* tersedia kolom dan link yang dapat digunakan untuk membuat *project* baru, melanjutkan atau mengedit proyek yang sedang dikerjakan, melihat contoh *project*, melihat dan mendownload atau membeli *asset game*, mempelajari tutorial membuat *game* dengan *construct 3*, dan lain sebagainya.

c. Membuat *Project* Baru

Tampilan membuat *project* baru dapat dilihat pada Gambar 4.3



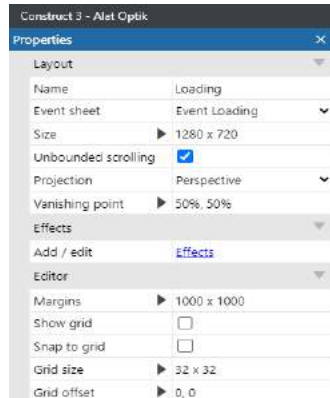
Gambar 4.3 Tampilan Membuat *Project* Baru

Cara untuk membuat *project* baru yaitu klik *open* kemudian akan muncul beberapa kolom pada new project yang harus diisi seperti nama *project*, ukuran *layout*, bentuk *layout*, dan lain sebagainya setelah itu klik *create*. Otomatis akan

terbuka *layout* putih kosong yang akan dibuat untuk mendesain *game* edukasi yang telah dirancang sebelumnya.

d. Mengatur *Layout*

Tampilan untuk mengatur ukuran *layout* dapat dilihat pada Gambar 4.4

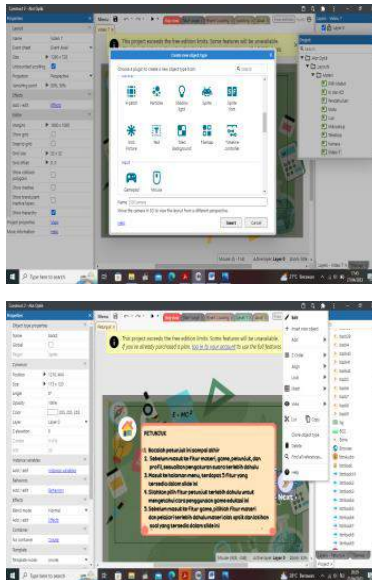


Gambar 4.4 Pengaturan Ukuran *Layout*

Atur ukuran *layout* terlebih dahulu. Sesuaikan ukuran *layout* dengan ukuran layar *smartphone* yaitu 1280 x 720. Kemudian *windows size* juga diatur dengan ukuran yang sama seperti *layout* yaitu 1280 x 720.

e. Menambahkan *Background*

Tampilan untuk menambahkan *background* pada *layout* dapat dilihat pada Gambar 4.5

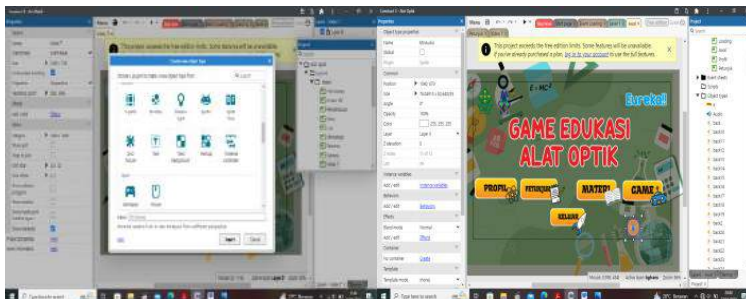


Gambar 4.6 Menambahkan *Object* Pada *Layout*

Menambahkan *object* pada *layout* dengan cara sama seperti menambahkan *background* pada *layout* yaitu klik kanan pada *layout*, pilih *insert new object* kemudian pilih *sprite*. Klik *layout* sehingga muncul *add image*, pilih *object* yang dibutuhkan letakkan pada posisi yang diinginkan dan atur ukurannya.

g. Menambahkan *Plugin*

Tampilan untuk menambahkan *plugin* dapat dilihat pada Gambar 4.7

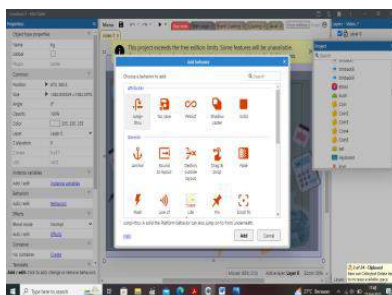


Gambar 4.7 Menambahkan *Plugin*

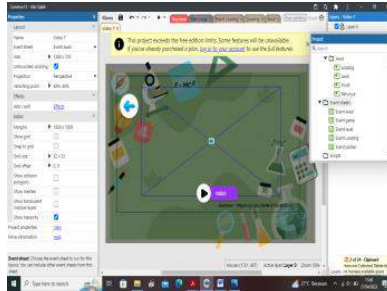
Plugin ditambahkan sesuai dengan kebutuhan dalam pembuatan *game* edukasi. *Plugin* yang dibutuhkan yaitu *text*, *audio*, *touch*, dan *video*. *Plugin* dapat ditambahkan dengan cara yang sama dengan menambahkan *object* yaitu klik kanan pada *layout*, pilih *insert new object*, dan pilih *sprite*, kemudian *upload file plugin text*, *audio*, *touch*, dan *video*.

h. Menambahkan *Behaviors* dan *Event*

Tampilan untuk menambahkan *behaviors* dan *event* dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan 4.9



Gambar 4.8 Menambahkan *Behaviors*



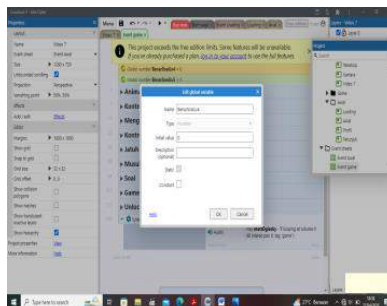
Gambar 4.9 Menambahkan *Event*

Behaviors mempunyai fungsi untuk memberikan sifat-sifat tertentu pada *object*. *Behaviors* dapat ditambahkan pada *object* yang diinginkan dengan cara klik *object*, klik *behavior* pada bagian kiri, pilih tanda + atau *add new*, pilih jenis *behaviors* yang dibutuhkan, dan pilih *add*.

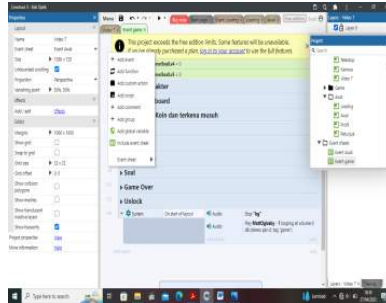
Adapun sistem *event* atau *even sheet* digunakan untuk mengubah fungsi-fungsi yang sebelumnya ditambahkan menggunakan *behaviors*.

i. Menambahkan *Global Variable* dan *Event*

Tampilan untuk menambahkan *global variable* dan *event* dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan 4.11



Gambar 4.10 Menambahkan *Global Variable*



Gambar 4.11 Menambahkan *Event*

Global variable dalam *construct 3* digunakan untuk menyimpan suatu *value*. *Value* terbagi menjadi dua yaitu *text* dan *number*. Pada bagian *evensheet variable* dapat ditambahkan dengan cara klik kanan *add global variable*. Masukkan *name variable* pada bagian name sesuai kebutuhan, pilih *type text* atau *number* dan masukkan initial *value* atau nilai awal dari *variable* tersebut.

j. Mengeksport *Project* Menjadi Aplikasi

Tampilan untuk mengekspor *project* menjadi aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 *Eksport Project*

Jika *project game* sudah selesai maka tahap terakhir yaitu mengekspor *project* menjadi format aplikasi, agar *game* dapat mudah dibagikan dan diakses pada *smartphone*. Eksport *project* yang sudah jadi pada *construct 3* dengan cara klik menu file dan pilih *eksport project*. Pilih cordova untuk *eksport* file ke *android*, kemudian atur folder penyimpanan *export* file to dan pilih *next*. JDK, SDK, dan Java *Runtime* diintegrasikan sesuai dengan bit computer atau laptop yang digunakan peneliti yaitu 64 bit *operating system*. Selanjutnya untuk mengekspor *project* menjadi format apk dapat menggunakan aplikasi *android studio*. Pada aplikasi *android studio* *gradle* akan dimasukkan, kemudian pilih apk, setelah proses selesai pilih *release* dan *project* sudah menjadi format apk sehingga dapat diinstall pada *smartphone* jenis *android*.

Berdasarkan langkah-langkah pembuatan *game* edukasi yang telah dijelaskan tersebut, dapat dihasilkan produk *game* edukasi berbasis *android*. *Game* edukasi fisika terdiri dari bagian-bagian berikut:

1. Halaman *Loading* dan Halaman menu utama

Halaman *loading* merupakan halaman tunggu beberapa saat, untuk pemain sampai ke halaman menu utama. Pada menu utama terdapat beberapa fitur yang dapat diakses pemain diantaranya fitur profil, fitur petunjuk, fitur materi, fitur *game*, dan fitur

keluar. Halaman *loading* dan halaman menu utama dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan 4.14:



Gambar 4.13 Halaman *Loading*



Gambar 4.14 Halaman Menu Utama

b. Halaman Profil

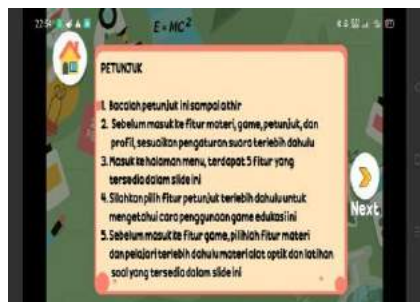
Halaman ini berisikan biodata singkat dari pengembang yang terdiri dari pas foto, nama, NIM, prodi, universitas, dan email. Pada halaman ini juga terdapat tombol *back* untuk kembali ke halaman menu utama. Halaman profil dapat dilihat pada Gambar 4.15



Gambar 4.15 Profil

c. Halaman Petunjuk

Halaman ini berisikan langkah langkah atau petunjuk dalam menggunakan aplikasi *game* edukasi. Halaman petunjuk dapat dilihat pada Gambar 4.16



Gambar 4.16 Halaman Petunjuk

d. Halaman Materi

Halaman ini berisikan materi mengenai alat optik. Materi yang disajikan berdasarkan indikator pencapaian secara runtut dan sistematis. Terdapat objek gambar dan video yang berkaitan dengan materi alat optik, sehingga dapat membantu siswa dalam

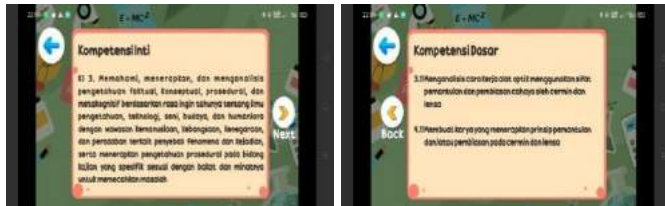
memahami materi. Halaman materi dapat dilihat pada Gambar 4.17



Gambar 4.17 Halaman Materi

e. Halaman Kompetensi

Halaman ini berisikan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang sesuai dengan materi yang digunakan yaitu materi alat optik. Halaman kompetensi inti dan kompetensi dasar dapat dilihat pada Gambar 4.18 (a dan b).



(a) (b)

Gambar 4.18 (a) Halaman Kompetensi Inti dan (b) Halaman Kompetensi Dasar

f. Halaman *Game*

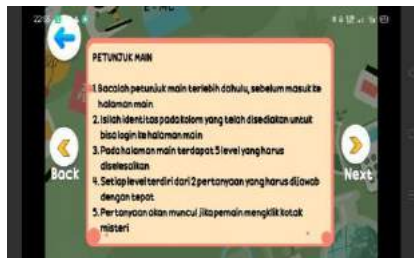
Halaman ini berisikan halaman main dan petunjuk main. Halaman *game* dapat dilihat pada Gambar 4.20



Gambar 4.18 Halaman *Game*

Pada halaman petunjuk main, pemain diharuskan membaca dan memahami petunjuk main terlebih dahulu sebelum masuk ke halaman main. Halaman petunjuk main dapat dilihat pada Gambar 4.21

Pada halaman main pemain diharuskan *login* terlebih dahulu dengan memasukkan nama pemain. Halaman main dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4.19 Halaman Petunjuk Main

Gambar 4.20 Halaman *Login* Main

g. Halaman Main

Halaman ini berisikan lima level yang harus diselesaikan oleh pemain.

1. Halaman Pilih Level

Pemain sebelum masuk ke halaman main atau latihan soal diharuskan memilih level 1 terlebih dahulu dan menyelesaikannya baru kemudian dapat lanjut ke level 2, begitu seterusnya. Setiap level dalam *game* ini terdiri dari dua soal yang harus dijawab oleh pemain dengan nilai 50 setiap soalnya di satu level. Soal dalam *game* ini sudah dirancang sesuai dengan indikator

keterampilan berpikir kritis. Halaman pilih level dapat dilihat pada Gambar 4.23



Gambar 4.21 Halaman Pilih Level

2. Halaman Bermain *Game*

Halaman main atau latihan soal disajikan dalam bentuk *game* yang bergenre *side scrolling game* yang dikombinasikan dengan kuis atau soal. Jadi pemain akan bermain untuk mengumpulkan koin, menjawab soal, dan melewati rintangan atau tantangan dengan cara berjalan maju atau mundur dan melompat menggunakan tombol yang telah ada serta dengan nyawa yang disediakan yaitu tiga. Jika pemain gagal setiap melewati rintangan atau salah dalam menjawab soal maka nyawa akan berkurang satu. Kemudian jika ketiga nyawa telah habis semua (*game over*) maka pemain harus mengulang level itu kembali sampai dapat lanjut ke level berikutnya. Halaman bermain *game* dapat dilihat pada Gambar 4.24

Gambar 4.22 Halaman Bermain *Game*

3. Halaman Menjawab soal

Pemain saat bermain *game* nantinya akan bertemu dengan berbagai rintangan termasuk musuh. Jika pemain berhasil melewatinya maka setelah itu akan menemukan kotak misteri yang harus diklik pemain untuk memunculkan soal. Soal tersebut harus dijawab dengan benar. Halaman menjawab soal dapat dilihat pada Gambar 4.25



Gambar 4.23 Halaman Menjawab Soal

4. Halaman *Feedback* Jawaban

Jika pemain dapat menjawab soal yang telah disajikan, maka akan diberikan *feedback* terhadap jawaban benar atau salah yaitu dengan karakter emot tertawa dan jempol untuk jawaban benar

sedangkan untuk jawaban salah yaitu karakter emot sedih. Jika jawaban benar maka skor benar akan bertambah 50. Halaman *feedback* jawaban dapat dilihat pada Gambar 4.26 a Dan 4.26 b



Gambar 4.24 a Halaman *feedback* jawaban ketika menjawab benar



Gambar 4.26 b Halaman *feedback* jawaban ketika menjawab salah

5. Halaman Pembahasan Soal

Pembahasan atau evaluasi dari soal tersebut akan muncul setelah pemain dapat menjawab soal dengan benar dan setelah diberikan *feedback* jawaban benar. Halaman pembahasan soal dapat dilihat pada Gambar 4.27



Gambar 4. 25 Halaman Pembahasan Soal

6. Halaman Pemberian *Reward* (hadiah)

Pemberian *reward* atau hadiah berupa hasil skor akan ditampilkan setelah pemain menyelesaikan satu level penuh. Jika pemain dapat menjawab dua soal dengan benar dan memperoleh 100 skor disetiap levelnya maka pemain dapat lanjut ke level berikutnya. Namun, jika pemain hanya dapat menjawab satu soal atau memperoleh skor 50 (*game over*) maka pemain diharuskan mengulang permainan atau *remedial* di level yang belum berhasil tersebut. Halaman pemberian *reward* dapat dilihat pada Gambar 4.28



Gambar 4. 26 Halaman Pemberian *Reward*

7. Halaman Keluar

Halaman ini berisikan pertanyaan yang mengarahkan pemain untuk keluar dari aplikasi atau tetap di dalam aplikasi. Jika ingin keluar dari aplikasi pemain dapat mengklik tombol keluar yang kemudian akan muncul sebuah pertanyaan. Pertanyaan tersebut berupa kalimat “Apakah kamu yakin mau keluar?” dan opsi jawaban yang harus dipilih oleh pemain yaitu “Ya” atau “Tidak”. Halaman keluar dapat dilihat pada Gambar 4.29



Gambar 4.27 Halaman Keluar

B. Hasil Uji Coba Produk

Tahap uji coba produk akan dilakukan penilaian media (desain *game*), penilaian materi, respons guru, dan respons siswa, dan tes keterampilan berpikir kritis siswa. Penilaian media dilakukan oleh ahli media dengan memberikan angket validasi media dan penilaian materi *game* edukasi oleh ahli materi dengan memberikan angket validasi materi. Penilaian oleh guru fisika terkait respons atau kepraktisan *game* edukasi dengan memberikan angket respons guru, penilaian oleh

siswa terkait respons atau kepraktisan *game* edukasi dengan memberikan angket respons siswa. Hasil keterampilan berpikir kritis siswa dari tes yaitu soal pretest dan posttest yang diberikan sebelum dan setelah belajar menggunakan *game* edukasi yang telah dikembangkan. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan *game* edukasi yang valid, praktis, dan efektif. Berikut merupakan hasil validasi *game* edukasi berbasis *android*:

1. Hasil Validasi Produk Game Edukasi

Validasi ahli materi dan ahli media dilakukan bertujuan untuk mengetahui materi yang dimasukkan dalam *game* edukasi serta untuk mengetahui produk *game* edukasi berbasis *android* pada materi alat optik sesuai dan valid digunakan oleh siswa. *Instrument* validasi ahli terdiri dari 6 aspek yang dinilai dan berisi 14 pernyataan yaitu aspek kelayakan isi, kebahasaan, teknik penyajian, rekayasa perangkat lunak, komunikasi visual, serta ketercukupan indikator keterampilan berpikir kritis. *Instrument* dapat dilihat pada lampiran 14. Hasil validasi ditunjukkan pada Tabel 4.1:

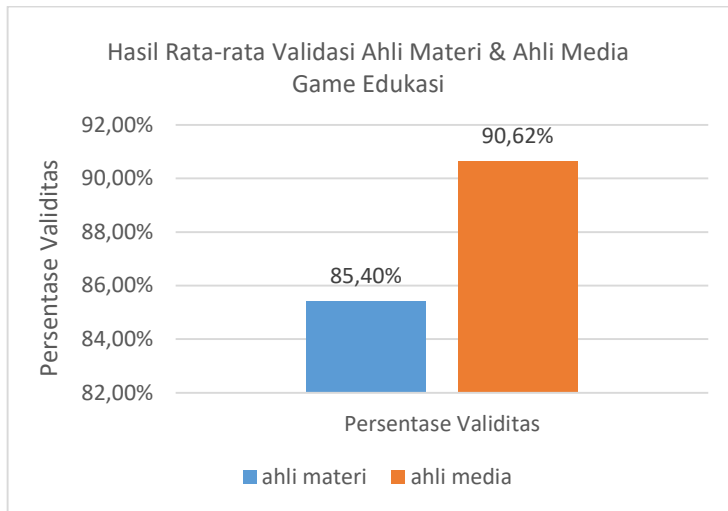
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa *game* edukasi berbasis *android* oleh validator pertama memperoleh persentase sebesar 87,5% untuk materi dan 96,87% untuk media. Validator kedua memperoleh persentase sebesar 83,3% untuk materi dan

84,37% untuk media. Kriteria penilaian didasarkan pada skala *likert* 1 sampai 4 yaitu sangat baik, baik, tidak baik, dan sangat tidak baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi dan produk *game* edukasi berbasis *android* sangat valid digunakan oleh siswa sebagai media pembelajaran fisika.

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Oleh Dua Validator

Ahli Materi dan Ahli Media	Aspek Yang Dinilai	Skor Penilaian Validator 1	Skor Penilaian Validator 2	Persentase Kevalidan (%) Validator 1	Persentase Kevalidan (%) Validator 2
Materi	Kelayakan Isi	4	4	87,5%	83,3%
		4	3		
		3	3		
	Kebahasaan	3	3		
		4	3		
		3	4		
Media	Rekayasa Perangkat Lunak	4	4	96,87%	84,37%
		4	3		
	Komunikasi Visual	4	3		
		3	3		
	Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	4	4		
		4	4		
		4	3		
		4	3		
Jumlah Skor Penilaian		52	47		

Adapun hasil persentase rata-rata ahli materi dan ahli media dapat dilihat pada Gambar 4.30



Gambar 4. 28 Grafik persentase rata-rata ahli materi dan ahli media

Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan hasil berbeda antara ahli materi dan ahli media. Jika dihitung rata-rata maka diperoleh persentase ahli materi sebesar 85,4% dengan kriteria sangat valid. Sedangkan pada ahli media jika dihitung rata-rata maka diperoleh persentase sebesar 90,62% dengan kriteria sangat valid. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi fisika berbasis *android* sangat valid digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik.

2. Hasil Angket Respons Pengguna

a. Hasil Angket Respons Guru

Angket respons guru dilakukan pada tahap implementasi setelah produk *game* edukasi divalidasi oleh dosen ahli. Angket ini diberikan kepada guru untuk mengetahui tingkat kepraktisan atau tanggapan guru terhadap pengembangan *game* edukasi fisika berbasis *android* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa yang telah dikembangkan. Guru yang mengisi angket merupakan salah satu guru fisika atau guru pengampu mata pelajaran fisika di kelas yang dijadikan sampel penelitian sebagai uji coba perorangan. Kriteria penilaian didasarkan pada skala *likert* 1 sampai 4 yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Hasil angket respons guru dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Berdasarkan hasil analisis angket respons guru terkait produk *game* edukasi fisika pada materi alat optik diperoleh persentase sebesar 96,25% dengan kriteria sangat praktis. Jadi, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi berbasis *android* sangat praktis digunakan siswa maupun guru sebagai media pembelajaran fisika. Instrumen dapat dilihat pada lampiran 17.

Tabel 4.2 Hasil Angket Respons Guru

Responden	Aspek Yang Dinilai	Indikator	Skor Penilaian
Guru	Penyajian Materi	1	11
		2	
		3	
	Tampilan Game	4	12
		5	
		6	
	Kemudahan Penggunaan Game	7	16
		8	
		9	
		10	
	Bahasa	11	6
		12	
		13	
	Efektif dan Efisien	14	12
		15	
		16	
	Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	17	20
		18	
		19	
		20	
Jumlah Skor Penilaian			77
Jumlah Skor Maksimum			80
Persentase Kepraktisan			96,25%

b. Hasil Angket Respons siswa

Angket respons siswa dilakukan pada tahap implementasi setelah produk *game* edukasi divalidasi oleh dosen ahli. Angket ini diberikan kepada siswa untuk mengetahui tingkat kepraktisan atau tanggapan

siswa terhadap pengembangan *game* edukasi fisika berbasis *android* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa yang telah dikembangkan. Siswa yang mengisi angket merupakan siswa dari kelas XI MIPA 3 yang dijadikan sampel penelitian yaitu berjumlah 36 siswa sebagai uji coba skala besar.

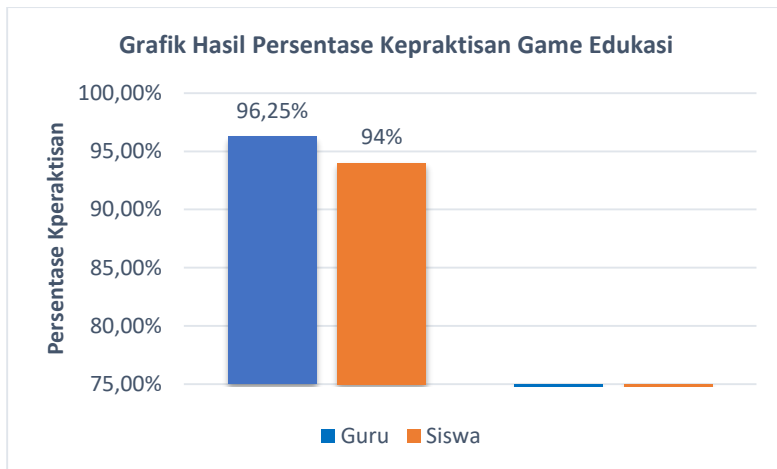
Angket tersebut diberikan kepada siswa, kemudian siswa melakukan penilaian terhadap game edukasi pada lembar angket yang telah diberikan oleh peneliti. Kriteria penilaian didasarkan pada skala *likert* 1 sampai 4 yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Perhitungan angket respons siswa dilakukan dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics* 24. Hasil analisis angket respons siswa dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Berdasarkan hasil analisis angket respons siswa terkait produk *game* edukasi pada materi alat optik diperoleh persentase sebesar 94% dengan kriteria sangat praktis. Jadi, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi berbasis *android* sangat praktis digunakan siswa maupun guru sebagai media pembelajaran fisika. Instrumen dan rekapitulasi perhitungan analisis angket respons siswa dapat dilihat pada lampiran 19.

Tabel 4.3 Hasil Angket Respons Siswa

Responden	Aspek Yang Dinilai	Indikator	Penilaian			
			STS	TS	S	ST
Siswa	Tampilan Game	1			32	112
		2				
		3				
		4				
	Kemudahan Penggunaan Game	5			22	122
		6				
		7				
		8				
	Materi	9			30	78
		10				
		11				
	Bahasa	12			21	51
		13				
	Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	14			49	131
		15				
		16				
		17				
		18				
Jumlah Frekuensi				154	494	
Jumlah Skor				462	1976	
Total Jumlah Skor				2438		
Jumlah Skor Maksimum				2592		
Presentase Kepraktisan				94%		

Hasil respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi dapat dilihat pada Gambar 4.32



Gambar 4. 29 Hasil respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi

3. Hasil Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa diukur menggunakan instrument tes berupa *pretest* dan *posttest*.

a) Uji Validitas Instrumen Tes

1) Uji Validitas

Validitas adalah sebuah indikator yang menggambarkan sejauh mana instrumen atau alat ukur yang digunakan dalam penelitian atau pengukuran dapat mengukur atau menggambarkan konsep atau variabel yang dimaksud dengan akurat dan tepat. Soal tes harus melewati uji validitas oleh validator, sebelum diberikan kepada siswa. Hasil validasi soal oleh

validator diperoleh persentase sebesar 89,58% dengan kriteria sangat valid. Hasil validasi soal keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada lampiran 10. Jika instrumen dapat mengukur dengan akurat apa yang diinginkan dan mampu menjelaskan data dari variabel yang diteliti, maka instrumen tersebut dapat dianggap valid. Untuk menguji validitas instrumen pada soal uraian, dapat digunakan rumus korelasi *product moment*. Soal dapat dikatakan valid jika $r_{xy} > r_{tabel}$. Uji validitas soal dilakukan dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 24*. Soal yang perlu divalidasi berjumlah 20 soal uraian. Hasil validitas soal ditunjukkan pada Tabel 4.4:

Tabel 4.4 Hasil Uji Validitas Soal

Jumlah Soal	Soal Valid	Soal Tidak Valid
20	3,5,7,9,10,12,1 5,17,18, dan 20	1,2,4,6,8,11,13,1 4,16, dan 19
Jumlah soal valid dan tidak valid	10	10

Berdasarkan uji validitas butir soal yang telah dilakukan dari 20 soal uraian yang telah diujikan kepada 32 siswa kelas XII MIPA 5 SMAN 8 Semarang, diperoleh hasil uji validitas pada soal *pretest* dan *posttest* terdapat 10 soal yang tidak valid dan 10 soal lainnya dinyatakan valid.

Rekapitulasi perhitungan uji validitas dapat dilihat pada lampiran 27.

2) Uji Reliabilitas

Reliabilitas merupakan serangkaian alat ukur yang tetap konsisten meskipun pengukuran itu dilakukan secara berulang. Suatu tes dapat dikatakan reliabel, jika tes tersebut menunjukkan hasil yang dapat dipercaya dan tidak bertentangan. Reliabilitas *instrument* pada soal uraian dapat diuji menggunakan rumus r_{11} (koefisien reliabilitas tes). Soal dikatakan reliabel jika $r_{11} > r$ hitung. Uji reliabilitas soal dilakukan dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 24*. Hasil reliabilitas tes ditunjukkan pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Hasil Uji Reliabilitas Tes

No.	Jenis Soal	r hitung	r table
1.	Tes keterampilan berpikir kritis	0,779	0,361

Berdasarkan hasil uji reliabilitas dari 20 soal, diperoleh nilai reliabilitas 0,779 sehingga soal tersebut dapat dinyatakan reliabel karena melebihi r tabel. Rekapitulasi perhitungan uji reliabilitas dapat dilihat pada lampiran 28.

3) Uji Tingkat Kesukaran

Kesukaran soal merupakan indikator yang mengukur tingkat kesulitan soal yang digunakan. Jika soal-soal yang digunakan proporsional dengan kemampuan siswa, maka soal-soal tersebut dapat dikategorikan sebagai baik. Soal yang digunakan sebaiknya tidak terlalu sukar dan tidak terlalu mudah. Akan tetapi karena variabel yang diukur dalam penelitian ini yaitu keterampilan berpikir kritis yang termasuk *HOTS*, maka beberapa soal yang dibuat cenderung pada kriteria sedang dan sukar. Adanya soal tersebut, maka keterampilan berpikir kritis siswa dapat meningkat. Uji tingkat kesukaran soal dilakukan dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 24*. Hasil perhitungan tingkat kesukaran soal *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

Jenis Soal	Taraf Kesukaran	Nomor Soal
Tes keterampilan berpikir kritis	Mudah	8, 11
	Sedang	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 14, 16, 17, 19
	Sukar	7, 10, 12, 15, 18, 20

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kesukaran yang telah dilakukan dari 20 soal uraian, diperoleh 2 soal dengan kriteria mudah, 12 soal dengan kriteria sedang, dan 6 soal dengan kriteria sukar. Rekapitulasi perhitungan uji tingkat kesukaran dapat dilihat pada lampiran 28.

4) Uji Daya Pembeda

Daya pembeda adalah ukuran yang mengindikasikan sejauh mana instrumen penelitian seperti soal, mampu membedakan antara siswa yang telah menguasai kompetensi dengan siswa yang belum menguasainya. Untuk menguji daya pembeda soal, dapat digunakan program *IBM SPSS Statistics 24*. Hasil uji daya pembeda soal ditunjukkan pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Hasil Uji Daya Pembeda Soal

Jumlah soal	Daya Pembeda	Nomor Soal
6	Tidak Baik	1, 6, 11, 14, 16, 19
3	Jelek	2, 4, 8
6	Cukup	5, 10, 12, 13, 17, 20
5	Baik	3, 7, 9, 15, 18
0	Baik Sekali	-

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat kesukaran yang telah dilakukan dari 20 soal uraian

pretest dan *posttest* yang telah diujikan kepada 32 siswa, diperoleh nomor soal 3,5,12,7,9,15,17,18,20, dan 10 dengan kategori sangat baik, baik, dan cukup baik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat 10 soal yang dapat digunakan untuk penelitian. Rekapitulasi perhitungan uji daya pembeda dapat dilihat pada lampiran 30.

Berdasarkan hasil keempat uji yaitu uji validitas, uji reliabilitas, uji tingkat kesukaran, dan uji daya pembeda soal. Terdapat 10 soal yang valid, 20 soal reliabel, tingkat kesukaran 6 soal dengan kriteria sukar dan soal dengan daya pembeda cukup, baik, dan baik sekali 11 soal. Namun dari 11 soal tersebut yang digunakan hanya 10 soal meskipun ada 1 soal yaitu nomor 13 dengan daya pembeda cukup dapat digunakan dengan revisi tetapi tidak direvisi. Dapat disimpulkan bahwa soal yang digunakan untuk tes keterampilan berpikir kritis hanya 10 soal.

b) Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan oleh peneliti untuk mengevaluasi apakah data yang dianalisis mengikuti distribusi normal atau tidak. Salah satu rumus yang digunakan untuk uji normalitas dalam penelitian adalah uji *Chi-Kuadrat*. Uji normalitas dilakukan

terhadap nilai *pretest* dan *posttest* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. kelas yang digunakan yaitu satu kelas yang berjumlah 36 siswa. uji normalitas dilakukan dengan menggunakan *excel* dan program *IBM SPSS Statistics*

24. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 4.8:

Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas

No.	Jenis Soal	X^2_{hitung}	X^2_{tabel}
1.	Pretest	2,227	11,07
2.	Posttest	2,238	11,07

Berdasarkan hasil perhitungan uji normalitas yang telah dilakukan, diperoleh nilai *pretest* diperoleh X^2_{hitung} sebesar 2,227 dan nilai *posttest* diperoleh X^2_{hitung} sebesar 2,238 dengan X^2_{tabel} sebesar 11,07. Hal ini menunjukkan bahwa $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ sehingga data dinyatakan berdistribusi normal. Rekapitulasi perhitungan uji normalitas dapat dilihat pada lampiran 31-32

c) Uji N-Gain

N-Gain digunakan peneliti untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah diberikan perlakuan berupa tes yaitu *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dan *posttest* dilakukan sebelum dan setelah siswa menggunakan *game* edukasi. *Pretest* dan *posttest* masing masing mempunyai jumlah soal yang sama yaitu 10 soal uraian yang sesuai dengan indikator

keterampilan berpikir kritis dari Ennis. Soal tersebut dikerjakan oleh siswa kelas XI MIPA 3 dengan alokasi waktu 60 menit. Uji N-Gain dilakukan dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 24*. Hasil uji N-Gain dapat dilihat pada Tabel 4.9:

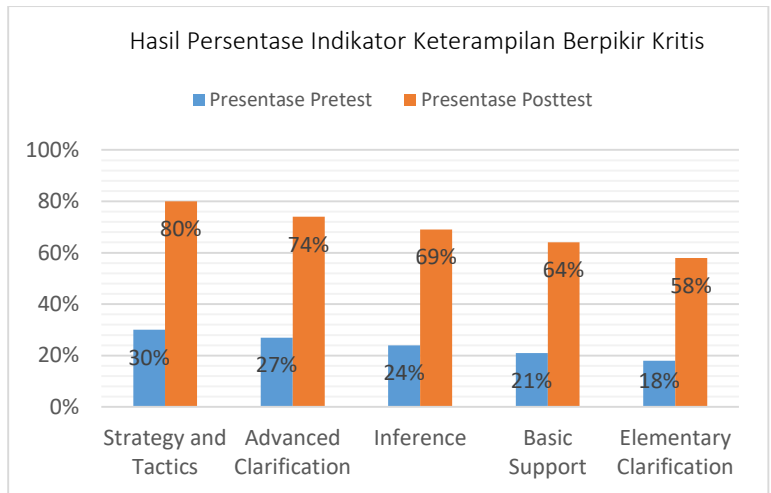
Tabel 4.9 Hasil Uji N-Gain

N-Gain	Kriteria
0,379	Sedang

Berdasarkan hasil perhitungan uji N-Gain yang telah dilakukan, diperoleh sebesar 0,379 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan *game* edukasi fisika. Rekapitulasi perhitungan uji N-Gain dapat dilihat pada lampiran 26.

d) Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Hasil persentase masing masing indikator keterampilan berpikir kritis untuk *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada Gambar 4.33:



Gambar 4.30 hasil persentase indikator keterampilan berpikir kritis pada *pretest* dan *posttest*

C. Revisi Produk

Tujuan dari revisi produk adalah untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Dalam penelitian ini, selain data kuantitatif, juga diperoleh data kualitatif. Data kualitatif tersebut berupa saran dan masukan yang diberikan oleh ahli materi dan ahli media. Saran dan masukan tersebut kemudian digunakan sebagai bahan evaluasi pada tahap akhir, yaitu tahap evaluasi dari penelitian dan pengembangan *game* edukasi yang telah dikembangkan. Kritik dan saran terhadap media pembelajaran *game* edukasi fisika dari validator ahli dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan 4.11:

Tabel 4.10 Kritik dan saran validator ahli media terhadap media pembelajaran *game* edukasi fisika berbasis *android*

No.	Jenis Kesalahan	Kritik dan Saran
1.	Desain dan warna <i>background</i> kurang kontras	<i>Background</i> terlalu ramai sehingga tombol seperti <i>home</i> , <i>next</i> , <i>before</i> tidak terlihat. Warna dan desain <i>beackground</i> bisa diedit lagi disesuaikan agar dapat terlihat jelas.
2.	Tombol keluar pada halaman main (<i>game</i>) tidak ada	Pada halaman main seharusnya diberi tombol pilihan keluar untuk pemain dapat keluar dari <i>game</i> tanpa harus menyelesaikan terlebih dahulu level tersebut.
3.	Tombol kurang terbaca	Beberapa tombol yang kurang terbaca, yang seharusnya tidak perlu dipasang, dihilangkan saja. Jika di akhir halaman tombol <i>next</i> tidak ada dan jika di awal halaman tombol <i>before</i> tidak ada.

Tabel 4.11 Kritik dan saran validator ahli materi terhadap media pembelajaran *game* edukasi fisika berbasis *android*

No.	Jenis Kesalahan	Kritik dan Saran
1.	Video tidak ada keterangan	Pada video tidak ada keterangan yang jelas video tersebut menjelaskan tentang apa, seharusnya diberikan judul video pembuatan apa, dan lain sebagainya.
2.	Materi mata kurang lengkap	Pada bagian materi mata tidak diberikan gambar tentang pembentukan bayangan pada mata. Seharusnya dapat ditambahkan gambarnya supaya jelas.
3.	Terdapat halaman yang tidak sesuai	Pada bagian materi mata halaman kedua tidak sinkron dengan halaman pertama. Seharusnya halaman kedua dihapus saja karena tidak perlu (tidak berkaitan dengan halaman pertama).

Revisi media pembelajaran *game* edukasi sebagai berikut:



Gambar 4.31 Warna *background* yang kurang kontras sehingga tombol kurang jelas terbaca sebelum direvisi



Gambar 4.32 Warna *background* yang kontras sehingga tombol jelas terbaca setelah direvisi



Gambar 4.33 Tombol keluar pada halaman main (*game*) tidak ada sebelum direvisi



Gambar 4.34 Tombol keluar pada halaman main (*game*) sudah dicantumkan setelah direvisi



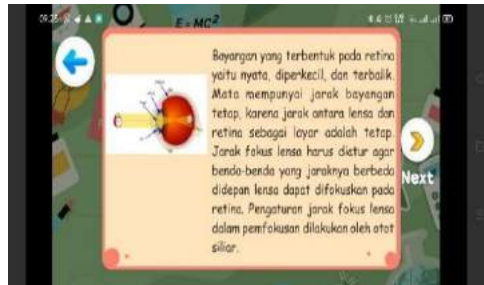
Gambar 4.35 Video tidak ada keterangan yang jelas sebelum direvisi



Gambar 4.36 Video ada keterangan yang jelas setelah direvisi



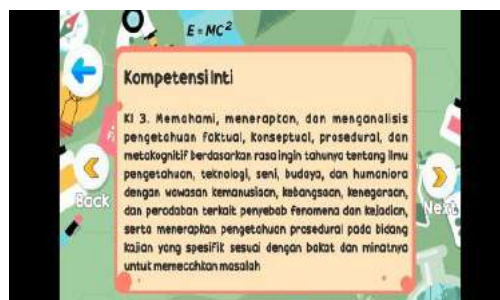
Gambar 4.37 Materi pada mata kurang lengkap, tidak terdapat gambar pembentukan bayangan pada mata sebelum direvisi



Gambar 4.38 Materi pada mata lengkap, terdapat gambar pembentukan bayangan pada mata setelah direvisi



Gambar 4.39 Terdapat halaman yang tidak sinkron pada materi mata sebelum direvisi dan halaman tersebut sudah dihapus setelah direvisi



Gambar 4.40 Tombol yang kurang terbaca dan tidak berfungsi sebelum direvisi



Gambar 4.41 Tombol yang kurang terbaca dan tidak berfungsi setelah direvisi

D. Kajian Produk Akhir

Game edukasi fisika berbasis *android* dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi alat optik kelas XI MIPA. Kualitas suatu produk dapat dilihat dari tiga kriteria yang harus terpenuhi bahwa produk dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Tiga kriteria tersebut yaitu valid, praktis, dan efektif (Plomp & Nieveen, 2013). *Game* dikembangkan menggunakan *software construct 3* yang merupakan *versi* terbaru dari *construct 2*.

Hasil validasi produk diperoleh presentase dari ahli materi sebesar 85,4%. Pada penilaian materi *game*, aspek yang dinilai yaitu kelayakan isi, kebahasaan, dan teknik penyajian. Hasil tersebut didasari dari *game* edukasi fisika berbasis *android* yang berisikan konsep materi yang sudah disesuaikan dengan KI, KD, keilmuan fisika dan dapat dipertanggungjawabkan dari

sumbernya. Materi dalam *game* disajikan secara runtut dan sistematis sesuai dengan kurikulum 2013 dan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, hal ini sejalan dengan penelitian (Liliana & Sulisworo, 2018) yang menyatakan bahwa pembelajaran kontekstual pada fisika yaitu menghubungkan antara materi fisika dengan situasi dunia nyata siswa melalui *android* dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Cakupan dan kedalaman materi disajikan akurat sesuai dengan konsep dan fakta dalam ilmu fisika. Penyajian materi selain dalam bentuk teks juga dalam bentuk video, serta terdapat contoh soal dan pembahasan yang dapat membantu siswa dalam memahami materi alat optik. Hal ini sejalan dengan penelitian Pada *game* juga terdapat latihan soal dan pembahasan disetiap levelnya yang sudah disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Hal ini sejalan dengan penelitian (Khotimah et al., 2017) yang menyatakan bahwa bahan ajar *multirepresentasi* dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, sehingga dengan adanya pembelajaran yang memanfaatkan media *multirepresentasi* dapat melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Hasil validasi ahli media diperoleh persentase sebesar 90,62% yang terdiri dari aspek rekayasa perangkat lunak dan aspek komunikasi visual. Hal tersebut didasari oleh penyajian

desain *game* edukasi fisika berbasis *android* yang telah memuat keseluruhan indikator diantaranya kemudahan dalam pengoperasian, efektif dan efisien serta kualitas tampilan dan desain antarmuka yang menarik. Penggunaan desain, ukuran *layout*, tata letak *icon* secara tepat. Warna dan *font* yang dapat terbaca dengan jelas, tombol yang berfungsi dengan baik, konsep penyajian media disusun secara sistematis meliputi pendahuluan, materi, simulasi dan evaluasi. Penggunaan teks, audio, gambar, serta video yang jelas dan menarik serta media disusun sesuai *genre game* yaitu *side scrolling game*. Media dapat dioperasikan oleh siswa dengan mudah di *smartphone*. Hal ini menunjukkan bahwa *game* edukasi berbasis *android* dapat memberikan tampilan yang menarik untuk menciptakan pembelajaran yang menyenangkan serta dapat digunakan dengan baik sebagai media pembelajaran fisika.

Aspek penilaian lain yaitu indikator keterampilan berpikir kritis yang terdiri dari lima indikator diantaranya memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menyimpulkan (*inference*), memberikan penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*), serta menyusun strategi dan taktik (*strategy and tactics*). Kelima indikator tersebut diterapkan dalam pertanyaan atau soal latihan yang terdapat di setiap level *game*. Setiap level terdiri dari dua pertanyaan dan satu indikator keterampilan berpikir kritis. Melalui

pertanyaan pertanyaan tersebut, dapat melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini menunjukkan bahwa *game* edukasi fisika berbasis android dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang tidak hanya digunakan siswa untuk bermain namun juga untuk belajar dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian (Jannah & Atmojo, 2022) yang menyatakan bahwa pemanfaatan media pembelajaran yaitu media digital dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Produk yang telah divalidasi, selanjutnya diujicobakan pada satu guru fisika kelas XI MIPA dan 36 siswa kelas XI MIPA 3. Hal ini dilakukan untuk mengetahui respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi fisika sebagai media yang praktis digunakan dalam pembelajaran. Hasil uji coba respons guru diperoleh persentase sebesar 96,25%. Guru mencoba produk dan menganalisis apakah produk dapat digunakan dengan baik oleh siswa maupun guru. Berdasarkan hasil lembar respons guru *game* edukasi berbasis *android* sudah baik dan dapat digunakan dengan mudah. Latihan soal juga sudah sesuai dengan indikator keterampilan berpikir kritis. Guru fisika juga menyarankan agar soal-soal yang bertingkat penalaran konsep dapat ditingkatkan.

Hasil uji coba respons siswa diperoleh persentase sebesar 94%. Siswa mencoba produk dengan mempelajari dan

memahami materi serta bermain dan menjawab latihan soal yang ada pada *game*. Berdasarkan hasil pengamatan peneliti dan lembar respons siswa, ketika *game* edukasi diterapkan dalam proses pembelajaran siswa sangat antusias dan merasa tertarik serta fokus dalam belajar. *Game* didukung oleh tampilan desain, gambar, dan warna yang menarik. Suara dan video pada *game* jelas dan menarik, serta bentuk, model, dan ukuran huruf sederhana dan mudah dibaca. *Game* dapat diinstall dan dioperasikan dengan mudah pada *smartphone* masing-masing siswa. Konsep *game* dan latihan soal pada *game* dapat melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini menunjukkan bahwa *game* edukasi berbasis *android* sangat praktis digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik kelas XI MIPA. Sejalan dengan penelitian (Lubis et al., 2015) yang menyatakan bahwa teknologi yang dimanfaatkan untuk media pembelajaran inovatif yang praktis diyakini mampu mengikuti perkembangan zaman.

Keefektifan media dapat dianalisis melalui uji N-Gain, diperoleh hasil 0,379 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa *game* edukasi fisika berbasis *android* efektif digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat membantu untuk melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sejalan dengan penelitian (Cholifah & Fada, 2022) yang menyatakan bahwa media *game* digunakan

sebagaimana media pembelajaran variatif yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

a. Analisis keterampilan berpikir kritis melalui lembar *pretest* dan *posttest*

Lembar *pretest* dan *posttest* diberikan kepada siswa sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan media pembelajaran *game* edukasi fisika. Hal ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa di awal sebelum dan di akhir setelah menggunakan *game* edukasi. Pada lembar *pretest* dan *posttest* terdapat 10 soal uraian yang mengandung lima indikator keterampilan berpikir kritis. Berdasarkan gambar 4.21 dan 4.22 keterampilan berpikir kritis siswa melalui lembar *pretest* sebelum menggunakan *game* edukasi masih tergolong rendah. Rendahnya berpikir kritis siswa karena siswa belum sepenuhnya memahami materi alat optik dan soal soalnya selain itu media pembelajaran yang digunakan oleh guru kurang variatif. Berikut penjelasan terkait indikator keterampilan berpikir kritis pada setiap soal berdasarkan hasil lembar *pretest* dan *posttest*:

1. Indikator *strategy and tactics*

Berdasarkan hasil analisis indikator masing-masing pada *pretest*, indikator *strategy and tactics* memperoleh persentase sebesar 30% dengan kategori rendah, sedangkan pada *posttest* diperoleh persentase

sebesar 80%. Hal ini berarti terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis sebesar 50%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa siswa sudah dapat menguasai indikator *strategy and tactics* setelah mengikuti pembelajaran menggunakan game edukasi. Berpikir kritis dalam hal *strategy and tactics* merupakan proses yang dinamis yaitu memungkinkan siswa untuk melihat informasi yang berbeda, mengumpulkan dan menganalisis data serta mengevaluasi atau mengumpulkan data yang telah diperoleh (Indri et al., 2020).

Indikator *strategy and tactics* terdapat pada soal 8,9, dan 10. Indikator tersebut mengharuskan siswa untuk menguasai langkah-langkah strategi dan taktik, yaitu mendefinisikan masalah, menyeleksi kriteria untuk membuat solusi, merumuskan solusi alternatif, menentukan apa yang harus dilakukan sementara, meninjau kembali dan mendapatkan jumlah total, serta menentukan jawaban akhir. Soal tersebut terkait sub materi teleskop dan kamera. Pada soal nomor 8 langkah mendefinisikan masalah yaitu disajikan penjelasan singkat tentang pengertian dan pernyataan tentang teleskop panggung, menyeleksi kriteria untuk membuat solusi terkait pernyataan manakah yang benar tentang teleskop panggung. Kemudian

merumuskan solusi alternatif dengan cara membaca sumber referensi, menentukan yang harus dilakukan sementara yaitu menyesuaikan dengan pilihan pernyataan yang ada. Langkah terakhir yaitu meninjau kembali mendapatkan sejumlah jawaban dan menentukan jawaban yang tepat. Pada langkah terakhir tersebut siswa belum dapat meninjau kembali jawaban yang telah diperoleh dan menentukan jawaban yang tepat terkait teleskop panggung. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 8 sesuai dengan langkah langkah indikator *strategy and tactics*.

Soal nomor 9 langkah mendefinisikan masalah yaitu disajikan tiga jenis teleskop yaitu teleskop bintang, bumi, dan panggung yang mempunyai jarak fokus sama, menyeleksi kriteria untuk membuat solusi terkait perbandingan panjang ketiga teleskop untuk memperoleh perbesaran 5 kali perbesaran benda, manakah teleskop yang paling pendek dan paling panjang. Kemudian merumuskan solusi alternatif dengan cara menganalisis soal mulai dari menuliskan diketahui, ditanya, rumus atau persamaan yang digunakan dan menghitungnya sampai menemukan hasil atau jawaban akhir, menentukan yang harus dilakukan sementara yaitu mengurutkan hasil akhir

dari ketiga teleskop. Langkah terakhir yaitu meninjau kembali mendapatkan sejumlah jawaban dan menentukan jawaban yang tepat. Siswa belum dapat menentukan yang harus dilakukan sementara dan meninjau kembali mendapatkan sejumlah jawaban serta menentukan jawaban yang tepat terkait membandingkan hasil akhir dari ketiga teleskop dan menentukan teleskop mana yang paling pendek dan paling panjang. Sedangkan pada *posttest* Secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 9 sesuai dengan langkah langkah indikator *strategy and tactics*.

Soal nomor 10 langkah mendefinisikan masalah yaitu disajikan pertanyaan terkait seorang fotografer yang sedang memotret taman menggunakan kamera. Fotografer memotret taman dengan jarak 2 meter dari lensa, kemanakah dan berapa jauh lensa harus digeser, menyeleksi kriteria untuk membuat solusi terkait arah dan besar pergeseran lensa kamera. Kemudian merumuskan solusi alternatif dengan cara menganalisis soal yaitu menuliskan diketahui, ditanya, rumus atau persamaan yang digunakan dan menghitungnya sampai menemukan hasil atau jawaban akhir, menentukan yang harus dilakukan sementara yaitu menghitung hasil akhir dari keadaan

mula-mula dan keadaan akhir. Langkah terakhir yaitu meninjau kembali mendapatkan sejumlah jawaban dan menentukan jawaban yang tepat. Siswa belum dapat menentukan yang harus dilakukan sementara dan meninjau kembali mendapatkan sejumlah jawaban serta menentukan jawaban yang tepat terkait besar pergeseran lensa kamera dan menentukan arahnya. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 10 sesuai dengan langkah langkah indikator *strategy and tactics*. Meskipun ada beberapa siswa yang masih salah dalam menuliskan jawaban atau hasil akhir, karena faktor kurang teliti dan lain sebagainya.

2. Indikator *Advanced Clarification*

Berdasarkan hasil analisis indikator masing masing pada pretest, indikator *advanced clarification* memperoleh persentase sebesar 27% dengan kategori rendah, sedangkan pada posttest diperoleh persentase sebesar 74%. Hal ini berarti terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis sebesar 47%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa siswa sudah dapat menguasai indikator *advanced clarification* setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *game* edukasi. Berpikir kritis dalam hal *advanced clarification* guru harus dapat mencari tahu siswa mana yang

memerlukan bantuan, memberikan dukungan, dan mengurangi secara perlahan bantuan yang diberikan kepada siswa, sehingga siswa dapat memberlakukan keterampilan berpikir kritis secara mandiri (Greene & Yu, 2016).

Indikator *advanced clarification* terdapat pada soal nomor 7. Pada indikator tersebut siswa harus menguasai langkah-langkah indikator *advanced clarification* yaitu menganalisis bentuk soal dan mendefinisikan strategi dengan mengidentifikasi dan menentukan tindakan untuk menemukan jawaban yang tepat. Pada soal nomor 7 langkah mendefinisikan masalah yaitu disajikan pertanyaan terkait teleskop bintang yang mempunyai daya perbesaran sudut 10 kali, menyeleksi kriteria untuk membuat solusi terkait jarak lensa okuler yang harus digeser agar teleskop dapat membentuk bayangan yang jelas pada layar 30 cm. Kemudian merumuskan solusi alternatif dengan cara menganalisis soal yaitu menuliskan diketahui, ditanya, rumus atau persamaan yang digunakan dan menghitungnya sampai menemukan hasil atau jawaban akhir, menentukan yang harus dilakukan sementara yaitu mencari nilai s_{ok1} dan s_{ok2} . Langkah terakhir yaitu meninjau kembali mendapatkan sejumlah jawaban dan menentukan jawaban yang

tepat. Pada langkah terakhir tersebut siswa belum dapat meninjau kembali jawaban yang telah diperoleh dan menentukan jawaban yang tepat terkait berapa jauh teleskop harus digeser. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 7 sesuai dengan langkah langkah indikator *advanced clarification*.

3. Indikator *Inference*

Berdasarkan hasil analisis indikator masing masing pada *pretest*, indikator *inference* memperoleh persentase sebesar 24% dengan kategori rendah, sedangkan pada *posttest* diperoleh persentase sebesar 69%. Hal ini berarti terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis sebesar 45%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa siswa sudah dapat menguasai indikator *inference* setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *game* edukasi. Berpikir kritis dalam hal *inference* yaitu pada pembelajaran saintifik guru telah mencoba menumbuhkan kemampuan siswa dalam menjelaskan latar belakang dari suatu masalah melalui kegiatan mendeskripsikan fenomena yang diberikan oleh guru. Untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam mencari akibat dari suatu masalah, guru dapat mendorong siswa untuk melalui kegiatan menalar hasil pencarian

informasi atau data yang telah mereka peroleh dengan menggunakan fenomena yang disediakan oleh guru saat pembelajaran. Hal ini berarti ada usaha yang dilakukan guru untuk meningkatkan kemampuan siswa selama proses pembelajaran salah satunya yaitu melalui media *game* edukasi (Hartati & Sholihin, 2015).

Indikator *inference* terdapat pada soal nomor 4, 5, dan 6. Pada indikator tersebut siswa harus menguasai langkah-langkah indikator *inference* yaitu menafsirkan suatu pertanyaan, menggeneralisasikan pertanyaan, memberikan penjelasan mengenai suatu kesimpulan dan hipotesis, serta menentukan jawaban yang tepat. Pada soal nomor 4 menafsirkan suatu pertanyaan yaitu disajikan 3 pengamatan menggunakan lup dengan mata tidak berakomodasi. Menggeneralisasikan pertanyaan yaitu pengamatan lup A, B, dan C mempunyai titik dekat dan jarak fokus lensa masing masing maka pengamatan lup manakah yang mempunyai perbesaran paling banyak. Memberikan penjelasan mengenai suatu kesimpulan dan hipotesis yaitu pertanyaan tersebut mengenai pengamatan lup dengan mata tidak berakomodasi, maka rumus perbesarannya yaitu $M = \frac{Pp}{f}$ dan menghitung masing masing pengamatan lup sesuai dengan rumus dan yang

diketahui pada masing masing pengamatan lup. Langkah terakhir menentukan jawaban yang tepat yaitu pengamatan lup dengan mata tidak berakomodasi mana yang perbesarannya paling banyak. Pada langkah terakhir tersebut kebanyakan siswa hanya mengerjakan sampai tahap menghitung masing masing pengamatan lup saja tanpa menuliskan jawaban akhir dari pengamatan lup mana yang perbesarannya paling banyak. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 4 sesuai dengan langkah langkah indikator *inference*.

Soal nomor 5 menafsirkan suatu pertanyaan yaitu disajikan beberapa pernyataan tentang hasil atau jawaban mana yang benar dari sebuah pernyataan utama yang sudah diketahui pada soal. Menggeneralisasikan pertanyaan yaitu terdapat seorang peneliti yang memeriksa daun menggunakan lup dengan lensa positif 12 dioptri, pernyataan manakah yang benar. Memberikan penjelasan mengenai suatu kesimpulan dan hipotesis yaitu pertanyaan tersebut mengenai pernyataan mana yang benar dari beberapa opsi pernyataan yang telah disajikan dan menghitung masing masing hasil atau jawaban dari pernyataan tersebut untuk membuktikan

apakah benar atau salah. Langkah terakhir menentukan jawaban yang tepat yaitu menyesuaikan hasil perhitungan sendiri dengan yang sudah ada di opsi pernyataan dan menentukan nomor atau poin berapa saja yang merupakan pernyataan benar. Pada langkah terakhir tersebut kebanyakan siswa hanya mengerjakan sampai tahap menghitung beberapa opsi pernyataan saja sehingga tidak dapat menentukan pernyataan mana yang benar. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 5 sesuai dengan langkah langkah indikator *inference*.

Soal nomor 6 menafsirkan suatu pertanyaan yaitu disajikan beberapa pernyataan tentang hasil percobaan mengamati mikroorganisme menggunakan mikroskop dan menyimpulkan apakah hasilnya benar atau salah. Menggeneralisasikan pertanyaan yaitu disajikan pernyataan tentang hasil percobaan pengamatan menggunakan mikroskop yang hasil perbesarannya adalah 60 kali, menentukan apakah hasil tersebut benar. Memberikan penjelasan mengenai suatu kesimpulan dan hipotesis yaitu pertanyaan tersebut mengenai pernyataan yang disajikan apakah benar dan menghitung hasil atau jawaban dari pernyataan tersebut untuk membuktikan

apakah benar atau salah. Langkah terakhir menentukan jawaban yang tepat yaitu menyesuaikan hasil perhitungan sendiri dengan yang sudah ada di pernyataan dan menyimpulkan. Pada langkah terakhir tersebut kebanyakan siswa hanya mengerjakan sampai tahap mencari nilai Mob dan Mok dan belum menghitung nilai perbesaran mikroskop, sehingga tidak dapat disimpulkan apakah hasil perbesaran pada pernyataan di soal sudah benar atau ternyata salah. Sedangkan pada *posttest* Secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 6 sesuai dengan langkah langkah indikator *inference*.

4. Indikator *Basic Support*

Berdasarkan hasil analisis indikator masing masing pada *pretest*, *basic support* memperoleh persentase sebesar 21% dengan kategori rendah, sedangkan pada *posttest* diperoleh persentase sebesar 64%. Hal ini berarti terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis sebesar 43%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa siswa sudah dapat menguasai indikator *basic support* setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *game* edukasi. Berpikir kritis dalam hal *basic support* guru harus mengajari siswa untuk mengenali sumber sumber referensi dari hasil pencarian siswa dapat dipercaya atau tidak dan

mengevaluasi apakah sumber tersebut dapat diandalkan. Keterampilan berpikir kritis ini menjadi penting, karena banyaknya informasi yang masuk atau bebas diakses oleh siswa terutama melalui internet (Greene & Yu, 2016).

Indikator *basic support* terdapat pada soal nomor 2 dan 3. Pada indikator tersebut siswa harus menguasai langkah-langkah indikator *basic support* yaitu mengidentifikasi permasalahan pada pertanyaan, menyesuaikan diantara beberapa sumber, kemampuan memberikan alasan, dan terlibat dalam menyimpulkan. Pada soal nomor 2 mengidentifikasi permasalahan pada pertanyaan yaitu seseorang yang tidak dapat melihat benda jauh secara jelas, kemudian memakai kacamata. Namun berapakah panjang fokus lensa yang cocok dan kekuatan lensa kacamata yang sesuai agar nyaman dipakai oleh orang tersebut. Menyesuaikan diantara beberapa sumber yaitu menganalisis soal dengan menuliskan apa yang diketahui, ditanya, dan rumus yang akan digunakan serta menyesuaikan dengan sumber lain seperti buku atau media lain untuk menentukan solusi yang tepat dari permasalahan tersebut. Kemampuan memberikan alasan yaitu seseorang tersebut menderita miopi dengan titik jauh dan jarak lensa kacamata yang sudah ditentukan di

soal, maka untuk menentukan panjang fokus lensa yang cocok dan kekuatan lensa kacamata harus dihitung terlebih dahulu menggunakan rumus yang sesuai. Terlibat dalam menyimpulkan yaitu setelah dihitung dan ditemukan hasil akhir maka dapat disimpulkan fokus lensa yang cocok dan kekuatan lensa kacamata. Pada soal nomor 2 ini kebanyakan siswa masih salah dalam menjawab mulai dari langkah kedua menyesuaikan dengan beberapa sumber untuk menganalisis soal yang diketahui yaitu menentukan s' sampai pada tahap terakhir siswa masih kurang tepat dalam mengerjakan bahkan ada yang tidak menjawab. Sedangkan pada *posttest* Secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 2 sesuai dengan langkah langkah indikator *basic support*.

Soal nomor 3 mengidentifikasi permasalahan pada pertanyaan yaitu disajikan sebuah pernyataan tentang salah satu jenis cacat mata yang sedang dialami seseorang. Namun pada soal tersebut sedikit mengecoh karena sebenarnya bukan jenis cacat mata yang dimasuk di soal tapi yang lainnya, apakah pernyataan tersebut benar atau salah dan jelaskan. Menyesuaikan diantara beberapa sumber yaitu menganalisis soal dengan mencari sumber lain seperti buku atau media lain untuk membuktikan apakah pernyataan tersebut

benar atau salah. Kemampuan memberikan alasan yaitu menjelaskan tentang cacat mata apakah yang sebenarnya dimaksud di soal dan bagaimana penjelasannya. Terlibat dalam menyimpulkan yaitu menentukan apakah pernyataan tersebut benar atau salah jika salah penjelasan yang benar seperti apa. Pada soal nomor 3 ini kebanyakan siswa masih salah dalam menjawab karena terkecoh dengan yang sudah disebutkan di soal sehingga menganggap bahwa yang di soal sudah benar. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 3 sesuai dengan langkah langkah indikator *basic support*. Meskipun terdapat beberapa siswa yang salah dalam menghitung sehingga hasil akhir tidak ada yang menjawab.

5. Indikator *Elementary Clarification*

Berdasarkan hasil analisis indikator masing masing pada *pretest*, indikator *strategy and tactics* memperoleh persentase sebesar 18% dengan kategori rendah, sedangkan pada *posttest* diperoleh persentase sebesar 58%. Hal ini berarti terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis sebesar 40%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa siswa sudah dapat menguasai indikator *elementary clarification* setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *game* edukasi.

Berpikir kritis dalam hal *elementary clarification* siswa harus dapat memfokuskan dan menganalisis pertanyaan namun ternyata siswa belum terbiasa memfokuskan pertanyaan dan menganalisis terlebih dahulu pertanyaannya sehingga tidak dapat menghasilkan jawaban yang tepat (Arum, 2014).

Indikator *elementary clarification* terdapat pada soal nomor 1. Pada indikator tersebut siswa harus menguasai langkah-langkah indikator *elementary clarification* yaitu mengidentifikasi atau merumuskan masalah, mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk menentukan jawaban yang mungkin, dan menjawab suatu penjelasan atau tantangan. Pada soal nomor 1 mengidentifikasi atau merumuskan masalah yaitu mata normal manusia yang mempunyai titik dekat dan titik jauh seperti yang sudah disebutkan pada soal, berapa daya akomodasi mata normal tersebut. Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk menentukan jawaban yang mungkin yaitu menganalisis soal dengan menuliskan diketahui, ditanya, dan menentukan rumus yang tepat, menentukan nilai s' dengan menganalisis benda yang berada di titik dekat, bayangannya akan jatuh di retina (jarak lensa mata ke retina ± 2 cm. Langkah terakhir menjawab suatu penjelasan atau tantangan yaitu

setelah ditentukan kriteria jawaban yang mungkin atau proses perhitungan dapat diperoleh hasil akhir dari daya akomodasi mata normal dengan cara menentukan dulu nilai s' mencari nilai jarak fokus lensa kemudian kuat lensa dan yang terakhir daya akomodasi. Pada soal nomor 1 ini kebanyakan siswa masih bingung menentukan jarak lensa ke retina menghitung atau mencari nilai kuat lensanya, meskipun soal terlihat simpel tapi banyak siswa yang belum memahami dengan baik soal tersebut. Sedangkan pada *posttest* secara keseluruhan siswa sudah dapat menjawab soal nomor 1 sesuai dengan langkah langkah indikator *elementary clarification*. Meskipun ada beberapa siswa yang masih salah, tidak menjawab, atau menuliskan hasil akhir.

b. Analisis keterampilan berpikir kritis siswa melalui *game* edukasi fisika berbasis *android*

Berdasarkan analisis indikator keterampilan berpikir kritis melalui lembar *pretest* diperoleh hasil kelima indikator diperoleh persentase kisaran 18%-30% dengan kriteria rendah dan sangat rendah. Hal ini disebabkan karena belum dilakukannya pembelajaran menggunakan *game* edukasi fisika. Kemudian terdapat satu indikator yang mempunyai presentase paling rendah yaitu indikator *elementary clarification*. Hal ini disebabkan karena siswa

belum mampu memfokuskan dan menganalisis pertanyaan terutama pada pertanyaan yang mengandung pemahaman konsep (Arum, 2014). Analisis indikator keterampilan melalui lembar *posttest* hasil kelima indikator meningkat diperoleh presentase kisaran 58%-80% dengan kriteria sedang dan tinggi. Hal ini dapat dikatakan bahwa siswa sudah mampu menguasai kelima indikator setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *game* edukasi.

Pembelajaran menggunakan *game* edukasi fisika berbasis *android* dilakukan sebanyak tiga kali pertemuan. Pertemuan pertama pembelajaran dengan menggunakan *game* edukasi disertai dengan pengisian lembar *pretest* oleh siswa untuk dikerjakan dengan baik. Pertemuan kedua pembelajaran dengan menggunakan *game* edukasi. Pertemuan ketiga pembelajaran dengan menggunakan *game* edukasi disertai pengisian lembar respons siswa, dan lembar respons guru terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi serta lembar *posttest* untuk mengetahui keefektifan produk dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan *game* edukasi. Kegiatan pembelajaran dilakukan sesuai dengan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) yang telah dibuat dapat dilihat pada lampiran 21.

Game edukasi fisika efektif digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini karena indikator keterampilan berpikir kritis diterapkan dalam soal latihan yang dibuat pada *game* edukasi. Level 1 terdiri dari dua soal dengan satu indikator yaitu memberikan penjelasan sederhana, level 2 terdiri dari dua soal dengan satu indikator yaitu membangun keterampilan dasar, level 3 terdiri dari dua soal dengan satu indikator yaitu menyimpulkan, level 4 terdiri dari dua soal dengan satu indikator yaitu memberikan penjelasan lebih lanjut, dan level 5 terdiri dari dua soal dengan satu indikator yaitu menyusun *strategy and tactics*. Selain indikator keterampilan berpikir kritis yang diterapkan pada soal latihan dalam *game*, konsep *game* juga dirancang untuk mengasah daya berpikir penggunaanya (siswa). Materi dalam *game* juga disusun sesuai dengan kurikulum 2013 terdapat materi teori dan video.

Berdasarkan hasil lembar *pretest posttest*, lembar respons guru dan siswa, serta pembelajaran fisika menggunakan *game* edukasi selama tiga kali pertemuan, bahwa *game* edukasi fisika berbasis *android* sangat valid, praktis, dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik kelas XI MIPA untuk melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sejalan dengan penelitian (Mariani et al., 2021) yang

menyatakan bahwa *mobile learning* berupa *game* edukasi sangat cocok digunakan sebagai media pembelajaran yang berpendekatan saintifik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

E. Keunggulan Produk

Produk hasil pengembangan dari penelitian ini yaitu media pembelajaran berupa *game* edukasi fisika berbasis *android*. Produk tersebut mempunyai keunggulan sebagai berikut:

1. *Game* edukasi dapat digunakan secara *online* maupun *offline*.
2. *Game* edukasi dapat digunakan pada semua *smartphone android*.
3. *Game* edukasi dapat diinstall dengan mudah di *smartphone android* masing masing tanpa harus mengunduh serta dapat dikirim berupa link melalui *whatsapp* atau aplikasi dikirim melalui *bluetooth*, *share it* dan lain sebagainya.
4. *Game* edukasi mempunyai tampilan audio visual menarik, terdapat materi berupa teks dan video serta konsep *game* yang unik dengan *genre side scrolling game* yang dipadukan dengan kuis.
5. *Game* edukasi dapat digunakan oleh siswa untuk belajar secara mandiri maupun berkelompok baik di rumah maupun di sekolah.

F. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini, dalam pelaksanaannya tentu terdapat keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti. Keterbatasan penelitian tersebut sebagai berikut :

1. Materi dalam pengembangan media *game* edukasi berbasis *android* hanya terbatas pada materi alat optik fisika kelas XI, sehingga kedepannya bisa mencakup materi yang lebih luas lagi.
2. Populasi dan sampel yang digunakan dalam penelitian ini hanya mencakup pada satu sekolah dan satu kelas.
3. Penelitian ini dilaksanakan bersamaan dengan kelas XII yang sedang melaksanakan ujian sekolah, sehingga pelaksanaannya kurang maksimal.
4. Pada saat uji coba produk beberapa *smartphone* siswa dalam kondisi kurang baik, sehingga siswa kesulitan untuk mengakses.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan Tentang Produk

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

1. *Game* edukasi fisika mempunyai kualitas sangat baik untuk memberikan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi alat optik kelas XI MIPA. Presentase pencapaian ahli materi dan ahli media sebesar 85,4% dan 90,62% dengan kategori sangat valid.
2. Respons guru dan siswa terhadap kemudahan penggunaan *game* edukasi fisika berbasis *android* diperoleh presentase sebesar 96,25% dan 94% dengan kategori sangat praktis, sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi alat optik kelas XI MIPA untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
3. *Game* edukasi fisika berbasis *android* dapat memberikan peningkatan keterampilan berpikir kritis pada siswa materi alat optik kelas XI MIPA. Hal ini ditunjukkan hasil uji N-Gain sebesar 0,379 dengan kategori sedang.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Kualitas produk perlu ditingkatkan untuk menghasilkan media pembelajaran yang semakin baik, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sarana pendukung proses belajar mengajar. Berikut merupakan saran pemanfaatan produk:

1. *Game* edukasi berbasis *android* yang telah dibuat oleh peneliti menggunakan *construct 3* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dapat digunakan guru dan siswa sebagai salah satu media pembelajaran fisika kelas XI MIPA pada materi alat optik dalam proses kegiatan belajar baik di sekolah maupun di rumah.
2. *Game* edukasi untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan dapat memanfaatkan teknologi lainnya untuk mengembangkan media pembelajaran yang bervariasi dan lebih baik lagi.
3. Pada *game* edukasi ini, dapat dikembangkan lagi pada materi lainnya dengan animasi dan konsep yang lebih menarik lagi. Perbaikan soal latihan sesuai dengan indikatornya dapat lebih meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Media yang mempunyai kualitas semakin baik, maka *game* edukasi tidak hanya sebagai media untuk menunjang keberhasilan pembelajaran, namun juga dapat digunakan sebagai perantara untuk

merangsang dan melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Diseminasi dan pengembangan produk lebih lanjut perlu dilakukan untuk menunjang keberhasilan dalam pembelajaran. Hasil penelitian dan pengembangan *game* edukasi dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika untuk materi alat optik kelas XI MIPA pada sekolah tingkat menengah atas atau sederajat. Berikut merupakan diseminasi dan pengembangan produk lebih lanjut:

1. *Game* edukasi dalam penelitian ini dikembangkan dengan tujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika khususnya materi alat optik. Oleh karena itu, *game* edukasi ini kedepannya dapat dikembangkan lagi dan digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi lainnya.
2. *Game* edukasi dalam penelitian ini, diharapkan dapat dikembangkan lagi menjadi *game* edukasi lain yang mempunyai konsep lebih menarik dan materi yang lebih luas lagi dan pada kelas yang berbeda tidak hanya pada kelas XI materi alat optik tetapi dapat dikembangkan pada kelas X dan XII, sehingga pembelajaran akan semakin berkualitas.

3. *Game* edukasi dalam penelitian ini dapat disebarluaskan pada sekolah lain yang mempunyai permasalahan yang sama dan dikembangkan lagi dengan permasalahan berbeda sesuai dengan kebutuhan lapangan atau sekolah yang menjadi tujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, M., Iman, K., & Christyono, Y. (2015). Perancangan Game Edukasi Platform Belajar Matematika Berbasis Android Menggunakan Cosntruct 2. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 4*(1), 129.
- Apino, E., & Retnawati, H. (2018). *Model Creative Problem Solving Berorientasi Higher Order Thinking Skills (HOTS)*. Parama Publishing.
- Arif, muhammad nur, & Sumawati, maeni sondang. (2016). Pengembangan Game Edukasi Interaktif Pada Mata Pelajaran Komposisi Foto Digital Kelas XI di SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal IT-EDU, 01*(02).
- Arifin, Z. (2014). *Penelitian Pendidikan : Metode dan Paradigma Baru*. PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2010). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2015). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Arini, W., & Juliadi, F. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mata Pelajaran Fisika Untuk Pokok Bahasan Vektor Siswa Kelas X SMA Negeri 4 Lubuklinggau, Sumatera Selatan. *Journal Management System, 10*(1).
- Arsyad, A. (2020). *Media Pembelajaran*. Rajawali Press.
- Arum, D. (2014). Penerapan Metode Pembelajaran Studi Kasus Berbantuan Modul untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Chemistry In Education, 3*(2).
- Asrul, Rusydi, A., & Rosnita. (2014). *Evaluasi Pembelajaran*. Citapustaka Media.
- Batubara, H. H. (2020). *Media Pembelajaran Interaktif*. Fatawa Publishing.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design-The ADDIE Approach*. Springer.
- Budi, T. L., Akbar, S., & Ana, R. W. (2021). Pengaruh Media

- Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Construct terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Hasil Belajar Siswa Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika. *Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 129–140.
- Cholifah, N. T., & Fada, S. (2022). Model Guide Discovery Learning Berbasis Game untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(4).
- Darmawan, D. (2013). *Teknologi Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Dermawan, D. (2015). *Teknologi Pembelajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Developers. (2023). *Android Studio : Android SDK Platform release notes*. <https://developer.android.com/studio/releases/platforms>
- Dicoding, I. (2020). *Urutan Versi Android dari Awal Hingga Terbaru*. <https://www.dicoding.com/blog/urutan-versi-android/>
- Dissriany, B. M., Situmorang, R., & Rusmono. (2018). Pengembangan Pembelajaran Berbasis Blended Learning Pada Mata Pelajaran Etimologi Multimedia. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 20(2), 155.
- Efendi, Y. (2018). Rancangan Aplikasi Game Edukasi Berbasis Mobile Menggunakan App Inventor. *Jurnal Intra-Tech*, 2(1), 42.
- Elly's, M. M., Samsiyah, N., & Rudyanto Hendra Erik. (2015). Kemampuan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah matematika o pen-ended ditinjau dari tingkat kemampuan matematika pada siswa sekolah dasar. *Journal Pedagogia*, 4(1), 25.
- Ennis, R. H. (1996). The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Disposition and Abilities. In *Critical Thinking*.
- Fadllan, A., Fariyani, Q., & Nisa, K. (2022). Penerapan Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan

- Berpikir Kritis Siswa SMP/MTs. *Prosiding Seminar Nasional : Lontar Physics Forum VI 2022*.
- Falahudin, I. (2014). Pemanfaatan Media dalam Pembelajaran. *Jurnal Lingkar Widyaaiswara*, 1(4), 104–117.
- Fuada, S. (2015). Perancangan Game Petualangan Pramuka Berbasis Android. *Jurnal Penerapan Ilmu-Ilmu Komputer*, 3(1).
- Giancoli, D. C. (2001). *Fisika* (5 Jilid 2). Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2014a). *Fisika : Prinsip dan Aplikasi Jilid 1*. Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2014b). *Fisika dan Prinsip Aplikasi* (7 Jilid 2). Erlangga.
- Greene, J., & Yu, S. (2016). Educating Critical Thinkers: The Role of Epistemic Cognition,. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1).
- Hake, R, R. (1999). *Analyzing Change/Gain Score*.
- Halliday, D. (2010). *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Erlangga.
- Hamria, & Hasmirati. (2022). Game Edukasi Untuk Pembelajaran IPA SMP Kelas VIII Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 9(1), 277.
- Hartati, R., & Sholihin, H. (2015). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Implementasi Model Problem Based Learning (PBL) Pada Pembelajaran IPA Terpadu Siswa SMP. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*.
- Hasyim, A. (2016). *Metode Penelitian dan Pengembangan di Sekolah*. Media Akademi.
- Hidayat, T., Hidayatullah, A., & Agustini, R. (2019). Kajian Permainan Edukasi dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Deiksis: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 6(2). <https://doi.org/10.33603/dj.v6i2.2111>
- Huda, N. D., & Astono, J. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 68–72.
- Indri, A., Kristen, U., & Wacana, S. (2020). Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menumbuhkan Berpikir Kritis Melalui Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1).
- Iqbal, M., Rahayu, S., & Tri, H. (2021). The Influence of Web-

- Based Learning Media and Education Game Comparison and Scale on Students' Levels in Junior High School. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dan Teknologi Rekayasa*, 4(1), 3. <https://doi.org/10.31962/jiitr.v4i1.100>
- Irwanto. (2021). Perancangan Media Game Edukasi untuk Mata Pelajaran Fisika dengan Menggunakan Model Waterfall di SMK Negeri 2 Kota Serang. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(11), 2316–2321.
- Isnaeni, N., & Hildayah, D. (2020). Media Pembelajaran Dalam Pembentukan Interaksi Belajar Siswa. *Jurnal Syntax Transformation*, 1(5), 148–156.
- Jannah, N. R. D., & Atmojo, W. R. I. (2022). Media Digital dalam Memberikan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basic Edu*, 6(1).
- Jiran, D. O., Cahyadi, W. D., & Susanti, S. (2020). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran matematika. *J-PiMat*, 2(2), 243.
- Kadir, A. (2013). *Pemrograman Aplikasi Android*. ANDI.
- Khotimah, K., Nyeneng, P. D. I., & Feriansyah, S. (2017). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis dan Respons Bahan Ajar Multirepresentasi Terhadap Hasil Belajar. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3).
- Kustandi, C., & Darmawan, D. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran Konsep dan Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat (Pertama)*. Kencana.
- Lajnah, P. (2023). *Qur'an Kemenag*. <https://quran.kemenag.go.id>
- Liliana, A. R., & Sulisworo, D. (2018). Analisis Pemanfaatan Laptop dan Android pada Pembelajaran Kontekstual untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Fisika untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*.
- Lubis, Ramadhani, I., IKhsan, & Jaslin. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Prestasi Kognitif Peserta Didik SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2).

- Mariani, R., Marzal, J., & Zurweni, Z. (2021). Pengembangan Media Mobile Learning dengan Pendekatan Saintifik Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas XI MAN 2 Kota Jambi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan*, 5(3).
- Maulidya, A. (2018). Berpikir dan Problem Solving. *Ihya Al-Arabiyah: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Arab*, 4(1). <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/ihya/article/view/1381>
- Miftah, R. A., & Yonisa, K. R. (2017). *Analisis Hasil Pengembangan Media KOKAMI (Kotak dan Misterius) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis, Aktivitas Belajar dan Ketuntasan Belajar SMP-SMA*. 5(3).
- Munawaroh, R., & Setyarsih, W. (2016). Identifikasi Miskonsepsi Siswa dan Penyebabnya pada Materi Alat Optik Menggunakan Three-tier Multiple Choice Diagnostic Test. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 05(02), 79–81.
- Novidya, S. D., & Kustijono, R. (2020). Game Applied Physics untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (IPF)*, 09(02), 244–245.
- Nuqisari, R., & Sudarmilah, E. (2019). Pembuatan Game Edukasi Tata Surya dengan Construct 2 Berbasis Android. *Teknik Elektro*, 19(02).
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Misykat*, 3(1).
- Panginan Putri, A., Sukariasih, L., Tahang, L., & Abdin. (2022). Development Of Android-Based Educational Game Learning Media In Class XI Static Fluid Material (Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Android Pada Materi. *Indonesian Journal of Physics and Its Applications*, 2(1), 21.
- Paul, R., Weil, D., & Binker, A. J. A. (1990). *Critical Thinking Handbook: Guide for Remodelling Lesson Plans in Language Art, Sosial Studies, and Science*. Foundation for Critical Thinking. Foundation for Critical Thinking, 1990.
- Permendiknas. (2006). *Standar Kompetensi Lulusan Nomor 35*

Tahun 2006.

- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *Educational Design Research*. Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Pribadi, B. A. (2017). *Media dan Teknologi Dalam Pembelajaran*. Kencana.
- Priyadi, R., Mustajab, A., Tatsar, M. Z., & Kusairi, S. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X MIPA dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 6(1), 54.
- Rahman, R. A., & Tresnawati, D. (2016). Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Nama Hewan dan Habitatnya dalam 3 bahasa sebagai Media Pembelajaran Berbasis Multimedia. *Jurnal Algoritma*, 13(1).
- Ridoi, M. (2018). *Cara Mudah Membuat Game Edukasi Dengan Construct 2*. Maskha.
- Riduwan. (2018). *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru Karyawan dan Peneliti Pemula*. Alfabeta.
- Rizky, R. M., Iman, S. K., & Windasari Ike Pertiwi. (2016). Perancangan Game Math Adventure Sebagai Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(1), 45.
- Rozi, F., & Kristari, A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Android pada Mata Pelajaran Fisika untuk Siswa Kelas XI di SMAN 1 Tulungagung. *Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika*, 05(1), 36.
- Sakti, H. G. (2017). Pengaruh Media Desain Grafis Berbasis Adobe Photoshop Terhadap Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Pada Mata Pelajaran Desain Grafis. *Jurnal Realita Bimbingan Dan Konseling FIP IKIP Mataram*, 2(2).
- Sandy, T. A., & Hidayat, W. N. (2019). *Game Mobile Learning*. Ahlimedia Book.
- Siregar, S. (2011). *Statistika Deskriptif Untuk Penelitian*. Rajawali Press.
- Solekha, I., Khasanah, N., & Rizqianti, H. A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Ular Tangga Bercerita Berbasis Pendidikan Karakter Untuk

- Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Pada Materi Ekosistem. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 2(1), 50.
- Sonita, A., Rifqo Muhammad Husni, & Apriance, C. (2020). Aplikasi Mobile Learning Bahasa Inggris di Sekolah Alam Mahira Kota Bengkulu. *JSAI (Jurnal Scientific and Applied Informatics)*, 3(1), 6.
- Stemkoski, L., & Leider, E. (2017). *Game Development with Construct 2 from Design to Realization* (p. 2). Apress.
- Subagio, A. (2014). *Leraning Construct 2 Design and create your own engaging, extensible, and addictive game using Construct 2*. Packt Publishing Ltd.
- Sudarmanto, A., Fariyani, Q., & Ni'mah, Z. (2021). Four-Tier Multiple Choice Test Characterized by Local Wisdom Values for Analyzing Critical Thinking Skills. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 4(1).
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. PT Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sumiharsono, R., & Hasanah, H. (2017). *Media Pembelajaran*. Pustaka Abadi.
- Suryadi, A. (2018). Perancangan Aplikasi Game Edukasi Menggunakan Model Waterfall. *Jurnal Petik*, 3(1). <https://doi.org/10.31980/jpetik.v3i1.352>
- Sutiyono, A. (2015). *Pengembangan Instrumen Evaluasi Hasil Belajar*. CV. Karya Abadi Jaya.
- Suwarna, I. P. (2010). *Optik*. Duta Grafika.
- Syarifah, & Sumardi, Y. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran Malcom's Modelling untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2), 241.
- Tipler, P. A. (1996). *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. PT Gelora Aksara.
- Tipler, P. A. (2001). *Fisika Untuk Sains dan Teknik* (3 Jilid 2).

Erlangga.

- Wibawanto, W. (2017). *Desain Dan Pemrograman Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Cerdas Ulet Kreatif.
- Widyastuti, A., Panggabean, S., Kristianto, S. S., Rahmat, T., Khalik, S. P. M. F., Sari, M., Maisaroh, R., Simarmata, J., Haruna, N. H., Michael, R., Etriana, M., & Chamidah, D. (2022). *Media dan Multimedia Pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.
- Yanti, Y., Nenden, M. N., & Slamet, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android dengan MIT APP Inventor pada Pokok Bahasan Fluida Statis. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 3(1), 60-63.
- Yulianto, Y. (2021). *Dasar-Dasar Construct 3*. <https://www.gamelab.id/news/578-dasar-dasar-construct-3>
- Zein, A. (2017). Tafsir Alquran Tentang Akal (Sebuah Tinjauan Tematis). *Jurnal At-Tibyan*, 87(2).
- Adiwijaya, M., Iman, K., & Christyono, Y. (2015). Perancangan Game Edukasi Platform Belajar Matematika Berbasis Android Menggunakan Cosntruct 2. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1), 129.
- Apino, E., & Retnawati, H. (2018). *Model Creative Problem Solving Berorientasi Higher Order Thinking Skills (HOTS)*. Parama Publishing.
- Arif, muhammad nur, & Sumawati, maeni sondang. (2016). Pengembangan Game Edukasi Interaktif Pada Mata Pelajaran Komposisi Foto Digital Kelas XI di SMK Negeri 1 Surabaya. *Jurnal IT-EDU*, 01(02).
- Arifin, Z. (2014). *Penelitian Pendidikan : Metode dan Paradigma Baru*. PT Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2010). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2015). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.

- Arini, W., & Juliadi, F. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mata Pelajaran Fisika Untuk Pokok Bahasan Vektor Siswa Kelas X SMA Negeri 4 Lubuklinggau, Sumatera Selatan. *Journal Management System*, 10(1).
- Arsyad, A. (2020). *Media Pembelajaran*. Rajawali Press.
- Arum, D. (2014). Penerapan Metode Pembelajaran Studi Kasus Berbantuan Modul untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Chemistry In Education*, 3(2).
- Asrul, Rusydi, A., & Rosnita. (2014). *Evaluasi Pembelajaran*. Citapustaka Media.
- Batubara, H. H. (2020). *Media Pembelajaran Interaktif*. Fatawa Publishing.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design-The ADDIE Approach*. Springer.
- Budi, T. L., Akbar, S., & Ana, R. W. (2021). Pengaruh Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Construct terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Hasil Belajar Siswa Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika. *Mosharafa : Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 129–140.
- Cholifah, N. T., & Fada, S. (2022). Model Guide Discovery Learning Berbasis Game untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(4).
- Darmawan, D. (2013). *Teknologi Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Dermawan, D. (2015). *Teknologi Pembelajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Developers. (2023). *Android Studio : Android SDK Platform release notes*. <https://developer.android.com/studio/releases/platforms>
- Dicoding, I. (2020). *Urutan Versi Android dari Awal Hingga Terbaru*. <https://www.dicoding.com/blog/urutan-versi-android/>
- Dissriany, B. M., Situmorang, R., & Rusmono. (2018). Pengembangan Pembelajaran Berbasis Blended Learning

- Pada Mata Pelajaran Etimologi Multimedia. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 20(2), 155.
- Efendi, Y. (2018). Rancangan Aplikasi Game Edukasi Berbasis Mobile Menggunakan App Inventor. *Jurnal Intra-Tech*, 2(1), 42.
- Elly's, M. M., Samsiyah, N., & Rudyanto Hendra Erik. (2015). Kemampuan berpikir kreatif dalam memecahkan masalah matematika o pen-ended ditinjau dari tingkat kemampuan matematika pada siswa sekolah dasar. *Journal Pedagogia*, 4(1), 25.
- Ennis, R. H. (1996). The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Disposition and Abilities. In *Critical Thinking*.
- Fadllan, A., Fariyani, Q., & Nisa, K. (2022). Penerapan Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP/MTs. *Prosiding Seminar Nasional : Lontar Physics Forum VI 2022*.
- Falahudin, I. (2014). Pemanfaatan Media dalam Pembelajaran. *Jurnal Lingkar Widyaaiswara*, 1(4), 104–117.
- Fuada, S. (2015). Perancangan Game Petualangan Pramuka Berbasis Android. *Jurnal Penerapan Ilmu-Ilmu Komputer*, 3(1).
- Giancoli, D. C. (2001). *Fisika* (5 Jilid 2). Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2014a). *Fisika : Prinsip dan Aplikasi Jilid 1*. Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2014b). *Fisika dan Prinsip Aplikasi* (7 Jilid 2). Erlangga.
- Greene, J., & Yu, S. (2016). Educating Critical Thinkers: The Role of Epistemic Cognition,. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1).
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Score*.
- Halliday, D. (2010). *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Erlangga.
- Hamria, & Hasmirati. (2022). Game Edukasi Untuk Pembelajaran IPA SMP Kelas VIII Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 9(1), 277.
- Hartati, R., & Sholihin, H. (2015). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Implementasi Model

- Problem Based Learning (PBL) Pada Pembelajaran IPA Terpadu Siswa SMP. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains*.
- Hasyim, A. (2016). *Metode Penelitian dan Pengembangan di Sekolah*. Media Akademi.
- Hidayat, T., Hidayatullah, A., & Agustini, R. (2019). Kajian Permainan Edukasi dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia. *Deiksis: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 6(2). <https://doi.org/10.33603/dj.v6i2.2111>
- Huda, N. D., & Astono, J. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 68–72.
- Indri, A., Kristen, U., & Wacana, S. (2020). Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menumbuhkan Berpikir Kritis Melalui Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1).
- Iqbal, M., Rahayu, S., & Tri, H. (2021). The Influence of Web-Based Learning Media and Education Game Comparison and Scale on Students' Levels in Junior High School. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dan Teknologi Rekayasa*, 4(1), 3. <https://doi.org/10.31962/jiitr.v4i1.100>
- Irwanto. (2021). Perancangan Media Game Edukasi untuk Mata Pelajaran Fisika dengan Menggunakan Model Waterfall di SMK Negeri 2 Kota Serang. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(11), 2316–2321.
- Isnaeni, N., & Hildayah, D. (2020). Media Pembelajaran Dalam Pembentukan Interaksi Belajar Siswa. *Jurnal Syntax Transformation*, 1(5), 148–156.
- Jannah, N. R. D., & Atmojo, W. R. I. (2022). Media Digital dalam Memberikan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basic Edu*, 6(1).
- Jiran, D. O., Cahyadi, W. D., & Susanti, S. (2020). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran matematika. *J-PiMat*, 2(2), 243.
- Kadir, A. (2013). *Pemrograman Aplikasi Android*. ANDI.
- Khotimah, K., Nyeneng, P. D. I., & Feriansyah, S. (2017). Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis dan Respons Bahan Ajar Multirepresentasi Terhadap Hasil Belajar. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(3).

- Kustandi, C., & Darmawan, D. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran Konsep dan Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat (Pertama)*. Kencana.
- Lajnah, P. (2023). *Qur'an Kemenag*.
<https://quran.kemenag.go.id>
- Liliana, A. R., & Sulisworo, D. (2018). Analisis Pemanfaatan Laptop dan Android pada Pembelajaran Kontekstual untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Fisika untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*.
- Lubis, Ramadhani, I., IKhsan, & Jaslin. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Prestasi Kognitif Peserta Didik SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2).
- Mariani, R., Marzal, J., & Zurweni, Z. (2021). Pengembangan Media Mobile Learning dengan Pendekatan Saintifik Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas XI MAN 2 Kota Jambi. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan*, 5(3).
- Maulidya, A. (2018). Berpikir dan Problem Solving. *Ihya Al-Arabiyyah: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Arab*, 4(1).
<http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/ihya/article/view/1381>
- Miftah, R. A., & Yonisa, K. R. (2017). *Analisis Hasil Pengembangan Media KOKAMI (Kotak dan Misterius) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis, Aktivitas Belajar dan Ketuntasan Belajar SMP-SMA*. 5(3).
- Munawaroh, R., & Setyarsih, W. (2016). Identifikasi Miskonsepsi Siswa dan Penyebabnya pada Materi Alat Optik Menggunakan Three-tier Multiple Choice Diagnostic Test. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 05(02), 79-81.
- Novidya, S. D., & Kustijono, R. (2020). Game Applied Physics untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (IPF)*, 09(02), 244-245.
- Nuqisari, R., & Sudarmilah, E. (2019). Pembuatan Game

- Edukasi Tata Surya dengan Construct 2 Berbasis Android. *Teknik Elektro*, 19(02).
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Misykat*, 3(1).
- Panginan Putri, A., Sukariasih, L., Tahang, L., & Abdin. (2022). Development Of Android-Based Educational Game Learning Media In Class XI Static Fluid Material (Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Android Pada Materi. *Indonesian Journal of Physics and Its Applications*, 2(1), 21.
- Paul, R., Weil, D., & Binker, A. J. A. (1990). *Critical Thinking Handbook: Guide for Remodelling Lesson Plans in Language Art, Sosial Studies, and Science*. Foundation for Critical Thinking, 1990.
- Permendiknas. (2006). *Standar Kompetensi Lulusan Nomor 35 Tahun 2006*.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). *Educational Design Research*. Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Pribadi, B. A. (2017). *Media dan Teknologi Dalam Pembelajaran*. Kencana.
- Priyadi, R., Mustajab, A., Tatsar, M. Z., & Kusairi, S. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Kelas X MIPA dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 6(1), 54.
- Rahman, R. A., & Tresnawati, D. (2016). Pengembangan Game Edukasi Pengenalan Nama Hewan dan Habitatnya dalam 3 bahasa sebagai Media Pembelajaran Berbasis Multimedia. *Jurnal Algoritma*, 13(1).
- Ridoi, M. (2018). *Cara Mudah Membuat Game Edukasi Dengan Construct 2*. Maskha.
- Riduwan. (2018). *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru Karyawan dan Peneliti Pemula*. Alfabeta.
- Rizky, R. M., Iman, S. K., & Windasari Ike Pertiwi. (2016). Perancangan Game Math Adventure Sebagai Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 4(1), 45.
- Rozi, F., & Kristari, A. (2020). Pengembangan Media

- Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Android pada Mata Pelajaran Fisika untuk Siswa Kelas XI di SMAN 1 Tulungagung. *Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika*, 05(1), 36.
- Sakti, H. G. (2017). Pengaruh Media Desain Grafis Berbasis Adobe Photoshop Terhadap Kreativitas Belajar Siswa Kelas X Pada Mata Pelajaran Desain Grafis. *Jurnal Realita Bimbingan Dan Konseling FIP IKIP Mataram*, 2(2).
- Sandy, T. A., & Hidayat, W. N. (2019). *Game Mobile Learning*. Ahlimedia Book.
- Siregar, S. (2011). *Statistika Deskriptif Untuk Penelitian*. Rajawali Press.
- Solekhah, I., Khasanah, N., & Rizqianti, H. A. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Ular Tangga Bercerita Berbasis Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Pada Materi Ekosistem. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 2(1), 50.
- Sonita, A., Rifqo Muhammad Husni, & Apriance, C. (2020). Aplikasi Mobile Learning Bahasa Inggris di Sekolah Alam Mahira Kota Bengkulu. *JSAI (Jurnal Scientific and Applied Informatics)*, 3(1), 6.
- Stemkoski, L., & Leider, E. (2017). *Game Development with Construct 2 from Design to Realization* (p. 2). Apress.
- Subagio, A. (2014). *Leraning Construct 2 Design and create your own engaging, extensible, and addictive game using Construct 2*. Packt Publishing Ltd.
- Sudarmanto, A., Fariyani, Q., & Ni'mah, Z. (2021). Four-Tier Multiple Choice Test Characterized by Local Wisdom Values for Analyzing Critical Thinking Skills. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 4(1).
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. PT Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Alfabeta.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif dan R&D*. Alfabeta.

- Sumiharsono, R., & Hasanah, H. (2017). *Media Pembelajaran*. Pustaka Abadi.
- Suryadi, A. (2018). Perancangan Aplikasi Game Edukasi Menggunakan Model Waterfall. *Jurnal Petik*, 3(1). <https://doi.org/10.31980/jpetik.v3i1.352>
- Sutiyono, A. (2015). *Pengembangan Instrumen Evaluasi Hasil Belajar*. CV. Karya Abadi Jaya.
- Suwarna, I. P. (2010). *Optik*. Duta Grafika.
- Syarifah, & Sumardi, Y. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran Malcom's Modelling untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(2), 241.
- Tipler, P. A. (1996). *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. PT Gelora Aksara.
- Tipler, P. A. (2001). *Fisika Untuk Sains dan Teknik* (3 Jilid 2). Erlangga.
- Wibawanto, W. (2017). *Desain Dan Pemrograman Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Cerdas Ulet Kreatif.
- Widyastuti, A., Panggabean, S., Kristianto, S. S., Rahmat, T., Khalik, S. P. M. F., Sari, M., Maisaroh, R., Simarmata, J., Haruna, N. H., Michael, R., Etriana, M., & Chamidah, D. (2022). *Media dan Multimedia Pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.
- Yanti, Y., Nenden, M. N., & Slamet, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Android dengan MIT APP Inventor pada Pokok Bahasan Fluida Statis. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 3(1), 60–63.
- Yulianto, Y. (2021). *Dasar-Dasar Construct 3*. <https://www.gamelab.id/news/578-dasar-dasar-construct-3>
- Zein, A. (2017). Tafsir Alquran Tentang Akal (Sebuah Tinjauan Tematis). *Jurnal At-Tibyan*, 87(2).

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngalyan Semarang 50185
 Telp/Fax: (024) 76433366, Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B-4544/Un.10.B/J6/ DA.04.01/7/2022

Semarang , 8 Juli 2022

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
 1. Affa Ardhi Saputri , M.Pd
 Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Fisika, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama:

Nama : Yeshinta Nabilah

NIM : 1908066015

Judul : **Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb



..... n. Dekan,
 Ketua Prodi Pendidikan Fisika

.....
 Joko Budi Poernomo , M.Pd
 NIP. 197602142008011011

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2 Surat Penunjukan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1981/Un.10.8/D/SP.01.06/03/2023 10 Maret 2023
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Dr. Joko Budi Poernomo , M.Pd Validator Instrumen Ahli Soal
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
 2. Fachrizal Rian Pratama , M.Sc Validator Instrumen Ahli Materi dan Media
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
 3. Sheilla Rully Anggita , M.Pd Validator Instrumen Ahli Materi dan Media
(Dosen Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo)
- di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : Yeshinta Nabilah
NIM : 1908066015
Program Studi : Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
Kabag. TU

Sharis, SH, M.H
19691710 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 3 Surat Izin Riset UIN Walisongo Semarang



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
 E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor	: B.2329/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2023	27 Maret 2023
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	

Kepada Yth.
 Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama	: Yeshinta Nabilah
NIM	: 1908066015
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian	: Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Dosen Pembimbing : Afifa Ardi Sapturi, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMAN 8 Semarang , yang akan dilaksanakan pada tanggal 3 – 14 April 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Deksa.:
 Kabag. TU

Agus Kharis, SH, M.H

19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 4 Surat Izin Riset Dinas Pendidikan Wilayah 1 Semarang



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I

Jalan Gatot Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran Telepon (024) 769-10066
Faksimile (024) 769-10066 Laman web: dindin1.pdkjateng.go.id
Surel Elektronik: cabdindikei1@gmail.com

NOTA DINAS

Kepada Yth. : KEPALA SMA NEGERI 8 SEMARANG
Dari : KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
Tanggal : 30 Maret 2023
Nomor : 071/200
Hal : Permohonan Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Nomor : B.22329/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2023 tanggal 27 Maret 2023, perihal sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan ijin kepada :

Nama	: Yeshinta Nabilah
NIM	: 1908066015
Prodi	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian	: Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa

2. Kegiatan dilaksanakan pada :

Tanggal	: 3 s.d 14 April 2023
Pukul	: 08.00 WIB s.d Selesai
Lokasi	: SMA Negeri 8 Semarang

3. Hal-hal yang perlu diperhatikan :
 - a. Harus sesuai peraturan yang berlaku;
 - b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan pengambilan data penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
 - c. Saat pengambilan data tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
 - d. Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
 - e. Apabila kegiatan tersebut sudah selesai, agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
PROVINSI JAWA TENGAH



SUNARTO, S.Pd., M.Pd.
Pembina
NIP 19700529-199301 1 002



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE) BSSN.

Lampiran 5 Surat Telah Melaksanakan Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 8
SEMARANG**

Jl. Raya Tugu Semarang ☎ 8661798-8664553 Fax. (024) 8661798 ✉ 50185
Surat Elektronik : sman8sing@yahoo.com , Laman : <http://www.sman8smg.id>

SURAT KETERANGAN
Nomor : 423.4/294/IV/2023

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 8 Semarang, menerangkan bahwa Saudara tersebut di bawah ini:

Nama : **Yeshinta Nabilah**
N I M : **1908066015**
Fak./Jurusan : **Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika**
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

telah melakukan riset di SMA Negeri 8 Semarang untuk keperluan penyusunan skripsi :

Waktu : 3 – 14 April 2023
Judul Skripsi : Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 11 April 2023
Kepala SMA N 8 Semarang



Sonandi, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19750902 200801 2 008

Lampiran 6 Surat Keterangan Pernyataan Wawancara

SURAT KETERANGAN PERNYATAAN WAWANCARA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : EUDI SETIONO

Profesi : GURU

Menyatakan bahwa

Nama : Yeshinta Nabilah

Profesi : Mahasiswa UIN Walisongo Semarang


Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika

NIM : 1908066015

Telah melakukan wawancara langsung kepada pihak SMA N 8 Semarang pada tanggal 4 Oktober 2022 untuk kepentingan perolehan informasi terkait penyelesaian skripsi.

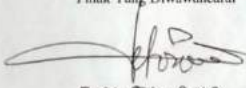
Demikian, surat pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pewawancara



Yeshinta Nabilah
1908066015

Pihak Yang Diwawancarai



EUDI SETIONO
NIP.196311071988031012

Lampiran 7 Pedoman Wawancara Guru Fisika

Komponen wawancara : Input, Process, dan Output

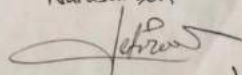
Narasumber : Guru Fisika Kelas XI MIPA 3

No.	Komponen/Sub Komponen	Susbtansi Pertanyaan
1.	Kurikulum Sekolah	Kurikulum apa yang digunakan di sekolah, terutama pada kelas XI?
2.	Peranan media dalam peningkatan keterampilan berpikir kritis	Media pembelajaran itu sangat penting bagi praktisi pendidikan. Menurut Bapak apakah dengan menggunakan media pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa?
3.	Penggunaan game edukasi saat pembelajaran fisika	Apakah Bapak sudah pernah menggunakan media pembelajaran dalam bentuk games edukasi?
4.	Pendapat guru terkait pengembangan game edukasi sebagai media pembelajaran	Bagaimana menurut Bapak kalau diadakannya media pembelajaran games berbasis android? Apakah sangat membantu siswa dalam proses pembelajaran?
5.	Jenis-jenis media yang digunakan guru selama pembelajaran fisika	Pada saat proses pembelajaran Bapak biasanya menggunakan media apa saja?
6.	Pendapat guru terkait materi alat optik	Menurut Bapak, pendapat terkait materi alat-alat optik itu seperti apa?
7.	Pendapat guru jika materi alat optik disajikan dalam game	Bagaimana menurut Bapak, jika materi alat-alat optik disajikan dalam media pembelajaran games edukasi berbasis android?

8.	Penggunaan smartphone di kalangan siswa	Kira-kira siswa siswi di SMAN 8 Semarang ini, apakah rata-rata sudah banyak yang menggunakan smartphone Pak?
9.	Penggunaan handphone saat pembelajaran	Saat pembelajaran berlangsung apakah Bapak dan siswa pernah menggunakan handphone?
10.	Materi fisika di kelas XI semester 2 yang masih sulit dipahami	Menurut Bapak, materi apakah di kelas XI semester 2 yang masih sulit dipahami oleh siswa dan mengapa materi tersebut masih sulit dipahami?
11.	Kritik dan saran guru terkait media yang akan dibuat peneliti	Berikan kritik dan saran Bapak terkait media pembelajaran games edukasi fisika berbentuk aplikasi android yang akan dibuat atau dikembangkan oleh peneliti?

7.	<p>Peneliti : Jika materi Alat's optik disajikan dalam media pembelajaran games berbasis android?</p> <p>Narasumber : <i>Bagus, dapat dikembangkan dengan baik.</i></p>
8.	<p>Peneliti : Kira kira siswa siswi di SMA N 8 Semarang ini, apakah rata rata sudah banyak yang menggunakan smartphone pak?</p> <p>Narasumber : <i>Sudah menggunakan semua</i></p>
9.	<p>Peneliti : Saat pembelajaran berlangsung apakah Bapak dan siswa pernah menggunakan handphone?</p> <p>Narasumber : <i>Pernah, share link, browsing internet untuk menambah pengetahuan terhadap materi yang sedang dipelajari.</i></p>
10.	<p>Peneliti : Menurut Bapak, materi apakah di kelas XI semester 2 yang masih sulit dipahami oleh siswa dan mengapa materi tersebut masih sulit dipahami?</p> <p>Narasumber : <i>Alat-alat optik karena untuk beberapa sub materi seperti Pembentukan bayangan pada mikroskop dll. Membuktikan penjelasan visual lebih detail.</i></p>
11.	<p>Peneliti : Berikan kritik dan saran bapak terkait media pembelajaran games edukasi fisika berbentuk aplikasi android yang akan dibuat atau dikembangkan oleh peneliti?</p> <p>Narasumber : <i>Harapannya mediana menggunakan konsep yg sesuai dan tepat guna</i></p>

Semarang, 9 Oktober 2022
Narasumber,



(BUDI SETIONO)

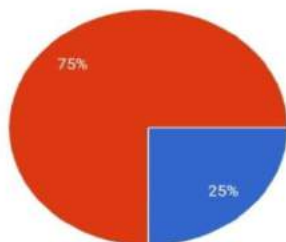
NIP.196311071982031012

Lampiran 9 Hasil Angket Survei Pra Penelitian

1. Bagaimana pendapat anda tentang mata pelajaran fisika?



36 jawaban

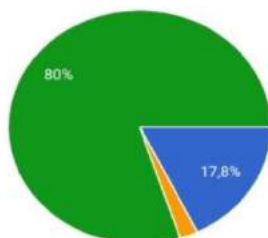


- Menarik, seru, menantang, mudah, dan menyenangkan
- Tidak menarik, sulit, banyak rumus, membingungkan dan membosankan

2. Berikut ini, manakah materi fisika yang menurut anda paling tidak anda pahami (paling sulit selama pembelajaran di kelas XI) semester genap



36 jawaban

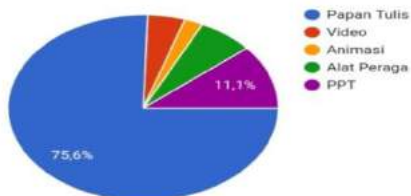


- Hukum Termodinamika
- Gelombang Mekanik
- Gelombang Bunyi dan Cahaya
- Alat Alat Optik
- Gejala Pemanasan Global

3. Media apa yang sering digunakan oleh guru anda saat pembelajaran fisika?

 Salin

36 jawaban



5. Apakah anda menggunakan smartphone?

 Salin

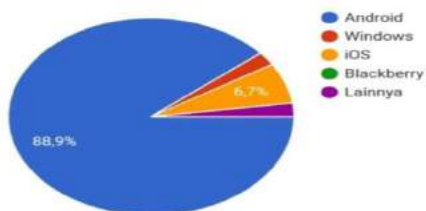
36 jawaban



6. Manakah sistem operasi smartphone yang anda gunakan?

 Salin

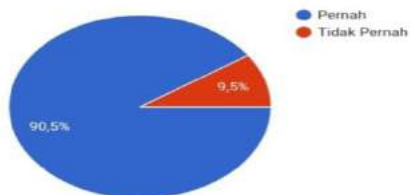
36 jawaban



7. Pernahkah anda menggunakan smartphone dalam pembelajaran fisika?

 Salin

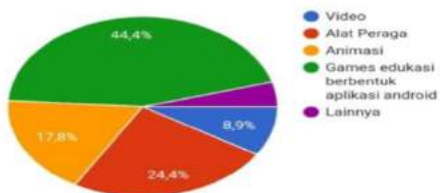
36 jawaban



8. Media pembelajaran seperti apa yang anda inginkan dalam pembelajaran fisika?

 Salin

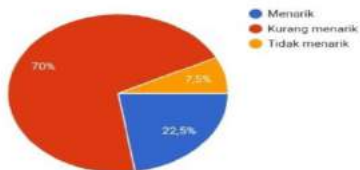
36 jawaban



9. Apakah media pembelajaran yang selama ini digunakan oleh guru anda untuk pembelajaran fisika sudah sesuai dengan harapan anda? (Mediannya menarik, kurang menarik, atau tidak menarik)

 Salin

36 jawaban



10. Menurut anda, apakah materi alat alat optik perlu disajikan dalam games edukasi berbentuk aplikasi android? berikan alasanmu!

36 jawaban

Iya perlu. Karna bosan

Iya, karena menurutku jika disajikan dalam bentuk games edukasi otomatis itu akan terlihat lebih menarik bagi kita sehingga kita lebih mudah menangkap sebuah informasi yang diberikan.

Kaca

Menurut saya iya, karena kalau dalam games biasanya gampang diingat karena berbentuk permainan dan jadi seru untuk mengingat alat² optik

Perlu agar lebih mengetahui tentang materi alat optik

11. Berikan kritik dan saran anda untuk pembuatan dan pengembangan games edukasi berbentuk aplikasi android

36 jawaban

Pembelajaran fisika lewat game mungkin akan menarik karena tidak membosankan dan pembelajaran akan menjadi seru

buat yang menarik agar banyak orang yang tertarik dan mudah untuk memahaminya

bagusnya diselingi dengan animasi

Saya sarankan lebih diperjelas

Sebaiknya materi fisika lebih banyak menggunakan apk karna lebih seru menyenangkan dan mudah dipahami

Lampiran 10 Hasil Validasi Lembar Test

Lembar Validasi Soal Pretest dan Postest Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Oleh : Yeshinta Nabilah
NIM : 1908066015

Hari/Tanggal : Selasa, 21 Maret 2023
Nama Validator : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang
Dosen Pembimbing : Afia Ardi Saputri, M.Pd

Dengan Hormat,
Berkenaan dengan adanya *Game* edukasi fisika berbasis android untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, maka melalui lembar validasi soal pretest dan postest berbentuk essay berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis ini mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap soal yang telah dibuat oleh peneliti. Penilaian dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk meningkatkan kualitas soal ini. Sebelumnya saya mengucapkan terima kasih atas bantuan yang Bapak/Ibu berikan.

A. Petunjuk Pengisian

- Lembar validasi ini digunakan untuk mengetahui pertimbangan validator terhadap instrument yang akan digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, yaitu mengenai soal pretest dan postest berbentuk essay berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis dalam menganalisis masalah fisika khususnya pada materi alat optik.
- Mohon memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom skor yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan penilaian yang ada.
- Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar validasi soal pretest dan postest menggunakan skala likert :
Skor 4 : Sangat Baik (SB)
Skor 3 : Baik (B)
Skor 2 : Cukup Baik (CB)
Skor 1 : Kurang Baik (KB)
- Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan komentar dan saran perbaikan serta kesimpulan dari penilaian soal pada tempat yang telah disediakan.
- Terima kasih banyak atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini.

B. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian				Keterangan
		1	2	3	4	
A ISI						
1	Butir soal sesuai dengan indikator dan kompetensi dasar yang dicapai				✓	
2	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sesuai dan jelas			✓		
3	Isi materi pada soal sesuai dengan tujuan penelitian				✓	
4	Isi materi yang ditanyakan pada soal sesuai dengan jenjang dan jenis sekolah serta tingkat kelas				✓	
B KONSTRUKSI						
5	Pokok soal yang dirumuskan dan kata tanya atau kata perintah menuntut jawaban terarah				✓	
6	Terdapat petunjuk yang jelas terkait					

	cara mengerjakan atau menyelesaikan soal				✓
7.	Terdapat pedoman penulisan jawaban	✓			✗
C. BAHASA					
8.	Kalimat soal dirumuskan secara komunikatif			✓	
9.	Kalimat soal menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar (baku)			✓	
10.	Rumusan kalimat soal tidak menggunakan kata atau ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda				✓
11.	Rumusan kalimat soal tidak menggunakan bahasa lokal (berlaku setempat)				✓
12.	Rumusan kalimat soal tidak mengandung kata atau ungkapan yang dapat menyinggung perasaan siswa				✓

C. Komentar dan Saran

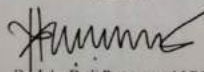
- # Harap menambahkan ketercakupannya dokumen secara lebih baik pendukung lain instrumen
- # Kualitas struktur kalimat kurang "baku".

D. Kesimpulan

Mohon Bapak/Ibu lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan :

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

Semarang, 21 Maret 2023
Validator,



Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
NIP. 19760214 200801 1 001

**Analisis hasil validasi soal keterampilan berpikir kritis
siswa**

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimal Indikator}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{43}{4 \times 12} \times 100\%$$

$$V_s = 89,58\%$$

Lampiran 11 Kisi-Kisi Lembar Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

No.	Aspek		Indikator	No. Soal
1.	Kelayakan Isi		Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan tujuan pembelajaran	1
			Kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa	2
			Cakupan dan Kedalaman Materi	3
2.	Kebahasaan		Kejelasan informasi	4
			Kesesuaian EYD	5
3.	Teknik penyajian		Pendukung penyajian	6
4.	Rekayasa perangkat lunak		Kemudahan dalam pengoperasian	7
			Efektif dan efisien	8
5.	Komunikasi visual		Kualitas tampilan	9
			Desain antarmuka	10
6.	Ketercukupan indikator keterampilan berpikir kritis	Memberikan penjelasan sederhana	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana	11
		Membangun keterampilan dasar dan menyimpulkan	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan	12

			siswa untuk membangun keterampilan dasar dan menyimpulkan	
		Memberikan penjelasan lebih lanjut	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut	13
		Menyusun strategi dan taktik	Konsep game dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik	14

Lampiran 12 Rubrik Penilaian Ahli Media dan Ahli Materi

No.	Aspek Penilaian	Skor	Deskripsi
KELAYAKAN ISI			
1.	Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan tujuan pembelajaran	4	(1) Berisikan Tujuan pembelajaran yang jelas berdasarkan KI dan KD (2) Materi secara lengkap sesuai dengan KD (3) Tersedia materi berupa teks dan video, contoh soal, dan latihan soal untuk mengukur kemampuan siswa sesuai dengan tujuan pembelajaran (4) Materi yang disajikan berkaitan dengan kehidupan sehari hari siswa
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		2	Dua poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		1	Satu poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian

2.	Kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa	4	(1) Materi yang disajikan sesuai dengan kurikulum 2013 (2) Materi yang disajikan sesuai dengan teknologi yang berkembang saat ini yaitu multimedia (3) Materi sesuai dengan gaya belajar siswa (4) Materi dapat membantu siswa memahami materi alat optik
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		2	Dua poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		1	Satu poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
3.	Cakupan dan Kedalaman Materi	4	(1) Fakta dan konsep yang disajikan akurat sesuai dengan konsep dan fakta dalam ilmu fisika (2) Fakta dan konsep yang disajikan tidak memberikan arti ganda (3) Contoh soal dan latihan soal yang mengandung pembahasan sesuai dengan materi (4) Rumus atau persamaan fisika disajikan dengan tepat
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian

		2	Dua poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		1	Satu poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
KEBAHASAAN			
4.	Kejelasan Informasi	4	(1) Tulisan jelas dan mudah dibaca (2) Kata petunjuk jelas (3) Bahasa yang digunakan mudah dipahami (4) Bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan berpikir siswa
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		2	Dua poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
		1	Satu poin yang disebutkan diatas memenuhi aspek penilaian
5.	Kesesuaian EYD	4	(1) Penggunaan istilah yang benar (2) Penggunaan tanda baca yang benar (3) Penggunaan ejaan Bahasa Indonesia yang benar (4) Penggunaan huruf kapital yang sesuai kaidah
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi

		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
TEKNIK PENYAJIAN			
6.	Pendukung penyajian	4	(1) Konsep penyajian media disusun secara sistematis meliputi pendahuluan, materi, simulasi, dan evaluasi (2) Konsep penyajian media disusun sesuai genre game yaitu side scrolling game yang dipadukan dengan kuis (3) Terdapat contoh soal yang meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi (4) Terdapat simulasi dan evaluasi mudah dipahami
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		REKAYASA PERANGKAT LUNAK	

7.	Kemudahan dalam Pengoperasian	4	<p>(1) Media dapat diinstal dan dioperasikan dengan mudah oleh siswa pada smartphone jenis android secara offline (tanpa adanya data internet)</p> <p>(2) Terdapat petunjuk penggunaan media</p> <p>(3) Media dapat berjalan dengan baik tidak mudah hang saat pengoperasiannya</p> <p>(4) Semua tombol pada media dapat merespon dengan baik dan mudah dipahami siswa</p>
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
8.	Efektif dan Efisien	4	<p>(1) Media dapat digunakan kapan saja dan dimana saja dalam jangka waktu yang panjang</p> <p>(2) Tampilan media menarik dan sederhana</p> <p>(3) Media tidak menghabiskan waktu dan memori yang banyak</p> <p>(4) Media praktis digunakan secara mandiri maupun kelompok</p>
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi

		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
KOMUNIKASI VISUAL			
9.	Kualitas Tampilan	4	(1) Penggunaan desain, ukuran, layout, dan tata letak icon secara tepat (2) Pemilihan dan perpaduan warna yang digunakan sesuai dan menarik (3) Rancangan isi dan desain media berisi penggunaan teks, audio, gambar, dan video yang jelas dan menarik (4) Tata letak teks, gambar, dan video yang proporsional
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
10.	Desain Antarmuka	4	(1) Desain warna dan animasi yang sesuai dan menarik bagi siswa (2) Desain layout media sesuai konsep dan menarik (3) Efek dan tampilan layout menarik dan sederhana (4) Jenis, warna, dan ukuran tulisan yang digunakan sesuai

		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		1	Satu poin yang disebutkan diatas terpenuhi
INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS			
11.	Ketercukupan indikator keterampilan berpikir kritis	4	(1) Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana (2) Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar dan menyimpulkan (3) Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut (4) Konsep game dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik
		3	Tiga poin yang disebutkan diatas terpenuhi
		2	Dua poin yang disebutkan diatas terpenuhi

		1	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi
--	--	---	---

Lampiran 13 Lembar Angket Ahli Media dan Ahli Materi**LEMBAR VALIDASI PRODUK AHLI MEDIA DAN AHLI MATERI****Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**

Peneliti : Yeshinta Nabilah
NIM : 1908066015
Hari/Tanggal :
Nama Validator :
Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang
Pembimbing 1 : Affa Ardhi Saputri, M.Pd

A. Pengantar

Dengan Hormat,

Berkenaan dengan adanya *Game* edukasi fisika berbasis android untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, maka melalui lembar validasi ahli media dan ahli materi ini mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap game edukasi yang telah dibuat dan dikembangkan oleh peneliti. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas game edukasi tersebut, sehingga dapat diketahui kevalidannya sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran fisika khususnya materi alat optik. Sebelumnya saya mengucapkan terima kasih atas bantuan yang Bapak/Ibu berikan.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap produk Pengembangan Game Edukasi

Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dengan mencakup aspek aspek yang telah diberikan.

2. Sebelum mengisi lembar validasi ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu melihat dan *mereview* media pembelajaran yang telah dikembangkan,

3. Mohon memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan penilaian yang ada.

4. Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar validasi ahli media dan ahli materi menggunakan skala likert :

Skor 4 : Sangat Baik (SB)

Skor 3 : Baik (B)

Skor 2 : Tidak Baik (TB)

Skor 1 : Sangat Tidak Baik (STB)

5. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan komentar dan saran perbaikan serta kesimpulan dari penilaian produk pada tempat yang telah disediakan.

6. Terima kasih banyak atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini.

C. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan tujuan pembelajaran				
2.	Kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa				
3.	Cakupan dan kedalaman materi				
Kebahasaan					
4.	Kejelasan informasi				
5.	Kesesuaian EYD				

Teknik Penyajian					
6.	Pendukung penyajian				
Rekayasa Perangkat Lunak					
7.	Kemudahan dalam pengoperasian				
8.	Efektif dan efisien				
Komunikasi Visual					
9.	Kualitas tampilan				
10.	Desain antarmuka				
Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis					
11.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana				
12.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar dan menyimpulkan				
13.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut				
14.	Konsep game dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik				

D. Komentar dan Saran

.....

.....

.....

.....

.....

E. Kesimpulan

Mohon Bapak/Ibu lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan :

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

Semarang,
Validator,

NIP.

Lampiran 14 Hasil Lembar validasi Ahli Materi dan Ahli Media Oleh Validator Pertama

LEMBAR VALIDASI PRODUK AHLI MEDIA DAN AHLI MATERI
Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk
Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Peneliti : Yeshinta Nabilah
 NIM : 1908066015
 Hari/Tanggal : Senin, 10 April 2023
 Nama Validator : Sheila Rully Anggita, S.Pd., M.Pd
 Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Pembimbing 1 : Afa Ardhi Saputri, M.Pd

A. Pengantar
 Dengan Hormat,
 Berkenaan dengan adanya *Game* edukasi fisika berbasis android untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, maka melalui lembar validasi ahli media dan ahli materi ini mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap game edukasi yang telah dibuat dan dikembangkan oleh peneliti. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas game edukasi tersebut, sehingga dapat diketahui kevalidannya sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran fisika khususnya materi alat optik. Sebelumnya saya mengucapkan terima kasih atas bantuan yang Bapak/Ibu berikan.

B. Petunjuk Pengisian

- Mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap produk Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dengan mencakup aspek aspek yang telah diberikan.
- Sebelum mengisi lembar validasi ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu melihat dan *mereview* media pembelajaran yang telah dikembangkan.
- Mohon memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan penilaian yang ada.
- Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar validasi ahli media dan ahli materi menggunakan skala likert :
 Skor 4 : Sangat Baik (SB)
 Skor 3 : Baik (B)
 Skor 2 : Tidak Baik (TB)
 Skor 1 : Sangat Tidak Baik (STB)
- Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan komentar dan saran perbaikan serta kesimpulan dari penilaian produk pada tempat yang telah disediakan.
- Terima kasih banyak atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini.

C. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI, KD, dan tujuan pembelajaran				✓
2.	Kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa				✓
3.	Cakupan dan kedalaman materi			✓	
Kebahasaan					
4.	Kejelasan informasi			✓	
5.	Kesesuaian EYD				✓
Teknik Penyajian					
6.	Pendukung penyajian			✓	
Rekayasa Perangkat Lunak					
7.	Kemudahan dalam pengoperasian				✓
8.	Efektif dan efisien				✓
Komunikasi Visual					
9.	Kualitas tampilan				✓
10.	Desain antarmuka			✓	
Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis					
11.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana				✓
12.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar dan menyimpulkan				✓
13.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut				✓
14.	Konsep game dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik				✓

D. Komentar dan Saran

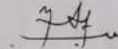
1. Logo awal → diberikan simbol semesta (bintang)
2. back ground teralu ramai sehingga tombol seperti home, next, before tidak terlihat
3. video narasinya di berikan keterangan video pembuatan dan game diberikan tombol pilihan exit
4. diberikan keterangan tombol-tombol pada game dan → + untuk next page
5. jika di akhir halaman → tombol next tidak ada
awal halaman → tombol before tidak ada
7. Bagian mata → diberikan perbandingan bayangan hal ke-2 maka bisa sinkron dg halaman 1

E. Kesimpulan

Mohon Bapak/Ibu lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan :

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
- ② Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran yang diberikan
3. Tidak layak untuk digunakan

Semarang, 10 April 2023
Validator,



Sheila Rully Anggita, S.Pd., M.Si
NIP. 19900505201903 2 017

**Tabel Hasil Analisis Validasi Ahli Materi dan Ahli Media
Oleh Validator Pertama**

Ahli Materi dan Ahli Media	Aspek Yang Dinilai	Skor Penilaian	Σ	Presentase Kevalidan (%)
Materi	Kelayakan Isi	4	22	91,6%
		4		
		4		
	Kebahasaan	3		
		4		
		4		
Media	Teknik Penyajian	3	31	96,87%
		4		
	Relayasa Perangkat Lunak	4		
		4		
	Komunikasi Visual	4		
		3		
	Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	4		
		4		
		4		
		4		
Jumlah Skor Penilaian			52	

Materi

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimal Indikator}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{22}{6 \times 4} \times 100\%$$

$$V_s = 91,6\%$$

Media

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimal Indikator}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{31}{8 \times 4} \times 100\%$$

$$V_s = 96,87\%$$

Lampiran 15 Hasil Validasi Ahli Materi dan Ahli Media Oleh Validator Kedua

LEMBAR VALIDASI PRODUK AHLI MEDIA DAN AHLI MATERI
Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk
Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Peneliti : Yeshinta Nabilah
NIM : 1908066015
Prodi : Pendidikan Fisika
Hari/Tanggal : Senin, 10 April 2023
Nama Validator : Fachrizal Rian Pratama, M.Sc
Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang
Pembimbing 1 : Affa Ardhi Saputri, M.Pd

A. Pengantar
Dengan Hormat,
Berkenaan dengan adanya *Game* edukasi fisika berbasis android untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, maka melalui lembar validasi ahli media dan ahli materi ini mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap game edukasi yang telah dibuat dan dikembangkan oleh peneliti. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas game edukasi tersebut, sehingga dapat diketahui kevalidannya sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran fisika khususnya materi alat optik. Sebelumnya saya mengucapkan terima kasih atas bantuan yang Bapak/Ibu berikan.

B. Petunjuk Pengisian

1. Mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap produk Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dengan mencakup aspek aspek yang telah diberikan.
2. Sebelum mengisi lembar validasi ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu melihat dan *review* media pembelajaran yang telah dikembangkan.
3. Mohon memberikan tanda *check list* (✓) pada kolom skor yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan penilaian yang ada.
4. Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar validasi ahli media dan ahli materi menggunakan skala likert:
Skor 4 : Sangat Baik (SB)
Skor 3 : Baik (B)
Skor 2 : Tidak Baik (TB)
Skor 1 : Sangat Tidak Baik (STB)
5. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan komentar dan saran perbaikan serta kesimpulan dari penilaian produk pada tempat yang telah disediakan.
6. Terima kasih banyak atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi ini.

E. Kesimpulan

Mohon Bapak/Ibu lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan :

- ✓ Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran yang diberikan
3. Tidak layak untuk digunakan

Semarang, 10 April 2023
Validator,



Fachrizal Rian Pratama, M.Sc
NIP. 19890626201903 1 012

**Tabel Hasil Analisis Validasi Ahli Materi dan Ahli Media
Oleh Validator Kedua**

Ahli Materi dan Ahli Media	Aspek Yang Dinilai	Skor Penilaian	Σ	Presentase Kevalidan (%)	
Materi	Kelayakan Isi	4	20	83,3%	
		3			
		3			
	Kebahasaan	3			
		3			
		4			
Media	Relayasa	4	27	84,37%	
		Perangkat Lunak			3
					3
	Komunikasi Visual	3			
		3			
	Ketercukupan Indikator	4			
		4			
		3			
	Keterampilan Berpikir Kritis	3			
		3			
Jumlah Skor Penilaian			47		

Materi

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimal Indikator}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{20}{6 \times 4} \times 100\%$$

$$V_s = 83,3\%$$

Media

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimal Indikator}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{27}{8 \times 4} \times 100\%$$

$$V_s = 84,37\%$$

**Analisis Rata-Rata Presentase Ahli Media dan Ahli Materi
dari Kedua Validator**

Ahli Materi

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Presentase}}{\text{Jumlah Skor Maksimal presentase}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{87,5+83,3}{2 \times 100} \times 100\%$$

$$V_s = 85,4\%$$

Ahli Media

$$V_s = \frac{\text{Jumlah Skor Total Presentase}}{\text{Jumlah Skor Maksimal presentase}} \times 100\%$$

$$V_s = \frac{96,87+84,37}{2 \times 100} \times 100\%$$

$$V_s = 90,62\%$$

Lampiran 16 Kisi-Kisi Lembar Respons Guru

No.	Aspek	Indikator	Nomor Pernyataan
1.	Penyajian Materi	Kesesuaian materi dalam game dengan kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran pada kurikulum 2013	1
		Kejelasan dan kemudahan materi dalam game	2
		Game dapat mengasah pengetahuan materi alat optik	3
2.	Tampilan Game	Kejelasan dan kemenarikan gambar dan animasi pada game	4
		Kemenarikan dan kejernihan suara dan video pada game	5
		Kejelasan dan kemenarikan tulisan dan warna pada game	6
3.	Kemudahan penggunaan game	Penggunaan game berulang kali	7
		Kejelasan dan kemudahan bahasa dan tombol pada game	8
		Kemudahan memahami petunjuk penggunaan game	9
		Kemudahan menginstall dan mengoperasikan game pada smartphone siswa	10
4.	Bahasa	kebahasaan pada game komunikatif	11

No.	Aspek		Indikator	Nomor Pernyataan	
			Kesesuaian bahasa dengan tingkat berpikir siswa	12	
5.	Efektif dan efisien		Penggunaan game dimana saja dan kapan saja	13	
				Game tidak membutuhkan waktu dan memori banyak	14
				Minat dan motivasi belajar siswa mengalami peningkatan setelah menggunakan game untuk pembelajaran	15
6.	Ketercukupan indikator keterampilan berpikir kritis	Memberikan penjelasan sederhana	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana	16	
			Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar	17	
			Menyimpulkan	18	
			Memberikan penjelasan lebih lanjut	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut	19

No.	Aspek		Indikator	Nomor Pernyataan
		Menyusun strategi dan taktik	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik	20

Lampiran 17 Hasil Respons Guru

LEMBAR ANGKET RESPONS GURU FISIKA SMA/MA TERHADAP MEDIA PEMBELAJARAN BERUPA GAME EDUKASI FISIKA

Materi : Alat-Alat Optik
 Sasaran Objek : Siswa kelas XI MIPA
 Judul Penelitian : Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
 Peneliti : Yeshinta Nabilah
 Dosen Pembimbing : Affa Ardhi Saputri, M.Pd
 Nama Guru : Budi Setiono
 Nama Sekolah : SMAN 8 Semarang
 Hari/Tanggal : Selasa/11 April 2023

A. Pengantar

Dengan Hormat,

Berkenaan dengan adanya *Game* edukasi fisika berbasis android untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, maka melalui lembar angket respons guru ini mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap game edukasi yang telah dibuat dan dikembangkan oleh peneliti. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan untuk mengetahui kepraktisan game edukasi sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran fisika khususnya materi alat optik. Sebelumnya saya mengucapkan terima kasih atas bantuan yang Bapak/Ibu berikan.

B. Petunjuk Pengisian :

1. Mohon ketersediaan Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian terhadap produk Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dengan mencakup aspek aspek yang telah diberikan.
2. Sebelum mengisi lembar angket respon ini, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu melihat dan *mereview* media pembelajaran yang telah dikembangkan.
3. Mohon memberikan tanda *check list* (√) pada kolom skor yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan penilaian yang ada.
4. Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar validasi ahli media menggunakan skala likert :
 Skor 4 : Sangat Setuju (SS)
 Skor 3 : Setuju (S)
 Skor 2 : Tidak Setuju (TS)
 Skor 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
5. Mohon Bapak/Ibu untuk memberikan komentar dan saran perbaikan produk pada tempat yang telah disediakan.
6. Terima kasih banyak atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar angket respons guru fisika terhadap game edukasi.

C. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
Penyajian Materi					
1.	Penyajian materi dalam game edukasi sesuai dengan kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran pada kurikulum 2013				✓
2.	Penyajian materi dalam game edukasi jelas dan mudah dipahami			✓	
3.	Game edukasi dapat mengasah pengetahuan terkait materi alat-alat optik				✓
Tampilan Game					
4.	Penyajian gambar dan animasi pada game edukasi jelas dan menarik				✓
5.	Penyajian suara dan video pada game edukasi menarik dan jernih tidak mengandung <i>noise</i>				✓
6.	Penyajian tulisan dan warna pada game edukasi jelas dan menarik				✓
Kemudahan Penggunaan Game					
7.	Game edukasi dapat digunakan berulang kali				✓
8.	Penggunaan bahasa dan tombol pada game edukasi jelas dan mudah dipahami				✓
9.	Petunjuk penggunaan game edukasi mudah dipahami				✓
10.	Game edukasi dapat diinstall dan dioperasikan dengan mudah oleh siswa pada smartphone jenis android secara offline				✓
Bahasa					
11.	Penggunaan bahasa komunikatif				✓
12.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat berpikir siswa SMA			✓	
Efektif dan Efisien					
13.	Game edukasi dapat digunakan dimana saja dan kapan saja				✓
14.	Game edukasi tidak menghabiskan waktu dan memori yang banyak				✓
15.	Minat dan motivasi belajar siswa meningkat setelah mengikuti pembelajaran fisika menggunakan game edukasi				✓
Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis					
16.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana				✓
17.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar				✓
18.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyimpulkan				✓
19.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut				✓
20.	Konsep game dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik				✓

D. Komentor dan Saran

- sudah baik, game mudah digunakan
= test soal sesuai indikator.

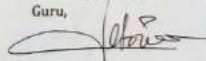
Saran : agar soal yg bertingkat penalaran konsep
dikembangkan.

E. Kesimpulan

Mohon Bapak/ibu lingkari pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan:

- ① Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan dengan revisi sesuai saran yang diberikan.
3. Tidak layak untuk digunakan.

Semarang, 11 April 2023
Guru,



(BUDI SETIONO)
NIP 1963110719881012.

Analisis Data Respons Guru Fisika

$$P = \frac{\text{Jumlah Skor Penilaian}}{\text{Jumlah skor Maksimum}} \times 100\%$$

$$P = \frac{77}{20 \times 4} \times 100\%$$

$$P = \frac{77}{80} \times 100\%$$

$$P = 96,25\% \text{ (Sangat Praktis)}$$

Lampiran 18 Kisi-Kisi Lembar Respons Siswa

No.	Aspek	Indikator	Nomor Pernyataan
1.	Tampilan Game	Kemenarikan tampilan desain game	1
		Kemenarikan tampilan gambar dan warna	2
		Kejelasan dan kemenarikan tampilan suara dan video pada game	3
		Kesederhanaan dan kejelasan bentuk, model, dan ukuran huruf	4
2.	Kemudahan penggunaan game	Penggunaan game dimana saja dan kapan saja	5
		Penggunaan game berulang kali	6
		Penggunaan game sebagai media pembelajaran mandiri bagi siswa	7
		Kemudahan memahami petunjuk penggunaan game	8
3.	Materi	Game dapat mengasah pengetahuan materi alat optik	9
		Keterkaitan materi dengan kehidupan sehari-hari	10
		Materi pada game dapat membantu menjawab soal latihan	11
4.	Bahasa	Bahasa pada game komunikatif	12
		Kata pada game singkat, lugas, dan efektif	13

No.	Aspek		Indikator	Nomor Pernyataan
6.	Ketercukupan indikator keterampilan berpikir kritis	Memberikan penjelasan sederhana	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan sederhana	14
		Membangun keterampilan dasar	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk membangun keterampilan dasar	15
		Menyimpulkan	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyimpulkan	16
		Memberikan penjelasan lebih lanjut	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk memberikan penjelasan lebih lanjut	17
		Menyusun strategi dan taktik	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk menyusun strategi dan taktik	18

Lampiran 19 Hasil Respons Siswa

LEMBAR ANGKET RESPONS SISWA
Pengembangan Game Edukasi Fisika Berbantuan Construct 3 Pada Materi Alat Optik
Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Oleh : Yeshinta Nabilah
NIM : 1908066015

Nama : *Sani Masema M.*
Kelas : *XI IPA 3 (22)*
Sekolah : *SMAN 8 Semarang*
Hari/Tanggal : *Selasa/11 April 2023*

A. Petunjuk Pengisian :

1. Tulislah nama dan kelas anda pada tempat yang telah disediakan
2. Berikan penilaian sebenarnya dengan memberi tanda check list (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian anda terhadap media pembelajaran game edukasi berbasis android.
3. Berikut merupakan kriteria penilaian yang digunakan dalam lembar angket respon siswa menggunakan skala likert :
Skor 4 : Sangat Setuju (SS)
Skor 3 : Setuju (S)
Skor 2 : Tidak Setuju (TS)
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
4. Berikan saran dan komentar anda pada tempat yang telah disediakan
5. Terima kasih banyak atas kesediaan anda untuk mengisi lembar angket respons siswa terhadap media pembelajaran game edukasi berbasis android.

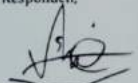
B. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
Tampilan Game					
1.	Tampilan desain game edukasi yang digunakan menarik				✓
2.	Tampilan gambar dan warna menarik				✓
3.	Tampilan suara dan video pada game edukasi jelas dan menarik				✓
4.	Penggunaan bentuk, model, dan ukuran huruf sederhana dan mudah dibaca				✓
Kemudahan Penggunaan Game					
5.	Game edukasi dapat digunakan dimana saja dan kapan saja				✓
6.	Game edukasi dapat digunakan berulang kali				✓
7.	Game edukasi dapat digunakan sebagai media pembelajaran mandiri oleh siswa				✓
8.	Petunjuk penggunaan game edukasi mudah dipahami				✓
Materi					
9.	Game edukasi dapat mengasah pengetahuan saya terkait materi alat optik				✓
10.	Materi yang disajikan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓
11.	Materi yang disajikan dapat membantu saya menjawab soal latihan				✓
Bahasa					
12.	Penggunaan bahasa pada game edukasi komunikatif				✓
13.	Penggunaan kata pada game edukasi singkat, lugas, dan efektif				✓
Ketercukupan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis					
14.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan saya untuk memberikan penjelasan sederhana				✓
15.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan saya untuk membangun keterampilan dasar				✓
16.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan saya untuk menyimpulkan				✓
17.	Latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan saya untuk memberikan penjelasan lebih lanjut				✓
18.	Konsep game dan latihan soal yang disajikan dapat mengembangkan kemampuan saya untuk menyusun strategi dan taktik				✓

C. Komentar dan Saran

gampang lepas dari gitar, Saran tambahkan musik seriv

Semarang, 11 April 2023
Responden,



Suci Mariana

Analisis Data Respons Siswa

$$P = \frac{\text{Jumlah Skor Penilaian}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100\%$$

$$P = \frac{2438}{72 \times 36} \times 100\%$$

$$P = \frac{2438}{2592} \times 100\%$$

$$P = 94\% \text{ (Sangat Praktis)}$$

**Lampiran 20 Nilai Ulangan Harian Fisika Materi Alat Optik
Kelas XI MIPA 3**

XI MIPA 3		
No	Nama Siswa	Nilai Alat Optik
1	ADEARLI FRIZZYLIA	65
2	ADINDA CATYA AULIA	66
3	AFREZA ALFIANDA RIZKI SUMANTRI	66
4	AHMAD RAFIQ ULIL ALBAAB	68
5	AHMAT RAMADANI	65
6	ALAYSHA AILEEN IONAKANA ALVINASETA	70
7	ARYA MEINATA AFRIZAL	70
8	AZALIA NEDA ARDELIA ASMARA	58
9	BAYU ARIYANTO	60
10	CINDY WAHYU PUSPITA	60
11	DEVI RIZKINA KURNIANINGTYAS	75
12	DEWI PUTRI HANDAYANI	74
13	EKKA NUR SAFITRI	65
14	GEBYTHA ARGUNDA	70
15	HERLINA PUTRI PRAMUDYASWARI	70
16	KARLINA DWI NUR CAHYANI	58
17	KETERINA LUTVIA SAFITRI	60
18	LEONA RAISSA	60
19	MUHAMMAD AFUW DHIYA ULHAQ	75
20	MUHAMMAD IRSYAD	74
21	MUHAMMAD MAFTUF	65
22	NABILA DWI AMALINA	66
23	NAILA RAHMA AZALIA	66
24	NAJWA HANDARIA SUPARNA	68
25	NAZIFA FITRI MAULIDINA	65
26	NIRMALA NUR AZIZAH	70

27	NUR WAHYUNI VIVIANA	70
28	PANJI CHANAYA ZIKRI	65
29	RENO RIZKY ADITYA	66
30	RICKO ARIEF WIBOWO	66
31	SABRINA PUTRI DEA AMALIA	68
32	SAKTI MAULANA MAGHRIBI	65
33	SANIA WAHYU TASYARANI	70
34	SATRIA RAHMAT PRATAMA	70
35	YUSRIL DAFA MAHARDIKA	65
36	ZAKKY HANIF AL FAIZ	66

Lampiran 21 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Materi Alat Optik Kelas XI MIPA

Pertemuan Ke-1

Sekolah	SMAN 8 Semarang
Mata Pelajaran	Fisika
Kelas/Semester	XI/Genap
Materi Pokok	Alat Optik
Alokasi Waktu	2 JP × 30 menit
Kompetensi Inti	<ul style="list-style-type: none"> ➤ KI4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan
Kompetensi Dasar	3.11 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa
Indikator Pencapaian Kompetensi	3.11.1 Mengidentifikasi penggunaan alat optik dalam kehidupan sehari-hari
Tujuan Pembelajaran	Siswa dapat mengidentifikasi penggunaan alat optik dalam kehidupan sehari-hari
Pendekatan	Scientific
Model Pembelajaran	Discovery Learning
Metode	Ceramah, tanya jawab, diskusi, presentasi
Alat, bahan, media, dan sumber pembelajaran	<p>Alat dan Bahan : Smartphone Alat Tulis Buku Tulis</p> <p>Media Pembelajaran : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Game edukasi fisika berbasis android </p> <p>Sumber Pembelajaran : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Buku pelajaran fisika kelas XI </p>

Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Sintak Discovery Learning	Rincian Kegiatan Pendahuluan	Waktu
	Stimulation (Stimulasi/Pemberian Rangsangan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan salam, kemudian dilanjut doa bersama dan absensi siswa 2. Guru menyampaikan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan pembelajaran 4. Guru memberikan apersepsi siswa untuk mengetahui penggunaan alat optik dalam kehidupan sehari-hari 	4 Menit
		<p>Kegiatan Inti Mengamati</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru menjelaskan sedikit terkait alat optik 4. Siswa memperhatikan dengan baik penjelasan dari guru terkait penggunaan alat optik dalam 	50 Menit

	Data processing (pengolahan data)	<p>mengerjakan tugas yaitu tugas dikerjakan secara berkelompok, dalam 1 kelompok minimal ada smartphone yang didalamnya sudah terinstall aplikasi game edukasi berbasis android sebagai sarana media pembelajaran fisika pada materi alat optik. Masing masing kelompok harus bisa menyelesaikan 1-2 level pada setiap pertemuan.</p> <p>9. Siswa dibentuk kelompok, kemudian dengan kelompok masing-masing berdiskusi terkait penggunaan alat optik dalam kehidupan sehari-hari dan menyelesaikan soal latihan yang ada pada level 1 dan 2.</p> <p>Mengasosiasi</p> <p>10. Siswa secara berkelompok mengolah data dan informasi terkait penggunaan alat</p>	
--	--------------------------------------	---	--

		<p>terhadap materi yang telah dipelajari.</p> <p>16. Guru memberitahu tugas rumah untuk membaca dan mempelajari materi yang akan dipelajari selanjutnya.</p> <p>17. Guru menutup pembelajaran dengan salam penutup dan doa bersama.</p>	6 Menit
<p>Penilaian Hasil Pembelajaran :</p> <p>Penilaian Afektif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penilaian observasi : sikap dan perilaku siswa sehari hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum - Penilaian diri : siswa diberikan kesempatan untuk menilai kemampuan dirinya sendiri <p>Penilaian Kognitif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tanya jawab saat pembelajaran berlangsung dan menjawab soal latihan pilihan ganda yang ada pada game <p>Penilaian Psikomotorik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keaktifan siswa : diskusi, tanya jawab, presentasi, dan mengerjakan soal latihan 			
<p>Mengetahui, Guru FIsika Kelas XI</p> <p>Budi Setiono NIP. 1963110719881012</p>		<p>Semarang, Peneliti</p> <p>Yeshinta Nabilah NIM. 1908066015</p>	

Pertemuan Ke-2

Sekolah	SMAN 8 Semarang
Mata Pelajaran	Fisika
Kelas/Semester	XI/Genap
Materi Pokok	Alat Optik
Alokasi Waktu	2 JP × 30 menit
Kompetensi Inti	<ul style="list-style-type: none"> ➤ KI4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan
Kompetensi Dasar	3.12 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa
Indikator Pencapaian Kompetensi	3.12.2 Menganalisis tentang prinsip pembentukan bayangan dan perbesaran pada kacamata, lup, mikroskop, teleskop, dan kamera
Tujuan Pembelajaran	Siswa dapat menganalisis tentang prinsip pembentukan bayangan dan perbesaran pada kacamata, lup, mikroskop, teleskop, dan kamera
Pendekatan	Scientific
Model Pembelajaran	Discovery Learning
Metode	Ceramah, tanya jawab, diskusi, presentasi
Alat, bahan, media, dan sumber pembelajaran	<p>Alat dan Bahan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Smartphone 2. Alat Tulis 3. Buku Tulis <p>Media Pembelajaran :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Game edukasi fisika berbasis android <p>Sumber Pembelajaran :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Buku pelajaran fisika kelas XI

Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Sintak Discovery Learning	Rincian Kegiatan Pendahuluan	Waktu
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan salam, kemudian dilanjut doa bersama dan absensi siswa 2. Guru menyampaikan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan pembelajaran 3. Guru memberikan apersepsi siswa untuk 	4 Menit
	Stimulation (Stimulasi/Pemberian Rangsangan)	<p>Kegiatan Inti Mengamati</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Guru menjelaskan sedikit terkait pembentukan bayangan dan perbesaran alat optik 5. Siswa memperhatikan dengan baik penjelasan dari guru terkait pembentukan bayangan dan perbesaran alat optik 	50 Menit

	Data processing (pengolahan data)	<p>yaitu tugas dikerjakan secara berkelompok, dalam 1 kelompok minimal ada smartphone yang didalamnya sudah terinstall aplikasi game edukasi berbasis android sebagai sarana media pembelajaran fisika pada materi alat optik. Masing masing kelompok harus bisa menyelesaikan 1-2 level pada setiap pertemuan.</p> <p>10. Siswa dibentuk kelompok, kemudian dengan kelompok masing-masing berdiskusi terkait pembentukan bayangan dan perbesaran alat optik dan menyelesaikan soal latihan yang ada pada level 3 dan 4.</p> <p>Mengasosiasi</p> <p>11. Siswa secara berkelompok mengolah data dan informasi terkait pembentukan bayangan dan</p>	
--	--------------------------------------	--	--

		<p>yang telah dipelajari.</p> <p>17. Guru memberitahu tugas rumah untuk membaca dan mempelajari materi yang akan dipelajari selanjutnya.</p> <p>18. Guru menutup pembelajaran dengan salam penutup dan doa bersama.</p>	6 Menit
<p>Penilaian Hasil Pembelajaran :</p> <p>Penilaian Afektif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penilaian observasi : sikap dan perilaku siswa sehari hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum - Penilaian diri : siswa diberikan kesempatan untuk menilai kemampuan dirinya sendiri <p>Penilaian Kognitif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tanya jawab saat pembelajaran berlangsung dan menjawab soal latihan pilihan ganda yang ada pada game <p>Penilaian Psikomotorik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keaktifan siswa : diskusi, tanya jawab, presentasi, dan mengerjakan soal latihan 			
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Guru Fisika Kelas XI</p> <p style="text-align: center;">Budi Setiono NIP. 1963110719881012</p>		<p style="text-align: center;">Semarang, Peneliti</p> <p style="text-align: center;">Yeshinta Nabilah NIM. 1908066015</p>	

Pertemuan Ke-3

Sekolah	SMAN 8 Semarang
Mata Pelajaran	Fisika
Kelas/Semester	XI/Genap
Materi Pokok	Alat Optik
Alokasi Waktu	2 JP × 30 menit
Kompetensi Inti	<ul style="list-style-type: none"> ➤ KI4: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan
Kompetensi Dasar	3.13 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa
Indikator Pencapaian Kompetensi	3.12.3 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa
Tujuan Pembelajaran	Siswa dapat menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa
Pendekatan	Scientific
Model Pembelajaran	Discovery Learning
Metode	Ceramah, tanya jawab, diskusi, presentasi
Alat, bahan, media, dan sumber pembelajaran	<p>Alat dan Bahan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Smartphone 2. Alat Tulis 3. Buku Tulis <p>Media Pembelajaran :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Game edukasi fisika berbasis android <p>Sumber Pembelajaran :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Buku pelajaran fisika kelas XI

Langkah-Langkah Kegiatan Pembelajaran	Sintak Discovery Learning	Rincian Kegiatan Pendahuluan	Waktu
	Stimulation (Stimulasi/Pemberian Rangsangan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka kegiatan pembelajaran dengan salam, kemudian dilanjut doa bersama dan absensi siswa 2. Guru menyampaikan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, dan tujuan pembelajaran 3. Guru memberikan apersepsi siswa untuk 	4 Menit
		<p>Kegiatan Inti Mengamati</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Guru menjelaskan sedikit terkait cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa 5. Siswa memperhatikan dengan baik penjelasan dari guru terkait cara kerja alat optik menggunakan sifat 	50 Menit

		<p>fisika di smartphone masing-masing.</p> <p>9. Guru memberikan siswa petunjuk untuk mengerjakan tugas yaitu tugas dikerjakan secara berkelompok, dalam 1 kelompok minimal ada smartphone yang didalamnya sudah terinstall aplikasi game edukasi berbasis android sebagai sarana media pembelajaran fisika pada materi alat optik. Masing masing kelompok harus bisa menyelesaikan level 1-2 level pada setiap pertemuan.</p> <p>10. Siswa dibentuk kelompok, kemudian dengan kelompok masing-masing berdiskusi terkait cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa serta menyelesaikan</p>	
--	--	--	--

	Generalization (menarik kesimpulan)	<p>tanya jawab untuk mengkonfirmasi atau memberikan pendapat lainnya.</p> <p>Penutup</p> <p>15. Siswa menyimpulkan materi yang telah dibahas.</p> <p>16. Guru memberikan penguatan terhadap materi yang telah dipelajari.</p> <p>17. Guru memberitahu tugas rumah untuk membaca dan mempelajari materi yang akan dipelajari selanjutnya</p> <p>18. Guru menutup pembelajaran dengan salam penutup dan doa bersama.</p>	6 Menit
<p>Penilaian Hasil Pembelajaran :</p> <p>Penilaian Afektif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Penilaian observasi : sikap dan perilaku siswa sehari hari, baik terkait dalam proses pembelajaran maupun secara umum - Penilaian diri : siswa diberikan kesempatan untuk menilai kemampuan dirinya sendiri <p>Penilaian Kognitif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tanya jawab saat pembelajaran berlangsung dan menjawab soal latihan pilihan ganda yang ada pada game <p>Penilaian Psikomotorik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keaktifan siswa : diskusi, tanya jawab, presentasi, dan mengerjakan soal latihan 			

Mengetahui,
Guru Fisika Kelas XI

Budi Setiono
NIP. 1963110719881012

Yeshinta Nabilah
NIM. 1908066015

Lampiran 22 Lembar Tes (Setelah divalidasi)

LEMBAR SOAL PRETEST DAN POST-TEST KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

SMAN 8 SEMARANG

Mata Pelajaran : Fisika	Alokasi Waktu : 60 menit
Jenjang : SMA	Jumlah Soal : 10 soal
Materi : Alat Optik	

Petunjuk Pengerjaan Soal :

- Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal.
- Tuliskan nama, kelas, dan nomor absen Anda pada lembar jawaban yang tersedia.
- Baca dan pahami setiap soal dengan teliti.
- Tulis jawaban secara sistematis dan jelas pada lembar jawaban yang tersedia dengan menggunakan bolpoin.
- Kerjakan soal dengan sebaik-baiknya. Mulailah dengan mengerjakan soal yang menurut Anda paling mudah terlebih dahulu. Kemudian dilanjutkan ke soal yang lebih rumit.
- Teliti jawaban Anda sebelum dikumpulkan.

Soal

- Mata normal mempunyai titik dekat 0,25 m dan titik jauh berada di tak hingga. Berapakah daya akomodasi mata normal tersebut?
- Tante Rita tidak dapat melihat benda jauh secara jelas (penderita miopi) dan mempunyai titik jauh 318 cm. Lensa kacamata Tante Rita berada 2 cm di depan mata. Berapakah panjang fokus lensa yang cocok untuk Tante Rita dan berapakah kekuatan lensa kacamatanya?
- Ketika pembelajaran fisika, guru memberikan tugas proyek pada siswa untuk membuktikan kondisi lensa mata ketika melihat benda pada posisi yang berbeda-beda yaitu pada jarak 25 cm, 50 cm, dan 100 cm. setelah melakukan proyek itu, ternyata Rendi tidak dapat melihat benda pada jarak normal (25 cm), namun dia dapat melihat pada jarak 50 cm dan 100 cm. cacat mata yang dialami Rendi merupakan cacat mata rabun jauh (Miopi). Apakah pernyataan diatas benar? Jelaskan!
- Terdapat tiga pengamatan menggunakan lup dengan mata tidak berakomodasi yang masing masing mempunyai titik dekat dan jarak fokus lensa yang berbeda. Pengamatan lup A mempunyai titik dekat 25 cm dan jarak fokus lensa 4 cm. Pengamatan lup B mempunyai titik dekat 30 cm dan jarak fokus lensa 10 cm. Pengamatan lup C mempunyai titik dekat 50 cm dan jarak fokus lensa 9,5 cm. Pengamatan lup manakah yang mempunyai perbesaran paling banyak?
- Pak Robin adalah seorang peneliti, selain sebagai peneliti beliau juga mempunyai hobi berkebun. Suatu hari Pak Robin ingin memeriksa daun yang ada di kebunnya dengan menggunakan lensa positif 12 dioptri sebagai kaca pembesar. Manakah dibawah ini pernyataan yang benar?
 - Perbesaran sudut sama dengan 3 jika bayangan akhir benda terletak di tak hingga
 - Fokus lensa positif adalah $\frac{25}{3}$

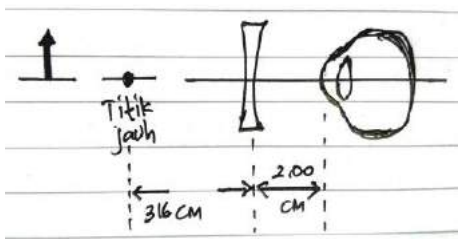
- (3) Jarak bayangan nyata adalah $\frac{25}{3}$ cm jika jarak benda adalah $\frac{50}{3}$ cm
- (4) Perbesaran sudut sama dengan 4 jika bayangan akhir benda berada terletak sejauh 25 cm
6. Pada percobaan mengamati mikroorganisme di sebuah laboratorium sekolah seorang siswa menggunakan mikroskop dengan jarak fokus lensa okuler 5 cm dan jarak fokus lensa objektif 4 cm. Agar diperoleh bayangan optimum (pengamatan dengan akomodasi maksimum) maka preparat diletakkan pada jarak 4,4 cm di bawah lensa objektif. Hasil perbesaran mikroskop yang didapatkan sebanyak 60 kali. Apakah hasil perbesaran mikroskop pada percobaan tersebut benar? Mengapa demikian?
7. Sebuah teleskop bintang mempunyai daya perbesaran sudut 10 kali, diarahkan ke matahari dan memberikan bayangan di tempat yang jauh sekali. Berapa jarak lensa okuler yang harus digeser agar teleskop dapat membentuk bayangan yang jelas pada layar 30 cm dibelakang lensa okuler? Jarak fokus objektif = 50 cm.
8. Teleskop panggung merupakan jenis teleskop yang digunakan untuk menonton opera atau sandiwara agar pemain opera dapat terlihat lebih dekat dan lebih jelas. Berikut merupakan pernyataan terkait teleskop panggung :
- (1) Pengamatan pada teleskop panggung hanya dapat dilakukan saat mata tidak berakomodasi
 - (2) Teleskop panggung tersusun atas lensa cembung sebagai lensa okuler dan lensa cekung sebagai lensa objektif
 - (3) Panjang teleskop saat mata tidak berakomodasi $d = f_{ob} + s_{ok}$
 - (4) Bayangan akhir yang terjadi bersifat nyata dan terbalik terhadap benda semula
 - (5) Perbesaran bayangan saat mata tidak berakomodasi dihitung dengan persamaan $M = \frac{f_{ob}}{s_{ok}}$.
- Apakah pernyataan tersebut benar? Jelaskan!
9. Terdapat tiga teleskop yaitu teleskop bintang, teleskop bumi, dan teleskop panggung. Lensa objektif yang dipakai pada ketiga teleskop tersebut sama yaitu jarak fokusnya 80 cm. Anggap saja mata mengamati tidak berakomodasi. Panjang fokus lensa pembalik 15 cm. Bandingkan panjang ketiga teleskop tersebut untuk memperoleh perbesaran 5 kali perbesaran benda! Manakah teleskop yang paling pendek dan paling panjang?
10. Mas Ridho adalah seorang fotografer. Dia akan memotret bunga dan pohon yang ada di taman kota. Kamera yang dipegang oleh Mas Ridho mempunyai titik api (titik fokus) 80 mm, mula-mula digunakan untuk mengambil gambar bunga dan pohon yang cukup jauh. Kemudian, kamera digunakan untuk mengambil gambar bunga dan pohon yang jaraknya 2 m dari lensa. Tentukan ke mana dan berapa jauh lensa kamera harus digeser?

Lampiran 23 Pedoman Penskoran (Rubrik Penilaian)

No.	Kunci/Kriteria Jawaban/Aspek yang dinilai/Rubrik	Skor
1.	<p>Diketahui :</p> $s = \infty$ $P = -\frac{1}{5} \text{ dioptri}$ <p>Ditanya :</p> $s' = -pr = \dots?$ <p>Jawab :</p> <p>Titik jauh $s' = -pr$ dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :</p> $P = \frac{100}{s} + \frac{100}{s'}$ $-\frac{1}{5} = \frac{100}{\infty} - \frac{100}{pr}$ $-\frac{1}{5} = 0 - \frac{100}{pr}$ $-\frac{1}{5} = -\frac{100}{pr}$ $Pr = -100 \times (-5)$ $= 500 \text{ cm}$ $= 5 \text{ m}$ <p>Jadi titik jauh mata orang tersebut adalah $500 \text{ cm} = 5 \text{ m}$</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya</p> <p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p style="text-align: center;">5</p>
2.	<p>Pernyataan tersebut salah. Karena bagian depan mata yang mempunyai lengkung lebih tajam dan dilapisi selaput cahaya disebut kornea bukan pupil. Dan intensitas cahaya yang masuk ke mata diatur oleh pupil bukan diatur oleh kornea. Setelah melewati pupil, cahaya masuk ke lensa mata bukan ke retina yang berfungsi untuk membentuk bayangan nyata sedemikian sehingga</p>	<p>1 = jawaban salah (menyebutkan bahwa pernyataan benar)</p> <p>2 = jawaban benar (tanpa disertai penjelasan)</p>

	<p>jatuh tepat di retina bukan di lensa mata. Bayangan yang ditangkap retina bersifat nyata dan terbalik. Bukan maya dan tegak. Bayangan ini kemudian disampaikan ke otak.</p>	<p>proses terbentuknya bayangan pada mata) 3 = jawaban benar alasan salah 4 = jawaban salah alasan benar 5 = jawaban benar, alasan benar</p> <p style="text-align: center;">5</p>
3.	<p>Diketahui : $P_p = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$ $P_r = \infty$ $P_p = \frac{1}{fp}$ Ditanya : Daya akomodasi =? Jawab : Benda yang berada di titik dekat, bayangannya akan jatuh di retina (jarak lensa mata ke retina $\pm 2 \text{ cm}$) $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$ $\frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,02} = \frac{1}{f}$ $\frac{1}{f} = 0 + 50 = 50$ Kuat lensa $P_r = \frac{1}{fr} = 50 \text{ dioptri}$ Daya akomodasi = $P_p - P_r$ $= 54 - 50$ $= 4 \text{ dioptri}$ Jadi, daya akomodasi mata normal yang mempunyai titik dekat 0,25 m dan titik jauh tak hingga adalah 4 dioptri</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan 4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya 5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p>

		5
4.	<p>Paman Reno mengalami cacat mata rabun dekat (hipermetropi) yaitu ketidakmampuan mata untuk melihat benda secara jelas pada jarak dekat, sehingga harus menjauhkan benda tersebut agar dapat terlihat jelas. Kondisi tersebut terjadi karena bayangan benda pada penderita rabun dekat jatuh dibelakang retina. Lensa yang digunakan pada kacamata positif yaitu lensa cembung. Sehingga bayangan yang dihasilkan lensa cembung yaitu maya, tegak, dan diperbesar. Jadi, sifat sifat bayangan dari tulisan yang dibaca Paman Reno yaitu maya, tegak, dan diperbesar.</p>	<p>1 = jawaban salah (menyebutkan bahwa pernyataan benar) 2 = jawaban benar (tanpa disertai penjelasan jenis cacat mata yang dialami dan sifat-sifat bayangan benda) 3 = jawaban benar alasan salah 4 = jawaban salah alasan benar 5 = jawaban benar, alasan benar</p> <p>5</p>
5.	<p>Diketahui : Benda yang akan diamati berada di tempat yang sangat jauh, sehingga $s = \infty$. Bayangan benda berada $318 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 316 \text{ cm}$ dari lensa kacamata. Berarti $s' = -316 \text{ cm}$ (bayangan mata) Ditanya : Panjang fokus lensa (f) dan kekuatan lensa (P) =? Jawab : Panjang fokus lensa (f) yaitu,</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = hanya menjawab diketahui,</p>

	 <p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{316 \text{ cm}}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{-316}$ $f = -316 \text{ cm}$ $f = -3,16 \text{ m}$ </p> <p>Kekuatan lensa (P) yaitu,</p> $P = \frac{1}{f}$ $P = \frac{1}{-3,16}$ $P = -0,32 \text{ dioptri}$ <p>Tanda negatif menunjukkan penderita miopi menggunakan lensa cekung.</p> <p>Jadi, panjang fokus lensa (f) dan kekuatan lensa (P) yaitu -3,16 m dan -0,32 dioptri.</p>	<p>ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya</p> <p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p style="text-align: center;">5</p>
6.	<p>Diketahui :</p> <p>$s = 50 \text{ cm}$</p> <p>Titik jauh (Pr) = $10 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$</p> <p>Ditanya :</p> <p>Jenis kacamata yang dipakai dan ukuran kacamata (P) =</p> <p>Jawab :</p> <p>Untuk Membaca</p> <p>Agar dapat membaca pada jarak normal ($s = 25 \text{ cm}$). Pak Romi harus memakai kacamata berlensa positif yang dapat membentuk bayangan di titik dekat mata orang tua tersebut ($s' = -50 \text{ cm}$).</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan</p>

	<p>sehingga ukuran lensa kacamatanya dapat dicari sebagai berikut :</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{25} - \frac{1}{50}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{1}{0,5 \text{ m}}$ $P = \frac{1}{f}$ $P = \frac{1}{0,5}$ $P = 2 \text{ dioptri}$ <p>Untuk Melihat Jauh Agar Pak Romi dapat melihat jauh sekali ($s = \infty$), Pak romi harus memakai kacamata berlensa negatif yang dapat membentuk bayangan di titik jauh mata Pak Romi ($s' = -10 \text{ m}$). sehingga ukuran kacamatan yang dipakai dapat dicari sebagai berikut :</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{10}$ $\frac{1}{f} = -\frac{1}{10} \text{ m}$ $f = -10$ $P = \frac{1}{f}$ $P = \frac{1}{-10}$ $P = -0,1 \text{ dioptri}$ <p>Jadi, Pak Romi harus memakai kacamata rangkap (bivokal) dengan ukuran +2 dioptri dan -0,1 dioptri.</p>	<p>menuliskan rumus yang digunakan 4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya 5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap dan jenis kacamata yang dipakai</p> <p style="text-align: center;">5</p>
7.	<p>Pernyataan tersebut salah. Karena miopi adalah cacat mata rabun jauh yang berarti hanya dapat melihat benda dekat dan tidak dapat melihat benda jauh secara jelas. Dari pernyataan tersebut Rendi tidak dapat melihat benda pada</p>	<p>1 = jawaban salah (meyebutkan bahwa pernyataan benar)</p>

	<p>jarak normal (25 cm) namun dapat melihat benda pada jarak 50 cm dan 100 cm. Hal ini disebut sebagai hipermetropi yaitu cacat mata rabun dekat yang berarti hanya dapat melihat benda jauh dan tidak dapat melihat benda dekat secara jelas.</p>	<p>2 = jawaban benar tanpa disertai penjelasan cacat mata yang dimaksud dalam pernyataan) 3 = jawaban benar, alasan salah 4 = jawaban salah, alasan benar 5 = jawaban benar, alasan benar</p> <p>5</p>
8.	<p>Diketahui : $Pp = 25 \text{ cm}$ $f = 12,5 \text{ cm}$ Ditanya : a. M (berakomodasi maksimum) =...? b. M (tidak berakomodasi) =?</p> <p>Jawab : a. Mata berakomodasi maksimum</p> $M = \frac{Pp}{f} + 1$ $M = \frac{25}{12,5} + 1$ $M = 2 + 1$ $M = 3 \text{ kali}$ <p>Jadi, jika mata berakomodasi maksimum, perbesaran sudutnya yaitu 3 kali.</p> b. Mata tidak berakomodasi $M = \frac{Pp}{f}$	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan 4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya</p>

	$M = \frac{25}{12,5}$ $M = 2 \text{ kali}$ <p>Jadi, jika mata tidak berakomodasi, perbesaran sudutnya yaitu 2 kali.</p>	<p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p>5</p>
9.	<p>Diketahui :</p> <p>Pengamaran lup A $P_p = 25 \text{ cm}$ $f = 4 \text{ cm}$</p> <p>Pengamatan lup B $P_p = 30 \text{ cm}$ $f = 10 \text{ cm}$</p> <p>Pengamatan lup C $P_p = 50 \text{ cm}$ $f = 9,5 \text{ cm}$</p> <p>Ditanya :</p> $M_A = \dots?$ $M_B = \dots?$ $M_C = \dots?$ <p>Jawab :</p> <p>Pengamatan lup dengan mata tidak berakomodasi, maka perbesarannya yaitu,</p> $M = \frac{P_p}{f}$ <p>Pengamatan lup A</p> $M_A = \frac{P_p}{f}$ $= \frac{25 \text{ cm}}{4 \text{ cm}}$ $= 6,25 \text{ kali}$ <p>Pengamatan lup B</p> $M_B = \frac{P_p}{f}$ $= \frac{30 \text{ cm}}{10 \text{ cm}}$ $= 3 \text{ kali}$ <p>Pengamatan lup C</p> $M_C = \frac{P_p}{f}$ $= \frac{50 \text{ cm}}{9,5 \text{ cm}}$	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya dan menuliskan perbesaran lup paling banyak</p> <p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap dan menuliskan perbesaran lup paling banyak</p> <p>5</p>

	<p>= 5,26 kali</p> <p>Jadi, pengamatan lup dengan mata tidak berakomodasi yang mempunyai perbesaran paling banyak yaitu pengamatan lup A sebesar 6,25 kali.</p>	
10.	<p>Diketahui :</p> $P = 12 \text{ dioptri}$ $P = \frac{100}{f}$ $12 = \frac{100}{f}$ $12 f = 100$ $f = \frac{100}{12}$ $f = \frac{25}{3} \text{ cm}$ $s_n = 25 \text{ cm}$ <p>ditanya :</p> <p>pernyataan manakah yang benar?</p> <p>Jawab :</p> <p>1). $s' = \infty$ dan $M = 3$ kali Mata tidak berakomodasi</p> $M = \frac{s_n}{f}$ $M = \frac{25}{\frac{25}{3}}$ $M = 3 \text{ kali}$ <p>2). $f = \frac{25}{3} \text{ cm}$</p> $P = \frac{100}{f}$ $12 = \frac{100}{f}$ $12 f = 100$ $f = \frac{100}{12}$ $f = \frac{25}{3} \text{ cm}$ <p>3). $s = \frac{50}{3} \text{ cm}$ dan $s' = \frac{25}{3} \text{ cm}$</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya</p> <p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap dan menuliskan pernyataan mana saja yang benar</p> <p>5</p>

	$\frac{1}{s'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s}$ $\frac{1}{s'} = \frac{1}{3} - \frac{1}{3}$ $\frac{s'}{s'} = \frac{25}{6} - \frac{50}{3}$ $\frac{1}{s'} = \frac{50}{3} - \frac{50}{3}$ $\frac{1}{s'} = \frac{3}{50}$ $s' = \frac{50}{3} \text{ cm}$ <p>4). $s' = -25 \text{ cm}$ dan $M = 4$ kali</p> $\frac{1}{s} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{s} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{s} = \frac{3}{25} + \frac{1}{25}$ $\frac{1}{s} = \frac{4}{25}$ $s = 6,25 \text{ cm}$ $M = \left \frac{s'}{s} \right $ $M = \left \frac{-25}{6,25} \right $ $M = 4 \text{ kali}$ <p>Jadi, pernyataan yang benar yaitu 1, 2, dan 4</p>	
11.	<p>Diketahui :</p> $s_{ob} = 2,5 \text{ cm}$ $f_{ob} = 2 \text{ cm}$ $f_{ok} = 20 \text{ cm}$ $p_p = 25 \text{ cm}$ Ditanya : <p>a. M berakomodasi maksimum =? b. M tidak berakomodasi =?</p> <p>Jawab :</p> <p>Lensa objektif :</p> $\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s_{ob}'}$ $\frac{1}{2} = \frac{1}{2,5} + \frac{1}{s_{ob}'}$ $\frac{1}{s_{ob}'} = \frac{2,5}{5} - \frac{2}{5}$ $s_{ob}' = \frac{5}{0,5}$	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p>

	<p>$sob' = 10 \text{ cm}$</p> <p>a. M untuk mata berakomodasi maksimum :</p> $M = \left \frac{sob'}{sob} \times \left(\frac{Pp}{fok} + 1 \right) \right $ $M = \left \frac{10}{2,5} \times \left(\frac{25}{20} + 1 \right) \right $ <p>$M = 9 \text{ kali}$</p> <p>b. M untuk mata tidak berakomodasi</p> $M = \frac{sob'}{sob} + \frac{Pp}{fok}$ $M = \frac{10}{2,5} + \frac{25}{20}$ <p>$M = 5 \text{ kali}$</p> <p>Jadi, perbesaran mikroskop untuk mata berakomodasi maksimum dan mata tidak berakomodasi yaitu 9 kali dan 5 kali.</p>	<p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya 5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p style="text-align: center;">5</p>
12.	<p>Hasil perbesaran mikroskop pada percobaan diatas benar. Hal ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :</p> <p>Diketahui :</p> <p>$fok = 5 \text{ cm}$ $fob = 4 \text{ cm}$ $sob = 4,4 \text{ cm}$ $sn = 25 \text{ cm}$ ditanya :</p> <p>$M = \dots?$</p> <p>Jawab :</p> $\frac{1}{fob} = \frac{1}{sok} + \frac{1}{sob'}$ $\frac{1}{sob'} = \frac{1}{fob} - \frac{1}{sob}$ $\frac{1}{sob'} = \frac{1}{4} - \frac{1}{4,4}$ $\frac{1}{sob'} = \frac{11}{44} - \frac{10}{44}$ $\frac{1}{sob'} = \frac{1}{44}$ <p>$Sob' = 44 \text{ cm}$</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = jawaban benar, tapi hanya menuliskan diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan 4 = kurang tepat dalam</p>

	<p>Pengamatan dengan mata berakomodasi maksimum:</p> $M_{ok} = \frac{sn}{f_{ok}} + 1$ $M_{ok} = \frac{25}{5} + 1$ $M_{ok} = 6 \text{ kali}$ $M_{ob} = \frac{sob'}{sob}$ $M_{ob} = \frac{44}{4,4}$ $M_{ob} = 10 \text{ kali}$ $M_{total} = M_{ok} \times M_{ob}$ $M_{total} = 6 \times 10$ $M_{total} = 60 \text{ kali}$ <p>Jadi, pernyataan diatas benar untuk hasil perbesaran mikroskop yaitu 60 kali.</p>	<p>menjawab perhitungannya 5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p style="text-align: center;">5</p>
13.	<p>Pernyataan tersebut salah. Pengamatan menggunakan mikroskop dapat dilakukan dengan dua cara yaitu mata berakomodasi maksimum yang menempatkan bayangan akhir (bayangan lensa okuler) maya pada titik dekat pengamat mata normal (s_n) sedangkan pada pengamatan mata tidak berakomodasi menempatkan bayangan akhir (bayangan lensa okuler) maya pada titik jauh pengamat.</p>	<p>1 = jawaban salah (menyebutkan bahwa pernyataan benar)</p> <p>2 = jawaban benar tanpa disertai penjelasan pengertian dan sifat bayangan mikroskop</p> <p>3 = jawaban benar, penjelasan salah</p> <p>4 = jawaban salah, penjelasan benar</p>

		5 = jawaban benar, penjelasan benar 5
14.	<p>Diketahui :</p> <p>$s_{ob} = 1,5 \text{ cm}$ $f_{ob} = 1 \text{ cm}$ $f_{ok} = 2,5 \text{ cm}$ $p_p = 25 \text{ cm}$</p> <p>Ditanya :</p> <p>a. Panjang mikroskop (d) =? b. Perbesaran total (M) =?</p> <p>Jawab :</p> <p>a. Panjang mikroskop (d)</p> $\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s_{ob}'}$ $\frac{1}{1} = \frac{1}{1,5} + \frac{1}{s_{ob}'}$ $\frac{1}{s_{ob}'} = \frac{3}{3} - \frac{2}{3}$ $\frac{1}{s_{ob}'} = \frac{1}{3}$ $s_{ob}' = 3 \text{ cm}$ <p>sehingga :</p> $d = s_{ob}' + s_{ok}$ $d = s_{ob}' + f_{ok}$ $d = 3 \text{ cm} + 2,5 \text{ cm}$ $d = 5,5 \text{ cm}$ <p>b. Perbesaran total (M) agar mata tidak berakomodasi, maka</p> $M = \left \frac{s_{ob}'}{s_{ob}} \times \frac{p_p}{f_{ok}} \right $ $M = \frac{3}{1,5} \times \frac{25}{2,5}$ $M = 20 \text{ kali}$	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan 4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya 5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p>5</p>

	Jadi, panjang mikroskop dan perbesaran totalnya yaitu 5,5 cm dan 20 kali.	
15.	<p>Diketahui :</p> <p>$M = 10$ kali</p> <p>$S_{ok'1} = \infty$</p> <p>$f_{ob} = 50$ cm</p> <p>$S_{ok'2} = 30$ cm</p> <p>ditanya :</p> <p>Besar pergeseran dari okuler teleskop tersebut ($S_{ok2} - S_{ok1}$) =?</p> <p>Arah okuler teleskop tersebut dapat digeser ...?</p> <p>Jawab :</p> <p>Syarat pengamatan teleskop bintang tidak berakomodasi :</p> <ol style="list-style-type: none"> $S_{ok'1} = \infty$ $S_{ob}' = f_{ob}$ <p>$M = \frac{S_{ob}'}{S_{ok1}}$; $S_{ob}' = f_{ob}$</p> <p>$M = \frac{f_{ob}}{S_{ok1}}$</p> <p>$10 = \frac{50}{S_{ok1}}$</p> <p>$10 S_{ok1} = 50$</p> <p>$S_{ok1} = 5$ cm</p> <p>$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{S_{ok1}} + \frac{1}{S_{ok'1}}$; $S_{ok'1} = \infty$</p> <p>$f_{ok} = S_{ok1} = 5$ cm</p> <p>agar $S_{ok'2} = 30$ cm, maka :</p> <p>$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{S_{ok2}} + \frac{1}{S_{ok'2}}$</p> <p>$\frac{1}{5} = \frac{1}{S_{ok2}} - \frac{1}{30}$</p> <p>$\frac{1}{S_{ok2}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{30}$</p> <p>$\frac{1}{S_{ok2}} = \frac{30}{30} + \frac{1}{30}$</p> <p>$\frac{1}{S_{ok2}} = \frac{31}{30}$</p> <p>$6 S_{ok2} = 30$</p> <p>$S_{ok2} = 6$ cm</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya</p> <p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p>5</p>

	Jadi, teleskop harus digeser sejauh $s_{ok2} - s_{ok1} = 6 - 5 = 1 \text{ cm}$	
16	<p>Diketahui :</p> <p>$h = 4,8 \times 10^6 \text{ m}$</p> <p>$h' = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$</p> <p>$s = 6 \times 10^{10} \text{ m}$</p> <p>ditanya:</p> <p>$f = \dots?$</p> <p>jawab :</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $M = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$ $s' = \frac{h' \times s}{h}$ $s' = \frac{10^{-3} \times 6 \times 10^{10}}{4,8 \times 10^6}$ $s' = \frac{6 \times 10^7}{4,8 \times 10^6}$ $s' = 12,5 \text{ m}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{6 \times 10^{10}} + \frac{1}{12,5}$ $\frac{1}{f} = 0,08$ $0,08 f = 1$ $f = \frac{1}{0,08}$ $f = 12,5 \text{ m}$ <p>jadi, jarak fokus teleskop (menggunakan objektif) adalah 12,5 m</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya</p> <p>5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap</p> <p>5</p>
17.	<p>Pernyataan tersebut salah. Karena</p> <p>(1) Pengamatan pada teleskop panggung dapat dilakukan dengan dua cara yaitu saat mata berakomodasi maksimum dan saat mata tidak berakomodasi</p> <p>(2) Teleskop panggung tersusun atas lensa cembung sebagai lensa objektif</p>	<p>1 = jawaban salah (meyebutkan bahwa pernyataan benar)</p> <p>2 = jawaban benar tanpa disertai penjelasan atau</p>

	<p>dan lensa cekung sebagai lensa okuler</p> <p>(3) Panjang teleskop saat mata tidak berakomodasi $d = f_{ob} + f_{ok}$</p> <p>(4) Bayangan akhir yang terjadi bersifat maya dan tegak terhadap benda semula</p> <p>(5) Perbesaran bayangan saat mata tidak berakomodasi dihitung dengan persamaan</p> $M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$	<p>alasan dari pernyataan teleskop yang benar</p> <p>3 = jawaban benar, penjelasan salah</p> <p>4 = jawaban salah, penjelasan benar</p> <p>5 = jawaban benar, penjelasan benar</p> <p>5</p>
18.	<p>Diketahui :</p> <p>$M = 5$ kali</p> <p>$f_{ob} = 80$ cm</p> <p>$f_p = 15$ cm</p> <p>Ditanya :</p> <p>Panjang teleskop bintang (d_1) =?</p> <p>Panjang teleskop bumi (d_2) =?</p> <p>Panjang teleskop panggung (d_3) = ...?</p> <p>Teleskop manakah yang paling pendek dan paling panjang?</p> <p>Jawab :</p> <p>Teleskop bintang (d_1) :</p> $M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$ $2 = \frac{50 \text{ cm}}{f_{ok}}$ <p>$5 f_{ok} = 80$ cm</p> <p>$f_{ok} = 40$ cm</p> <p>$d = f_{ob} + f_{ok}$</p> <p>$d = 80 \text{ cm} + 40 \text{ cm}$</p> <p>$d = 120$ cm</p> <p>Teleskop bumi (d_2) :</p>	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali</p> <p>2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal</p> <p>3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan</p> <p>4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya dan menuliskan perbandingan</p>

	$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$ $5 = \frac{80 \text{ cm}}{f_{ok}}$ $5 f_{ok} = 80 \text{ cm}$ $f_{ok} = 40 \text{ cm}$ $d = f_{ob} + f_{ok} + 4f_p$ $d = 80 \text{ cm} + 40 \text{ cm} + 4 (15 \text{ cm})$ $d = 180 \text{ cm}$ <p>Teleskop panggung (d3) :</p> $M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$ $5 = \frac{80 \text{ cm}}{f_{ok}}$ $5 f_{ok} = 80 \text{ cm}$ $f_{ok} = 40 \text{ cm}$ $d = f_{ob} - f_{ok}$ $d = 80 \text{ cm} - 40 \text{ cm}$ $d = 40 \text{ cm}$ <p>Jadi, perbandingan antara panjang teleskop bintang, teleskop bumi, dan teleskop panggung adalah $d_1 : d_2 : d_3 = 120 : 180 : 40$ $d_1 : d_2 : d_3 = : 6 : 9 : 2$ sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang teleskop yang paling pendek yaitu teleskop panggung dan panjang teleskop yang paling panjang yaitu teleskop bumi.</p>	<p>panjang ketiga teleskop 5 = jawaban benar, menuliskan perhitungan dengan lengkap dan menuliskan perbandingan panjang ketiga teleskop serta menuliskan teleskop yang paling pendek dan paling panjang</p> <p style="text-align: center;">5</p>
19.	Pernyataan tersebut salah. Karena ketika shutter (penutup) dibuka, cahaya dari objek yang akan difoto difokuskan oleh lensa. Bayangan yang terbentuk jatuh tepat pada pelat film. Bukan lensa tapi pelat film yang terdiri dari bahan kimia yang peka terhadap cahaya dan akan mengalami perubahan ketika dikenai cahaya. Bukan bayangan yang terbentuk pada lensa tapi bayangan yang terbentuk pada pelat film akan berubah menjadi	1 = jawaban salah (meyebutkan bahwa pernyataan benar) 2 = jawaban benar tanpa disertai penjelasan cacat mata yang

	gambar objek yang difoto setelah melalui proses pencucian film.	dimaksud dalam pernyataan) 3 = jawaban benar, alasan salah 4 = jawaban salah, alasan benar 5 = jawaban benar, alasan benar 5
20.	<p>Diketahui : $f = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ m}$ $s_1 = \infty$ $s_2 = 2 \text{ m}$ Ditanya : Besarnya pergeseran lensa kamera (d) =? Arahnya kemana? Jawab : Keadaan mula-mula $s = \infty$, maka :</p> $\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{f}$ $\frac{1}{\infty} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0,08}$ $\frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0,08}$ $s_1' = 0,08 \text{ m}$ <p>Keadaan akhir $s_2 = 2 \text{ m}$, maka</p> $\frac{1}{s_2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{f}$ $\frac{1}{2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0,08}$ $\frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0,08} - \frac{1}{2}$ $\frac{1}{s_2'} = \frac{100}{8} - \frac{1}{2}$ $\frac{1}{s_2'} = 100 - \frac{4}{8}$ $\frac{1}{s_2'} = \frac{96}{8}$ $s_2' = \frac{8}{96}$ $s_2' = \frac{8}{96}$	<p>1 = jawaban tidak ditulis sama sekali 2 = jawaban salah, ditulis tidak sesuai kriteria yang ditanyakan di soal 3 = hanya menjawab diketahui, ditanya, dan menuliskan rumus yang digunakan 4 = kurang tepat dalam menjawab perhitungannya dan menuliskan kemana arah kamera harus digeser 5 = jawaban benar,</p>

	$s_2' = 0,0833 \text{ m}$ Besar pergeseran lensa kamera yaitu, $d = s_2' - s_1'$ $d = 0,0833 - 0,08$ $d = 0,0033 \text{ m}$ $d = 3,3 \text{ mm}$ jadi, besar lensa kamera harus digeser sejauh 3,3 mm, karena $s_2' > s_1'$ maka $d > 0$ yang berarti lensa kamera harus digeser menjauhi film.	menuliskan perhitungan dengan lengkap dan menuliskan kemana arah kamera harus digeser 5
		Skor Maksimum : $20 \times 5 = 100$

Lampiran 24 Hasil Pretest

LEMBAR JAWABAN PRETEST

(98)

Nama : Azzah Nida a. a.

Kelas : XI MIPA 3

Nomor Absen : 08

1. $D = \frac{1}{0,25 \text{ cm}} - \frac{1}{50} = 40 / 25 \text{ cm}$ ②

2. $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{21} + \frac{1}{21}$ ②
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{2} + \frac{1}{21} =$
 $\frac{1}{f} = \frac{19 + 1}{21} = \frac{20}{21} = 0,5$
 $= -$

3. Pernyataan diatas benar bahwa rendy menggunakan cacar mata kanan saja, karena kemampuan mata untuk melihat pada jarak dekat menurun. mata rendy memiliki daya akomodasi kurang sehingga kesulitan dalam melihat objek jarak dekat. ①

4. $\text{Jup A} = 25 \text{ cm} - 46 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$
 $V = \frac{1}{f} - v = \frac{1}{4} - 21 \text{ cm} = -20,75 \text{ cm}$, $m = \frac{v}{u} = 0,85$ ③
 $\text{Jup B} = m = \frac{v}{u} = \frac{-19}{20} = -0,95$
 $\text{Jup C} = m = \frac{v}{u} = \frac{-39,46}{40,5} = -0,97$

5. $f = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{1}{12}} = 8,57 \text{ cm} / \frac{85}{9}$ (benar)
 $v = \frac{25}{9}$ (benar) ②
 $m = \frac{-v}{u} = \frac{-25}{28}$ (salah)

$$6. \quad M = \frac{1}{V} = \frac{4,4 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 1,1 \times$$

$$M = (-) \frac{f_0}{V} \times M_0 = (-) \frac{4 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \times 1,1 \times = 0,88 \times 1,6 = \text{kali benar}$$

$$7. \quad \left. \begin{aligned} l_0 &= \frac{50}{f} \\ f_e &= \frac{50}{10} = 5 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \Delta &= f - f_e \\ &= 50 - 5 = 45 \end{aligned}$$

Jadi lensa harus digeser sejauh 45 cm agar teleskop membentuk bayangan

8. (1) salah
(2) benar
(3) salah
(4) benar
(5) benar

$$9. \quad m = \frac{f_{ob}}{f_e} \quad \left\{ \begin{aligned} f_e + f_{ob} &= 4 - 80 = 95 - 80 = 15 \\ \text{Jadi panjang teleskop terkondex teleskop panggung} \\ &\text{dgn panjang total 95, sementara teleskop bintang dan} \\ &\text{binoklur = 96 (terpanjang)} \end{aligned} \right.$$

$$s = \frac{f_{ob}}{f_e} \quad (3)$$

$$f_e = \frac{f_{ob}}{s} = \frac{80}{16} = 5 \text{ cm}$$

$$4 = f_0 + f = 15 + 80 = 95$$

10. lensa harus digeser ke arah objek sejauh 0,72 mm untuk memfokuskan objek yg lebih dekat. (3)

Lampiran 25 Hasil Posttest

93750 = 93

LEMBAR JAWABAN POST-TEST

Nama : Habiba Dwi Amalina.
 Kelas : XI MIPA 3
 Nomor Absen : 27

93

1. _____

DIBELAKANG !!!

2. $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ $P = \frac{1}{F}$ diketahui: $s = 0$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{316}$ $P = \frac{1}{F}$ $s' = 310 \text{ cm} - 2 \text{ cm}$
 ① $\frac{1}{f} = -\frac{1}{316}$ $P = \frac{1}{-316}$ $s' = -316 \text{ cm}$
 $e = -316 \text{ cm}$ $P = -0,32$ dioptri ditanya: F dan P
 $f = -316 \text{ M}$ ✓

3. Setelah bahwa tentu mengalami cacat mata rabun
 ① dekat: Dimana kemampuan mata utk melihat pada jarak dekat menurun dan hanya dapat melihat pada jarak jauh

4. Diketawar: Pergerakan lup A / lup. C = $PP = 50 \text{ cm}$
 $Pp = 25 \text{ cm}$ $F = 9,5 \text{ cm}$
 ① $f = 4 \text{ cm}$ a) $M_a = \frac{Pp}{F} = \frac{25 \text{ cm}}{9 \text{ cm}} = 6,25$ kali
 Lup B = $PP = 30 \text{ cm}$ b) $M_b = \frac{Pp}{F} = \frac{30 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 3$ kali
 $F = 10 \text{ cm}$

5. Diket: $P = 12$ dioptri ditanya: mana yg benar? ✓
 $P = \frac{100}{f}$ jawab: $s' = \infty$ $M = 3$ kali
 $12 = \frac{100}{f}$ ✓ $M = \frac{10}{f} = 3$ kali
 $12f = 100$ $M = \frac{25}{3} = 8,33$ ✓
 $f = \frac{25}{3}$

6. Diket = $f_{ob} = 5 \text{ cm}$
 $f_{ok} = 1 \text{ cm}$
 $s_{ob} = 4,9 \text{ cm}$
 $s_{o'} = 25 \text{ cm}$

Ditanya = $M = \dots ?$

(5) $\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{f_{ot}} + \frac{1}{f_{ob'}}$ $\frac{1}{s_{ob'}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s_{o'}}$
 $\frac{1}{5} = \frac{1}{f_{ot}} + \frac{1}{f_{ob'}}$ $\frac{1}{25} = \frac{1}{4,9} + \frac{1}{s_{o'}}$
 $\frac{1}{f_{ob'}} = \frac{1}{5} - \frac{1}{f_{ot}}$ $\frac{1}{s_{o'}} = \frac{1}{25} - \frac{1}{4,9}$
 $\frac{1}{f_{ob'}} = \frac{1}{5} - \frac{1}{1}$ $\frac{1}{s_{o'}} = \frac{1}{25} - \frac{1}{4,9}$
 $\frac{1}{f_{ob'}} = \frac{1}{5} - \frac{1}{4,9}$ $\frac{1}{s_{o'}} = \frac{10}{49} - \frac{1}{4,9}$
 $\frac{1}{f_{ob'}} = \frac{1}{5} - \frac{1}{4,9}$ $\frac{1}{s_{o'}} = \frac{10}{49} - \frac{10}{49}$

$MOK = \frac{s_{ob'}}{f_{ok}} + 1$ $M_{tot} = 60 \text{ kali}$
 $MOK = \frac{25}{1} + 1$ $M_{tot} = 60 \text{ kali}$
 $MOK = 26 \text{ kali}$
 $MOK = \frac{s_{ob'}}{s_{ob}}$
 $MOK = \frac{25}{4,9}$
 $MOK = 5 \text{ kali}$
 $MOK = \frac{s_{ob'}}{s_{ob}}$
 $MOK = \frac{25}{4,9}$
 $MOK = 5 \text{ kali}$
 $M_{tot} = MOK \times MOK$
 $M_{tot} = 6 \times 10$

DIBELAKANG!!!!

8. (1) Salah, pengamatan dpt dilakukan saat mata berakomodasi
 (2) Benar, lensa objektif memfokuskan cahaya dr benda
 (3) akan diamati
 (4) Salah, rebarurnya $d = f_{ob} = f_{ok}$

9. Diket = $M = 5 \text{ kali}$
 $f_{ob} = 80 \text{ cm}$
 $f_{ok} = 15 \text{ cm}$

Ditanya = $P_1 = \text{teleskop batang } (d_1) = ?$

$P_2 = \text{teleskop bumi } (d_2)$

$P_3 = \text{teleskop panggung } (d_3)$

$d_1 = M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$
 $5 = \frac{80}{f_{ok}}$
 $f_{ok} = 16 \text{ cm}$

$f_{ok} = 16 \text{ cm}$

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

$d = 80 + 16$

$d = 96 \text{ cm}$

$d = 96 \text{ cm}$

$d_2 = M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$
 $5 = \frac{80}{f_{ok}}$
 $f_{ok} = 16 \text{ cm}$

$f_{ok} = 16 \text{ cm}$

$d = f_{ob} + f_{ok} + 9p$

$d = 80 + 16 + 9(15)$

$d = 156 \text{ cm}$

$d = 156 \text{ cm}$

$d_3 = M = f_{ob} - f_{ok}$
 $= 80 - 16$
 $= 64 \text{ cm}$

\therefore perbandingan di $d_2 : d_3$
 $96 : 64$
 Teleskop paling panjang : teleskop bumi
 Teleskop paling pendek : teleskop panggung

① Dikenal: $PP = 0,25$

$$Pr = \infty$$

$$Pf = \frac{1}{fP}$$

$$Pr = \frac{1}{fR}$$

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

$$S' = 2 \text{ cm}$$

Ditanya: $\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2,125}{50}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{17}{50}$$

$$17f = 50$$

$$27f = 50$$

$$fP = 1,85 \text{ cm} \checkmark$$

$$= 0,0185 \text{ m}$$

$$PP = \frac{1}{fP} = \frac{1}{0,0185} = 54 \text{ dioptri}$$

Titik jauh tak hingga ∞

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{f} = 0 + \frac{1}{2}$$

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

$$fP = 0,02 \text{ m} \checkmark$$

$$Pr = \frac{1}{fR}$$

$$= \frac{1}{0,02}$$

$$= 50 \text{ dioptri} \checkmark$$

Daya akomodasi

$$= PP - Pr$$

$$= 54 - 50$$

$$= 4 \text{ dioptri} \checkmark$$

⑦

Diket: $M = 10$ kali

$$Sok = \infty$$

$$fob = 50 \text{ cm} \checkmark$$

$$Sok_1 = 30 \text{ cm}$$

⊙

Ditanya: besar pegaseran akurasi fob

$$1. Sok_1 = \infty$$

$$2. fob_1 = fob$$

$$M = \frac{fob}{Sok}; Sok_1 = fob$$

$$M = \frac{fob}{Sok_1}$$

$$10 = \frac{50}{Sok_1}$$

$$10 = Sok_1 = 50$$

$$Sok_1 = 5 \text{ cm} \checkmark$$

$$\frac{1}{Sok} = \frac{1}{Sok} + \frac{1}{Sok_1}, Sok_1 = \infty$$

$$fob = Sok_1 = 5 \text{ cm}$$

agar $Sok_2 = 30 \text{ cm}$, maka:

$$\frac{1}{Sok} = \frac{1}{Sok} + \frac{1}{Sok_1}$$

$$\frac{1}{Sok} = \frac{1}{fob} - \frac{1}{Sok_1}$$

$$\frac{1}{Sok} = \frac{1}{5} - \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{Sok} = \frac{5}{30}$$

$$Sok = 30$$

$$Sok_2 = 6 \text{ cm} \checkmark$$

∴ feseskor lensa digeser sejauh

$$Sok_2 - Sok_1 = \dots - \dots = \dots \text{ cm}$$

(10) Diket = $f = 80 \text{ mm} = 0,08 \text{ M}$

$$s_1 = \infty$$

$$c_2 = 2 \text{ M}$$

Ditanya = $d = \dots$? arahnya? ✓

$$\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{f}$$

(5)
$$\frac{1}{\infty} + \frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0,08}$$

$$\frac{1}{s_1'} = \frac{1}{0,08}$$

$$s_1' = 0,08 \text{ M} \quad \checkmark$$

$$D = s_2' - s_1'$$

$$= 0,0833 - 0,08$$

$$= 0,0033 \text{ M}$$

$$= 3,3 \text{ mm} \quad \checkmark$$

karena $s_2' > s_1'$

maka $d > 0$

leso karena

harus dipier ✓

menyauti film

$$\frac{1}{s_2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0,08}$$

$$\frac{1}{s_2'} = \frac{1}{0,08} - \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{s_2'} = \frac{100}{8} - \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{s_2'} = 100 - \frac{4}{8}$$

$$\frac{1}{s_2'} = \frac{96}{8}$$

$$s_2' = \frac{8}{96}$$

$$= 0,0833 \text{ M} \quad \checkmark$$

Lampiran 26

Tabel Hasil Data Nilai Pretest dan Posttest

No.	Nama	Nilai Pretest	Nilai Posttest
1	Adearli Frizzylia	53	75
2	Adinda Catya Aulia	75	78
3	Afreza Alfianda	63	76
4	Ahmad Rafiq Ulil Albab	59	80
5	Ahmat Ramadani	66	79
6	Alaysha Aileen	52	67
7	Arya Meinata Afrizal	66	75
8	Azalia Neda Ardelia Asmara	48	52
9	Bayu Ariyanto	60	81
10	Cindy Wahyu Puspita	62	77
11	Devi Rizkina	76	82
12	Dewi Putri Handayani	65	79
13	Ekka Nur Safitri	67	83
14	Gebytha Argunda	56	77
15	Herlina Putri P	74	75
16	Karlina Dwi N	69	85
17	Keterina Lutvia	73	84
18	Leona Raissa	61	76
19	Muhammad Afuw Dhiya Ulhaq	76	84
20	Muhammad Irsyad	64	75
21	Muhammad Maftuf	69	77
22	Nabila Dwi Amalina	77	93
23	Naila Rahma A	65	82
24	Najwa Handaria Suparna	67	85
25	Nazifa Nur Azizah	62	76
26	Nirmala Nur Azizah	70	80
27	Nur Wahyuni Viviana	59	75

28	Panji Chanaya Z	61	80
29	Reno Rizky Aditya	66	82
30	Ricko Arief W	66	79
31	Sabrina Putri Dea Amalia	77	86
32	Sakti Maulana Maghribi	64	80
33	Sania Wahyu Tasyarani	68	83
34	Satria Rahmat Pratama	55	78
35	Yusril Dafa M	62	59
36	Zakky Hanif Al Faiz	54	77

Lampiran 27 Analisis Data Uji N-Gain

```

COMPUTE Posttes_kurang_Pretest=Posttest - Pretest.
EXECUTE.
COMPUTE Skor_Ideal_kurang_Pretest=100 - Pretest.
EXECUTE.
COMPUTE NGain_Skor=Posttes_kurang_Pretest /
Skor_Ideal_kurang_Pretest.
EXECUTE.
COMPUTE NGain_Persen=NGain_Skor * 100.
EXECUTE.
DESCRIPTIVES VARIABLES=NGain_Skor NGain_Persen
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

```

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
NGain_Skor	36	-.08	.70	.3794	.15451
NGain_Persen	36	-7.89	69.57	37.9421	15.45107
Valid N (listwise)	36				

Lampiran 28 Hasil Uji Validitas Butir Soal

IBM SPSS Statistics Viewer

Correlations

		Scale1	Scale2	Scale3	Scale4	Scale5	Scale6	Scale7	Scale8	Scale9	Scale10	Scale11	Scale12	Scale13
Scale 1	Pearson Correlation	1	.031	-.125	.051	.150	-.036	-.011	-.300	.073	-.010	-.007	.042	.342
	Sig. (2-tailed)		.988	.540	.750	.468	.861	.958	.136	.721	.963	.989	.837	.068
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 2	Pearson Correlation	.031	1	.207	016	.374	.053	-.021	-.331	-.058	-.141	-.083	.210	.046
	Sig. (2-tailed)	.980		.310	.935	.008	.807	.920	.009	.764	.453	.686	.333	.824
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 3	Pearson Correlation	-.125	.207	1	.290	.368	-.204	.507	-.078	.365	.465	-.345	.336	.361
	Sig. (2-tailed)	.540	.310		.037	.071	.009	.711	.130	.012	.228	.128	.128	.055
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 4	Pearson Correlation	.051	.016	.290	1	.128	.051	.135	-.283	.326	.122	-.131	.336	-.105
	Sig. (2-tailed)	.769	.928	.027		.558	.768	.012	.161	.104	.553	.522	.129	.811
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 5	Pearson Correlation	.150	.374	.368	.128	1	.124	.092	-.074	-.013	-.144	-.282	.348	.320
	Sig. (2-tailed)	.406	.008	.071	.688		.547	.655	.721	.848	.402	.142	.081	.107
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 6	Pearson Correlation	-.036	.056	-.204	.059	.124	1	-.305	-.229	-.013	-.458	-.016	-.416	-.108
	Sig. (2-tailed)	.881	.807	.317	.780	.540		.130	.260	.951	.919	.712	.034	.810
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 7	Pearson Correlation	-.011	-.021	.507	.135	.092	-.305	1	-.184	.270	.803	-.211	.444	.301
	Sig. (2-tailed)	.958	.928	.008	.512	.655	.138		.118	.163	.000	.568	.023	.134
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Scale 8	Pearson Correlation	-.300	-.331	-.075	-.283	-.074	.228	.214	1	.023	-.303	.082	-.156	-.050
	Sig. (2-tailed)	.136	.008	.711	.181	.721	.260	.118		.813	.008	.764	.448	.773
	N	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26

IBM SPSS Statistics Viewer

IBM SPSS Statistics Viewer

ns

	Scale 6	Scale 7	Scale 8	Scale 9	Scale 10	Scale 11	Scale 12	Scale 13	Scale 14	Scale 15	Scale 16	Scale 17	Scale 18	Scale 19	Scale 20	Jumlah Total	
0	-.036	-.011	-.300	.073	-.018	-.037	.042	.342	-.192	-.230	-.266	.200	.120	-.021	.026	150	
5	.011	.058	.136	.121	.062	.059	.837	.068	.149	.228	.312	.200	.328	.018	.988	463	
10	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
15	.050	-.021	-.331	-.058	-.141	-.083	.210	.046	-.110	.332	.062	-.015	-.113	-.132	-.184	159	
20	.017	.028	.009	.734	.463	.688	.303	.824	.161	.878	.862	.841	.582	.820	.342	437	
25	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
30	-.234	.007	-.075	.300	.497	-.243	.309	.361	-.833	.367	.660	.101	.131	-.182	.156	802	
35	1	.317	.008	.711	.130	.012	.228	.128	.065	.798	.365	.435	.423	.324	.346	567	
40	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
45	.058	.135	-.283	.326	.122	-.131	.308	-.105	.100	.163	-.310	-.140	-.171	.064	.337	275	
50	.730	.912	.161	.104	.052	.522	.129	.011	.190	.427	.420	.490	.402	.884	.873	173	
55	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
60	1	.134	.062	-.074	-.013	-.144	-.282	.348	.320	-.125	.177	.042	.720	.821	-.189	475	
65	.547	.856	.721	.948	.482	.162	.081	.107	.541	.388	.839	.400	.818	.310	.812	614	
70	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
75	1	-.303	.229	-.013	-.458	-.074	-.118	-.103	.204	.816	.260	.838	.289	.107	-.248	699	
80	.7	.130	.260	.801	.018	.712	.034	.010	.210	.806	.781	.862	.836	.087	.221	670	
85	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
90	-.305	1	.314	.270	.822	-.011	.444	.260	-.167	.590	.216	.166	.219	.044	.311	852	
95	.130	.118	.118	.193	.008	.958	.033	.134	.415	.302	.043	.340	.363	.833	.122	680	
100	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	
105	1	.229	.314	1	.023	-.003	.662	-.156	-.059	-.854	.226	.399	.872	.461	.243	-.937	268
110	.260	.118	.118	.915	.868	.764	.440	.773	.003	.258	.160	.720	.342	.184	.936	369	
115	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	26	

IBM SPSS Statistics Viewer

Lampiran 29 Hasil Uji Reliabilitas

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

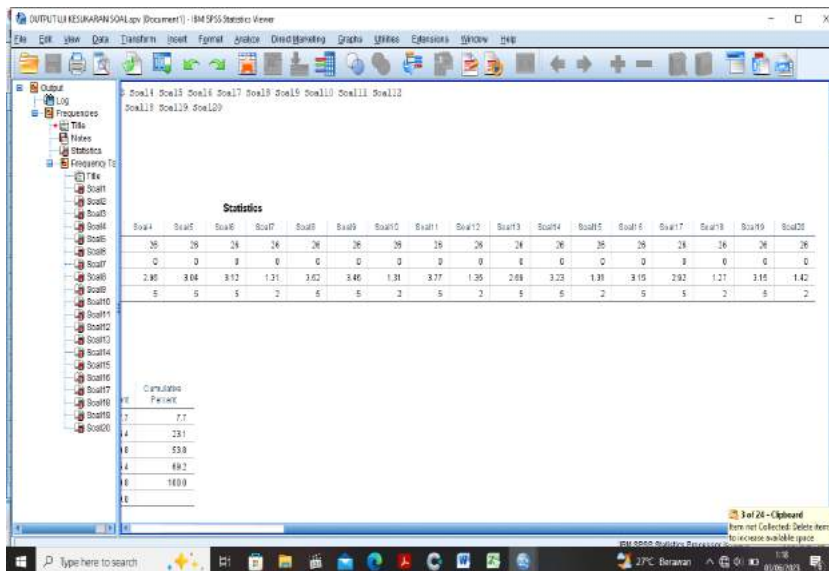
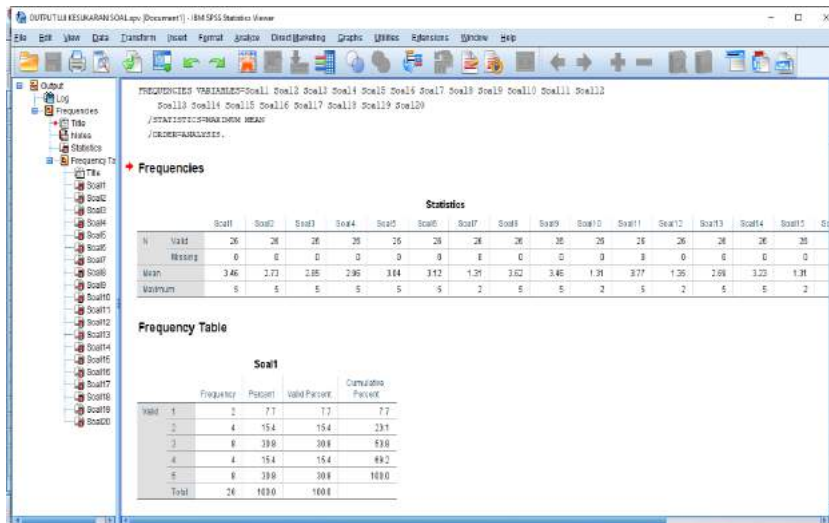
		N	%
Cases	Valid	26	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	26	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.779	20

Lampiran 30 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal



Lampiran 31 Hasil Uji Daya Pembeda Soal

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Soal1	61.31	64.382	-.010	.605
Soal2	62.04	64.198	.009	.601
Soal3	61.92	55.994	.442	.536
Soal4	61.81	61.842	.126	.584
Soal5	61.73	57.325	.332	.552
Soal6	61.65	65.355	-.046	.607
Soal7	61.15	55.255	.576	.522
Soal8	61.15	63.415	.078	.589
Soal9	61.31	57.502	.468	.540
Soal10	61.08	59.274	.378	.553
Soal11	61.00	67.360	-.151	.615
Soal12	62.08	58.074	.337	.553
Soal13	62.08	59.674	.218	.571
Soal14	61.54	66.018	-.084	.614
Soal15	61.31	55.262	.475	.530
Soal16	61.62	66.646	-.117	.621
Soal17	61.85	58.535	.336	.554
Soal18	61.69	55.902	.428	.537
Soal19	61.62	64.406	-.002	.602
Soal20	60.69	58.302	.310	.557

Lampiran 32 Hasil Uji Normalitas Nilai Pretest

H_0 : Pengambilan data nilai siswa berdistribusi normal

H_1 : Pengambilan data siswa tidak berdistribusi normal

PRETEST & POSTTEST - Microsoft Excel

ANALISIS DATA UJI NORMALITAS NILAI PRETEST

a. Urutkan data dari terkecil ke terbesar

4	48	52	53	54	55	56	59	59	60	61
5	61	62	62	62	63	64	64	65	65	66
6	66	66	66	67	67	68	69	69	70	73
7	74	75	76	76	77	77				

b. Menentukan banyak kelas

$K = 1 + 3,3 \log n$
 $K = 1 + 3,3 \log 36$
 $K = 1 + 3,3 (1,556302)$
 $K = 1 + 5,1357966$
 $K = 6,1357966$
 $K = 6$ (dibulatkan)

c. Panjang Kelas

Panjang kelas = $\frac{\text{jangkauan}}{\text{Banyak kelas}}$
 Panjang kelas = $\frac{79 - 48}{6,1357966}$
 Panjang kelas = $\frac{31}{6,1357966}$
 Panjang kelas = 5,052318
 Panjang kelas = 5 (dibulatkan)

PRETEST & POSTTEST - Microsoft Excel

No.	Interval Kelas	fi	Xi	fi . Xi	$Xi - x \text{ rata-rata}$	$(Xi - x \text{ rata-rata})^2$	$fi(Xi - x \text{ rata-rata})^2$
1	48 - 52	2	74	148	-21,972	482,678	865,356
2	53 - 57	4	82	328	-13,972	195,216	780,864
3	58 - 62	8	89	712	-6,972	48,608	388,864
4	63 - 67	11	97	1067	-1,028	1,056	11,616
5	68 - 72	4	104	416	8,028	64,448	257,792
6	73 - 77	7	112	784	16,028	256,896	1798,272
	Jumlah	36		3455			4102,764

Xi (median) = $\frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2}$

$\text{rata-rata } (x) = \frac{\sum fi \cdot xi}{\sum fi}$

$\text{standar deviasi } (s) = \sqrt{\frac{\sum fi (xi - x \text{ rata-rata})^2}{N - 1}}$

$\text{standar deviasi } (s) = \sqrt{\frac{4102,764}{36 - 1}}$

$\text{standar deviasi } (s) = \sqrt{\frac{4102,764}{35}}$

$\text{standar deviasi } (s) = 10,826$

OUTPUT NORMALTED PRETEST.sav (Viewer) - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze View Banding Graphs Utilities Extensions Window Help

Visible 2 of 2 Variables

	NormalPretest	KABEL	V1P	V2P	V3P	V4P	V5P	V6P	V7P	V8P	V9P	V10P	V11P	V12P	V13P	V14P	V15P	V16P
20	66	11.37																
21	66	11.37																
22	66	11.37																
23	66	11.37																
24	67	11.37																
25	67	11.37																
25	69	11.37																
27	69	11.37																
28	69	11.37																
29	70	11.37																
30	73	11.37																
31	74	11.37																
32	75	11.37																
33	76	11.37																
34	76	11.37																
35	77	11.37																
36	77	11.37																
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		
42																		

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unlocked On

Type here to search

8:10 31/03/2023

Batas kelas bawah = batas kelas bawah pada interval kelas
-0,5

Batas kelas atas = batas kelas atas pada interval +0,5

$$Z = \frac{\text{batas kelas} - x \text{ rata-rata}}{s}$$

Standart deviasi (s) = 10,826

x rata-rata = 95,972

nilai pada Z tabel untuk batas bawah dan batas atas dapat dilihat pada tabel Z atau dapat menggunakan rumus excel :
abs(normsdist(nilai Z kelas))

luas kelas = batas bawah Z tabel - batas atas Z tabel

fe = luas kelas × N

$$X^2 = \frac{(f_0 - fe)^2}{fe} \quad \text{maka } X^2_{\text{hitung}} = 2,227$$

Jika $X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ --> maka H0 diterima

Jika $X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ --> maka H0 ditolak

Rumus untuk mencari X^2_{tabel} : IDF.CHISQ (p. df)

P = 0,95

df = K - 1

df = 6 - 1

df = 5

maka pada SPSS cari ---> IDF.CHISQ(0.95,5)

diketahui :

dari SPSS $X^2_{\text{tabel}} = 11,07$

$X^2_{\text{hitung}} = 2,227$

Karena $X^2_{\text{hitung}} (2,227) < X^2_{\text{tabel}} (11,07)$, maka H0 diterima

Kesimpulan : pengambilan data nilai siswa berdistribusi normal.

Lampiran 33 Hasil Uji Normalitas Nilai Posttest

H_0 : Pengambilan data nilai siswa berdistribusi normal

H_1 : Pengambilan data siswa tidak berdistribusi normal

PRETEST & POSTTEST - Microsoft Excel

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1	ANALISIS DATA UJI NORMALITAS NILAI POSTTEST												
2													
3	a. Urutkan data dari terkecil ke terbesar												
4		52	58	61	62	70	72	75	75	75	75	75	
5		76	76	76	77	77	77	78	78	79	79		
6		79	80	80	80	81	82	82	82	83	83		
7		84	84	85	85	86	93						
8													
9													
10	b. Menentukan banyak kelas						c. Panjang kelas						
11	$K = 1 + 3,3 \log n$						Panjang kelas = $\frac{\text{jangkauan}}{\text{Banyak kelas}}$						
12	$K = 1 + 3,3 \log 36$						Panjang kelas = $\frac{93 - 52}{6,1357966}$						
13	$K = 1 + 3,3 (1,556302)$						Panjang kelas = $\frac{41}{6,1357966}$						
14	$K = 1 + 5,1357966$						Panjang kelas = $\frac{6,682098}{6,1357966}$						
15	$K = 6,1357966$						Panjang kelas = $\frac{6,682098}{6,1357966}$						
16	$K = 6$ (dibulatkan)						Panjang kelas = 7 (dibulatkan)						
17													
18													
19													

PRETEST & POSTTEST - Microsoft Excel

	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
20	No.	Interval Kelas	fi	Xi	fi . Xi	Xi - x rata-rata	(Xi - x rata-rata) ²	(Xi - x rata-rata) ²	(Xi - x rata-rata) ²				
21	1	52 - 58	1	81	81	-34,7	1204,09	1204,09	1204,09				
22	2	59 - 65	1	91,5	91,5	-24,2	585,64	585,64	585,64				
23	3	66 - 72	1	102	102	-13,7	187,69	187,69	187,69				
24	4	73 - 79	17	112,5	1912,5	-3,2	10,24	174,08	174,08				
25	5	80 - 86	15	123	1845	7,3	53,29	792,35	792,35				
26	6	87 - 93	1	133,5	133,5	17,8	316,84	316,84	316,84				
27		Jumlah	36		4165,5							3267,69	
28													
29													
30													
31	X_i (median) = $\frac{\text{batas bawah} + \text{batas atas}}{2}$						standar deviasi (s) = $\sqrt{\frac{\sum (xi - x \text{ rata-rata})^2}{N - 1}}$						
32													
33													
34	rata-rata (x) = $\frac{\sum fi . xi}{\sum fi}$						standar deviasi (s) = $\sqrt{\frac{3267,69}{36 - 1}}$						
35													
36													
37													
38													
39													
40							standar deviasi (s) = 9,662						

OUTPUT NORMAL TG POSTTEST.csv [DataSet1] - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Drag/Drop/Help Graph Utilities Extensions Window Help

Print Save Copy Paste Undo Redo Find & Replace Sort Merge Append Split File Split Cell

42 Variable 2 of 2 Variables

	Nilai Posttest	stabel	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
20	79	11.07															
21	80	11.07															
22	80	11.07															
23	80	11.07															
24	80	11.07															
25	81	11.07															
26	82	11.07															
27	82	11.07															
28	82	11.07															
29	83	11.07															
30	83	11.07															
31	84	11.07															
32	84	11.07															
33	85	11.07															
34	85	11.07															
35	85	11.07															
36	86	11.07															
38	83	11.07															
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
42																	

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processors ready Unsaved:CM

Type here to search 9:31 20/06/2023

Batas kelas bawah = batas kelas bawah pada interval kelas
-0,5

Batas kelas atas = batas kelas atas pada interval +0,5

$$Z = \frac{\text{batas kelas} - x \text{ rata-rata}}{s}$$

Standart deviasi (s) = 9,662

x rata-rata = 115,7

nilai pada Z tabel untuk batas bawah dan batas atas dapat dilihat pada tabel Z atau dapat menggunakan rumus excel :
abs(normsdist(nilai Z kelas))

luas kelas = batas bawah Z tabel - batas atas Z tabel

fe = luas kelas × N

$$X^2 = \frac{(f_0 - fe)^2}{fe} \quad \text{maka } X^2_{\text{hitung}} = 2,238$$

Jika $X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$ --> maka H0 diterima

Jika $X^2_{\text{hitung}} > X^2_{\text{tabel}}$ --> maka H0 ditolak

Rumus untuk mencari X^2_{tabel} : IDF.CHISQ (p, df)

P = 0,95

df = K - 1

df = 6 - 1

df = 5

maka pada SPSS cari ---> IDF.CHISQ(0.95,5)

diketahui :

dari SPSS $X^2_{\text{tabel}} = 11,07$

$X^2_{\text{hitung}} = 2,238$

Karena $X^2_{\text{hitung}} (2,238) < X^2_{\text{tabel}} (11,07)$, maka H0 diterima

Kesimpulan : pengambilan data nilai siswa berdistribusi normal.

Lampiran 34 Data Tabulasi dan Analisis Hasil Angket Respons Siswa

DATA: TABULASI RESPON SISWA... (Database) - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Extensions Window Help

1. X1

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3
2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4
3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4
5	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
6	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4
8	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3
9	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4
10	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
11	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	4	3	4	3	4
12	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4
13	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3
14	4	4	4	4	4	3	3	4	4	2	3	4	4	4	4
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4
16	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
18	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4
19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
20	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4
21	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
22	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
23	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready | Unicode ON | 10:49 01/06/2023

DATA: TABULASI RESPON SISWA... (Database) - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Extensions Window Help

1.

	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	Total	102	103	104	105	106	107
1	3	3	3	3	3	3	3	4	64						
2	4	3	4	4	4	4	4	4	69						
3	4	4	4	4	4	4	4	4	69						
4	3	3	3	4	4	3	3	4	67						
5	4	4	4	4	3	4	4	4	66						
6	4	3	3	4	4	3	3	4	64						
7	4	4	4	4	4	4	4	3	66						
8	4	4	4	4	3	4	3	4	66						
9	3	3	4	4	4	3	3	4	66						
10	4	4	4	4	3	3	3	4	65						
11	4	3	4	3	4	4	3	4	67						
12	3	4	4	4	4	4	4	4	69						
13	4	3	4	3	3	4	4	4	66						
14	4	4	4	4	4	3	4	4	67						
15	4	3	4	4	4	3	4	4	70						
16	4	4	4	4	4	4	4	4	71						
17	4	4	4	4	4	4	4	4	71						
18	4	3	3	4	4	3	3	4	66						
19	4	4	4	4	4	4	3	3	70						
20	4	3	4	4	4	4	4	3	67						
21	4	4	4	4	3	4	4	4	69						
22	4	4	3	3	4	3	4	4	67						
23	4	3	3	4	4	3	3	4	66						

Data View Variable View

IBM SPSS Statistics Processor is ready | Unicode ON | 14 of 24 - Clipboard | Item not Collected. Delete items to increase available space. | 10:49 01/06/2023

DATA DAULIAS RESPONS 95041001 (DataSet) - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Expressions Window Help

Table 10 of 10 variables

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
20	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4
21	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3
22	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
23	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4
24	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4
25	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3
26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
27	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
29	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4
30	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3
31	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
32	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
33	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
34	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3
35	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
36	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
37															
38															
39															
40															
41															
42															

Data View SPSS View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unlocked: ON

Type here to search

DATA DAULIAS RESPONS 95041001 (DataSet) - IBM SPSS Statistics Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Expressions Window Help

Table 10 of 10 variables

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Total						
20	4	3	4	4	4	4	4	4	3	67					
21	4	4	4	4	3	4	4	4	4	63					
22	4	4	3	3	4	3	4	4	4	67					
23	4	3	3	4	4	3	3	3	4	66					
24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	63					
25	3	4	4	4	3	4	4	4	3	66					
26	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72					
27	4	4	4	4	4	3	3	3	4	67					
28	4	3	3	3	3	3	3	3	3	65					
29	3	3	3	4	4	4	4	4	4	69					
30	4	4	4	4	3	4	3	4	4	66					
31	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72					
32	4	4	4	4	4	4	4	4	4	72					
33	3	4	4	4	4	3	3	3	3	64					
34	4	4	4	4	3	4	4	4	4	70					
35	4	4	4	4	4	4	3	4	4	69					
36	4	4	4	4	4	4	4	4	4	69					
37															
38															
39															
40															
41															
42															

Data View SPSS View

IBM SPSS Statistics Processor is ready Unlocked: ON

Type here to search

OUTPUT ANALISIS RESPONSI SWA... IBM SPSS Statistics Viewer

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Substitions Window Help

FREQUENCIES VARIABLES=X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10 X11 X12 X13 X14 X15 X16 X17 X18

/RESIDUUM BURUANG
/ORDER=ANALYSIS.

Frequencies

DataSet01 C:\TUJAS DAN KUNYER\ANALISIS DAN TUJAS KULIAH\SERIPEPIS\OLAH RAGA\SATA TANJALASE RESPONSI SWA.sav

Statistics

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18
N	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Frequency Table

X1

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid S	8	22.2	22.2	22.2
ST	28	77.8	77.8	100.0
Total	36	100.0	100.0	

X2

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid S	7	19.4	19.4	19.4
ST	29	80.6	80.6	100.0
Total	36	100.0	100.0	

Frequency

		X1			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	8	22.2	22.2	22.2
	ST	28	77.8	77.8	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

		X2			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	7	19.4	19.4	19.4
	ST	29	80.6	80.6	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	7	19.4	19.4	19.4
	ST	29	80.6	80.6	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X4

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	10	27.8	27.8	27.8
	ST	26	72.2	72.2	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X5

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	5	13.9	13.9	13.9
	ST	31	86.1	86.1	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X6

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	6	16.7	16.7	16.7
	ST	30	83.3	83.3	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X7

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	7	19.4	19.4	19.4
	ST	29	80.6	80.6	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X8

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	4	11.1	11.1	11.1
	ST	32	88.9	88.9	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X9

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	11	30.6	30.6	30.6
	ST	25	69.4	69.4	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X10

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	12	33.3	33.3	33.3
	ST	24	66.7	66.7	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X11

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	7	19.4	19.4	19.4
	ST	29	80.6	80.6	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X12

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	13	36.1	36.1	36.1
	ST	23	63.9	63.9	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X13

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	8	22.2	22.2	22.2
	ST	28	77.8	77.8	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X14

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	5	13.9	13.9	13.9
	ST	31	86.1	86.1	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X15

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	10	27.8	27.8	27.8
	ST	26	72.2	72.2	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X16

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	13	36.1	36.1	36.1
	ST	23	63.9	63.9	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X17

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	15	41.7	41.7	41.7
	ST	21	58.3	58.3	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

X18

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	S	6	16.7	16.7	16.7
	ST	30	83.3	83.3	100.0
	Total	36	100.0	100.0	

**Lampiran 35 Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian
Pra riset (Izin Penelitian dan Wawancara dengan guru
fisika kelas XI)**



Pra riset (Analisis Kebutuhan Siswa)



Uji Coba Soal (Tes)



Pembelajaran dan Uji Coba Produk pada Kelompok Besar (Implementasi satu kelas)





Uji Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis (Siswa mengerjakan pretest dan posttest)



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

a. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Yeshinta Nabilah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Nganjuk, 24 Januari 2000
3. Alamat Rumah : Desa Prayungan Kecamatan
Lengkong Kabupaten Nganjuk
4. No. Hp : 085706757321
5. Email : yeshintanabilah@gmail.com

b. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal

- a. TK Pertiwi Balongasem Nganjuk
- b. SDN Balongasem Nganjuk
- c. SMPN 1 Lengkong Nganjuk
- d. SMAN 1 Gondang Nganjuk

2. Pendidikan Non-Formal

- a. Pesantren Kilat Pondok Pesantren Al-Mushthofa
Tegal Arum Kertosono Nganjuk

Semarang, 16 Juni 2023

Yeshinta Nabilah
NIM. 1908066015