

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
FISIKA BERBASIS *AUGMENTED REALITY*
UNTUK MENINGKATKAN KETRAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI SMA/MA**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Mmenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Fisika
dalam Ilmu Pendidikan Fisika**



**Oleh : HANNATUN NUSROH
NIM : 1708066047**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
FISIKA BERBASIS *AUGMENTED REALITY*
UNTUK MENINGKATKAN KETRAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI SMA/MA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Mmenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Fisika
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh : **HANNATUN NUSROH**
NIM : 1708066047

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2021**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Hannatun Nusroh

NIM : 1708066047

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis
Augmented Reality untuk Meningkatkan Ketrampilan
Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA**

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

Semarang, 20 Desember 2021

Pembuat Pernyataan,

Hannatun Nusroh

NIM : 1708066047



KEMENTERIAN AGAMA R.I.
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK
MENINGKATKAN KETRAMPILAN BERPIKIR
KRITIS SISWA KELAS XI SMA/MA**

Penulis : Hannatun Nusroh
NIM : 1708066047
Prodi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *tugas 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, 4 Januari 2021

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Muhammad Ardhi K., M.Sc
NIP : 19821009 201101 1 010

Penguji I,

Dr. Hamdan Hadi K., S.Pd, M.Sc
NIP : 19770320 200912 1 002

Pembimbing I,

Muhammad Ardhi K., M.Sc.
NIP : 19821009 201101 1 010

Sekretaris Sidang,

Irman Said Prasetyo, M.Sc
NIP : 19911228 201903 1 009

Penguji II,

Alwiyah Nurhayati, M.Si
NIP : 19811211 201101 2 006

Pembimbing II,

Affa Ardhi Saputri, M.Pd.
NIP : 19900410 201903 2 018



NOTA DINAS

Semarang, 20 Desember 2021

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 MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA
BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK
MENINGKATKAN KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS
SISWA KELAS XI SMA/MA

Nama : Hannatun Nusroh

NIM : 1708066047

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 I,



Muhammad Ardhi K., M.Sc.

NIP : 198210092011011010

NOTA DINAS

Semarang, 20 Desember 2021

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 MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA
BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK
MENINGKATKAN KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS
SISWA KELAS XI SMA/MA

Nama : Hannatun Nusroh

NIM : 1708066047

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 II,



Affa Ardhi Saputri, M.Pd.

NIP : 9004102019032018

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan produk aplikasi media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* untuk meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMA/MA pada materi alat-alat optik. Tujuan penelitian ini diantaranya adalah (1) untuk menguji kelayakan media, (2) mengetahui respon guru dan siswa terhadap media, dan (3) mengetahui media pembelajaran dapat meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa. Jenis penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Penelitian ini dilakukan sampai tahap Implementation yaitu uji coba skal kecil sebanyak 30 orang. Subjek penelitian merupakan siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak. Metode pengambilan data yang digunakan adalah wawancara, angket, tes dan observasi. Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* terdiri dari petunjuk penggunaan, tujuan, AR scan, materi pembelajaran, latihan soal serta pembahasan soal. Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* pada materi alat-alat optik layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan presentase skor kelayakan sebesar 78,79% dengan skor rata-rata keseluruhan 3,92 untuk ahli media dan presentase skor kelayakan sebesar 90% dengan skor rata-rata keseluruhan 4,5 untuk ahli materi. Hasil respons guru fisika dan siswa terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* sangat baik dengan skor rata-rata 4,27 untuk respons guru fisika dan skor rata-rata 4,28 untuk respons siswa. Media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* dapat memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa, hal tersebut dibuktikan dengan hasil uji gain sebesar 0,415 yang berkriteria peningkatan sedang.

Kata Kunci: Media pembelajaran , *Augmented Reality*, Berpikir Kritis, Alat-Alat Optik

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil 'Alami. Puji syukur kehadiran Allah SWT Sang Pencipta nan bijaksana, serta shalawat dan salam semoga tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW. Berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis *Augmented Reality* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA”. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan program Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, do'a dan peran serta 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. Joko Budi Poernomo, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah membantu proses perizinan penelitian.

4. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc., selaku Pembimbing I dan Affa Ardhi Saputri, M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, mengarahkan, memberi masukan dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Fihris, M.Ag., dan Andi Fadlan M.Sc., selaku wali dosen penulis yang telah berkenan memberi bimbingan dan pengarahan selama masa perkuliahan penulis.
6. Joko Budi Poernomo, M.Pd., Irman Said Prasetyo, M.Sc., dan Susilawati, M.Pd., selaku validator yang telah memberikan arahan, perbaikan, dan penilaian terhadap produk yang diekembangkan.
7. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah menyalurkan ilmunya dengan ikhlas selama peneliti menempuh perkuliahan.
8. Seluruh keluarga tercinta, ibunda Musyafaatun, beserta kakak dan adik saya yang telah memberikan doa, semangat, materi, cinta, kasih sayang dan pengorbanan yang tidak tergantikan dengan apapun sehingga peneliti dapat menyelesaikan kuliah dan skripsi ini dengan lancar.
9. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika 2017 yang menjadi teman seperjuangan selama menyelesaikan perkuliahan.

10. Teman-teman Ma'had Al-Jami'ah UIN Walisongo Semarang dan teman-teman seperjuangan Pondok Pesantren YPMI Al-Firdaus Semarang.
11. Teman-teman PPL SMAN 2 Semarang dan teman-teman KKN RDR 75 kelompok 27 yang berkontribusi memberikan informasi, semangat, dan do'a kepada peneliti.
12. Teman-teman Pejuang Muda Demak yang selalu memberikan semangat, do'a dan dukungan kepada peneliti.
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat, do'a dan bantuan kepada peneliti sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Harapan dan doa peneliti, semoga apa yang telah diberikan (jasa, dukungan, dan amal) semua pihak dapat menjadi ladang pahala di surga-Nya. Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan untuk perbaikan dan kesempurnaan hasil yang telah di dapat. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan ridho-Nya, baik bagi penulis maupun bagi pembaca. *Aamiin Ya Robbal 'Alamin.*

Semarang, 20 Desember 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hannatun Nusroh', written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a small number '2' below the line on the left side.

Hannatun Nusroh

NIM. 1708066047

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Pembatasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian.....	11
G. Asumsi Pengembangan	13
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	14
BAB II : LANDASAN PUSTAKA	15
A. Kajian Teori.....	15
B. Kajian Penelitian yang Relevan	78
C. Kerangka Berpikir	81
D. Pertanyaan Penelitian	85
BAB III : METODE PENELITIAN	86
A. Model Pengembangan	86
B. Prosedur Pengembangan	87
1. Desain Uji Coba Produk.....	89
2. Desain Uji Coba.....	90
3. Subjek Coba.....	91
4. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data..	92
C. Teknik Analisis Data	93
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	112
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	112
B. Hasil Uji Coba Produk	115
1. Hasil Uji Ahli Media.....	115

2. Hasil Uji Ahli Materi.....	117
C. Revisi Produk	119
D. Hasil Uji Lapangan	129
1. Uji Angket Respon Siswa dan Guru	129
2. Uji Soal Test (Pretest dan Posttest).....	131
E. Analisis Data dan Pembahasan	132
1. Analisis Data Awal.....	132
2. Analisis Uji Coba Instrumen.....	133
3. Analisis Uji Peningkatan Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa	137
4. Pembahasan.....	137
F. Keterbatasan Penelitian.....	145
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	147
A. Kesimpulan	147
B. Saran	148
DAFTAR PUSTAKA	150
LAMPIRAN.....	155
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	227

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Indikator Ketrampilan Berpikir Kritis	45
Tabel 3.1	Skala Penilaian Media Pembelajaran 5 Kriteria	100
Tabel 3.2	Kriteria Penilaian Media Pembelajaran	102
Tabel 3.3	Kriteria Kevalidan Media Pembelajaran	102
Tabel 3.4	Skala Penilaian Angket Respon	103
Tabel 3.5	Kriteria Penilaian Respon Guru dan Siswa	104
Tabel 3.6	Kategori Validitas	107
Tabel 3.7	Kategori Reliabilitas Instrumen	108
Tabel 3.8	Kriteria Kesukaran	109
Tabel 3.9	Kriteria Daya Beda	110
Tabel 4.1	Desain Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Alat-alat Optik untuk Memberikan Peningkatan terhadap Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa	113
Tabel 4.2	Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media	116
Tabel 4.3	Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi	118
Tabel 4.4	Kritik dan Saran Validator Ahli Media terhadap Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality	120
Tabel 4.5	Kritik dan Saran Validator Ahli Materi terhadap Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality	121

Tabel 4.6	Hasil Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest serta Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang harus Dicapai oleh Siswa	132
Tabel 4.7	Hasil Uji Normalitas	133
Tabel 4.8	Hasil Uji Validitas	134
Tabel 4.9	Hasil Uji Reliabilitas	135
Tabel 4.10	Hasil Uji Taraf Kesukaran	136
Tabel 4.11	Hasil Daya Pembeda	136

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Contoh Marker	34
Gambar 2.2	Markerless Face Tracking	35
Gambar 2.3	Markerless 3D Objec Tracking	36
Gambar 2.4	Markerless Motion Tracking	37
Gambar 2.5	Markerless Location Based	38
Gambar 2.6	Bagian-bagian Mata	49
Gambar 2.7	Akomodasi Mata	51
Gambar 2.8	Jangkauan Penglihatan	54
Gambar 2.9	Rabun Jauh	56
Gambar 2.10	Rabun Dekat	58
Gambar 2.11	Cacat Mata Astigmatis	60
Gambar 2.12	Kamera dan Bagian-bagiannya	65
Gambar 2.13	Bagian-bagian Mikroskop	67
Gambar 2.14	Proses Terbentuknya Bayangan pada Mikroskop	68
Gambar 2.15	Teropong dan Bagian-bagiannya	70
Gambar 2.16	Pembentukan Bayangan pada Teropong Bintang	71
Gambar 2.17	Pembentukan Bayangan pada Teropong Bumi	75
Gambar 2.18	Teropong Prisma (Teropong Binokuler)	76
Gambar 2.19	Pembentukan Bayangan pada Teropong Panggung	77
Gambar 2.20	Diagram Kerangka Berpikir	84
Gambar 3.1	Diagram Tahap Pengembangan	88
Gambar 4.1	Cover Media Pembelajaran Berbasis Augmented Reality	114
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Hasil Validasi Ahli	119
Gambar 4.3	Tampilan Latihan Soal tentang Cacatmata sebelum direvisi	122
Gambar 4.4	Tampilan Latihan Soal tentang Cacatmata setelah direvisi	123

Gambar 4.5	Tampilan Gambar di dalam Materi sebelum direvisi	124
Gambar 4.6	Tampilan Gambar di dalam Materi setelah direvisi	125
Gambar 4.7	Tampilan Rumus di dalam Materi sebelum direvisi	126
Gambar 4.8	Tampilan Rumus di dalam Materi setelah direvisi	126
Gambar 4.9	Tampilan Penyajian Soal sebelum direvisi	127
Gambar 4.10	Tampilan Penyajian Soal setelah direvisi	128
Gambar 4.11	Diagram Persentase Hasil Respon Siswa	130

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Produk Media Pembelajaran Fisika Berbasis Augmented Reality untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA	155
Lampiran 2	Rubrik Penilaian Ahli Media dan Materi	158
Lampiran 3	Lembar Validasi Ahli Media dan Materi	182
Lampiran 4	Tabel Hasil Analisis Validasi Dosen Ahli Media dan Materi	192
Lampiran 5	Angket Respon Siswa pada Uji Coba Skala Kecil	194
Lampiran 6	Tabel Hasil Analisis Angket Respon Siswa	195
Lampiran 7	Angket Respon Guru Fisika SMA/MA dan Analisis Data Respon Guru Fisika SMA/MA	197
Lampiran 8	Angket Validasi Soal Pretest dan Posttest	198
Lampiran 9	Rekapitulasi Hasil Wawancara Guru Fisika	201
Lampiran 10	Soal Pretest dan Posttest Siswa Kelas XI MIPA	204
Lampiran 11	Tabel Hasil Data Nilai Pretest dan Posttest	212
Lampiran 12	Analisis Data Uji Gain	213
Lampiran 13	Analisis Data Uji Normalitas pada Soal Pretest dan Posttest	214
Lampiran 14	Tabel Hasil Analisis Data pada Soal Pretest dan Posttest	218
Lampiran 15	Dokumentasi Observasi	220
Lampiran 16	Dokumentasi Pembelajaran Dikelas XI MIPA MAN Demak	221

Lampiran 17	Dokumentasi Siswa Mengerjakan Soal	222
Lampiran 18	Surat Penunjukan Pembimbing	224
Lampiran 19	Surat Izin Riset	225
Lampiran 20	Surat Izin Validasi	226

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era globalisasi sekarang ini dapat diketahui bahwasanya seluruh bidang mengalami perkembangan yang cukup signifikan tanpa terkecuali pada Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK). Maka dari itulah dengan perkembangan yang terjadi tersebut, pemerintah berupaya dalam peningkatan kualitas serta pengefisienan terhadap sistem pendidikan yang diterapkan bangsa ini. Salah satu materi pembelajaran yang tak luput dari perkembangan pemerintah ialah mengenai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) (Iqliya & Kustijono, 2019). Fisika termasuk ke dalam salah satu dari sekian banyak cabang ilmu yang terdapat pada materi ilmu pengetahuan alam, dimana peranannya tergolong penting dalam kehidupan manusia serta dapat diterapkan kehidupan sehari-hari, sehingga fisika merupakan ilmu dasar yang mendukung terlaksananya pendidikan yang lebih terarah (Mahpudin & Puadi, 2018).

Penguasaan konsep dalam fisika penting untuk memberikan peningkatan terhadap pemahaman siswa. Menurut Amrullah (2015) menyatakan bahwa mata

pelajaran fisika ini mempunyai sifat yang abstrak dimana dalam pemahamannya cukup menyulitkan siswa sebab berkaitan dengan kejadian secara fisisnya (Amrullah, 2015). Perlu pembuktian teori supaya peserta didik dapat mudah menerima materi yang disampaikan oleh pendidik. Dalam proses pembuktian dan pemahaman suatu teori, membutuhkan gambaran yang jelas mengenai kasus yang dikaji (Priyono, Hardyanto, & Akhlis, 2018). Sebagaimana penelitian yang Hafi dan Supardiyono (2018) lakukan, diketahui bahwasanya banyak peserta didik yang sulit melakukan pemahaman terhadap mata pelajaran fisika, sebab proses belajar mengajarnya berpatokan pada buku saja dan selanjutnya peserta didik akan ditugaskan menyelesaikan berbagai persoalan yang isinya hanya rumusnya saja. Hal tersebut membuat peserta didik sulit untuk melakukan pemahaman terhadap materi yang disampaikan kepadanya. Hal ini dibuktikan dengan persentase peserta didik yang kesulitan memahami materi fisika mencapai 78,2%. (Hafi & Supardiyono, 2018). Keterbatasan pembelajaran secara online, karena adanya pandemi Covid-19 membuat para siswa hanya terbatas dengan media yang ada, serta kurangnya eksplorasi siswa terhadap materi yang diajarkan oleh guru (Dewi &

Anggaryani, 2020). Untuk mengatasi atas permasalahan pemahaman belajar fisika oleh siswa, maka diperlukan untuk menggunakan suatu media yang tepat dalam proses pembelajaran, dimana hal tersebut disesuaikan dengan materi yang akan diajarkan.

Perkembangan teknologi pada masa Revolusi Industri 4.0 ini berakibat kepada perkembangan media pembelajaran. Perkembangan tersebut yang pada akhirnya akan diterapkan pada proses pembelajaran, sehingga nantinya dihasilkanlah sebuah media yang tepat dan juga optimal guna melakukan visualisasi terhadap berbagai konsep yang ada pada pelajaran fisika secara optimal. Hal ini mendorong pendidik berinovasi dalam proses pembelajaran, salah satunya dalam penggunaan media pembelajaran sebagai salah satu upaya untuk memberikan peningkatan terhadap kualitas pendidikan. Maka dari itu, harus ada upaya untuk meningkatkannya melalui inovasi-inovasi pembelajaran. Media pembelajaran yang sesuai yaitu media yang mengikuti perkembangan era revolusi industri 4.0 yang diharapkan mampu mengatasi kejenuhan siswa dalam belajar serta memotivasi kegiatan belajar siswa (Hafi & Supardiyono, 2018).

Media pembelajaran ialah salah satu bentuk peralatan yang dimanfaatkan dalam proses pembelajaran yang mana hal ini akan menyebabkan tersampainya tujuan dari proses tersebut. Sebagaimana yang tertuang dalam Permendikbud tahun 2016 no. 21 mengenai standar isi pendidikan dasar menengah didalam muatan fisika poin (1) yakni “Mengembangkan sikap rasa ingin tahu, jujur, tanggung jawab, logis, kritis, analisis, dan kreatif melalui pembelajaran fisika”. Siswa diharuskan untuk mempunyai kemampuan dalam proses pengembangan atas sikap yang kritis. Hal ini dapat tercapai ketika siswa tersebut memiliki pemikiran yang kritis. Maka dari itu, guru sebagai pendidik diharapkan mampu memfasilitasi untuk menumbuhkembangkan ketrampilan berpikir kritis siswa (Nurazizah, Sinaga, & Jauhari, 2017). Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Nurazizah, Sinaga & Jauhari (2017) pada pembelajaran fisika ditemukan bahwa kemampuan ketrampilan berpikir kritis siswa masih tergolong rendah (Nurazizah et al., 2017). Dari hal tersebut dapat diartikan bahwasanya pelajar yang mengalami kesulitan dalam proses penguasaan keterampilannya dalam berfikir secara kritis masih tergolong banyak jumlahnya (Denny, Utami, Rohanah, & Mulyati, 2020). Oleh karena itu, perlu

adanya pengembangan media pembelajaran untuk dapat melatih ketrampilan terkait dengan pemikiran yang kritis dari siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh J N Iqliya dan R Kustijono (2019), menyatakan bahwa *Agmented Reality* efektif dalam melatih ketrampilan berpikir kritis peserta didik (Iqliya & Kustijono, 2019). Adanya pengembangan media pembelajaran ini mampu memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa. Berpikir kritis dan kreatif termasuk dalam ketrampilan yang diperlukan pada abad ke-21, oleh karena itu memerlukan suatu media pembelajaran yang diarahkan ke arah berpikir kritis untuk menunjang abad ke-21 (Ennis, 2015). Salah satunya adalah media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, supaya dapat merangsang peserta didik berpikir kritis dan imajinatif.

Augmented Reality (AR) termasuk ke dalam media teknologi yang digunakan dalam proses penggabungan atas benda yang tidak nyata dengan bentuk dua atau tiga dimensi pada suatu lingkungan yang nyata dan berbentuk tiga dimensi dimana selanjutnya berbagai benda tersebut akan diproyeksikan dalam bentuk yang nyata (Affandi, Suwarna, & Hertanti, 2017). Pengaplikasian dari *Augmented Reality* ialah dengan

dasar pendeteksian gambar pada umumnya dimana hal tersebut dikenal dengan marker, yang memanfaatkan kamera dari suatu smartphone dan selanjutnya marker tersebut akan dilakukan percetakan. Penggunaan media ini dapat memberikan bantuan dalam hal visualisasi terhadap konsep yang bersifat abstrak sehingga nantinya dapat dipahami oleh orang banyak. Penerapan media ini biasanya pada berbagai bidang mulai dari kedokteran, *game* dan juga *image processing*. Akan tetapi media ini sangat jarang dimanfaatkan oleh dunia pendidikan (Mustaqim, 2016). Pemanfaatan teknologi ini dalam proses belajar mengajar ditujukan agar kegiatan pembelajarannya dapat berjalan secara kondusif, *realtime* dan juga mampu membangun ketertarikan dari pelajarnya (Adami & Budihartanti, 2016). Pengembangan atas media ini menyebabkan bertambahnya nilai yang dimilikinya, dan hal tersebut jauh berbeda dengan hasil penelitian terdahulu. Sebagaimana yang diketahui bahwasanya media AR dapat berfungsi sebagai media pembelajaran yang dapat digunakan di mana saja tidak hanya digunakan di dalam kelas. Media AR ini difokuskan untuk *mobile learning*, siswa tidak dibatasi dengan *Personal Computer* (PC) di suatu ruang tetap. Media pembelajaran *mobile* sangat dibutuhkan sebagai

pengatasan waktu belajar yang tidak cukup pada proses belajar fisika di kelas. Pemanfaatan media mobile dapat diterapkan dengan memanfaatkan teknologi *smartphone* Android yang sudah tidak asing lagi di kalangan pelajar.

Salah satu materi fisika yang kaya akan konsep dan perlu divisualisasikan dalam bentuk video maupun animasi yaitu pada konsep alat optik. Menurut Rahayu dan Kristanto (2017) dalam observasinya pada studi pendahuluan terdapat permasalahan pembelajaran yaitu kegiatan pembelajaran fisika pada materi alat optik dimana dalam proses pengajarannya seorang guru cenderung menggunakan metode yang hanya terpaku pada penceramahan serta penyampaian materi saja. Maka dari itulah, untuk mengoptimalkan proses pengajaran mengenai alat optik ini maka sangat diperlukan untuk menerapkan berbagai media berbentuk gambar yang sesuai dengan kenyataannya, sehingga pada akhirnya para pelajar tidak melakukan perkiraan lagi terkait dengan gambaran dari konsep yang dimaksud gurunya (Rahayu & Kristanto, 2017). Mengingat pentingnya materi alat-alat optik ini terhadap penerapannya yang sering digunakan untuk menjalankan berbagai aktivitas, sehingga sangat dibutuhkan berbagai media yang manfaatnya dalam proses memperoleh

pelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk menunjang pembelajaran yang lebih efektif dan efisien. Hal ini merupakan salah satu cara *Augmented Reality* (AR) mengatasi pembelajaran fisika yang sulit dijelaskan secara langsung dan mampu melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam belajar. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, penting untuk dilakukan penelitian dengan judul “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN FISIKA BERBASIS *AUGMENTED REALITY* UNTUK MEMBERIKAN PENINGKATAN TERHADAP KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI SMA/MA”.

B. Identifikasi Masalah

Setelah dijelaskan alasan yang melatarbelakangi pelaksanaan penelitian, selanjutnya diidentifikasi beberapa permasalahan yang hendak dibahas nantinya, diantaranya ialah:

1. Siswa cenderung sulit dalam melakukan pemahaman terhadap mata pelajaran fisika karena pembelajaran fisika yang banyak bersifat abstrak.
2. Kegiatan belajar mengajar yang diterapkan hanya terpaku pada buku teks dan rumus-rumus saja mengakibatkan siswa cenderung merasakan bosan

serta tidak mengerti atas berbagai pelajaran yang disampaikan oleh gurunya.

3. Keterbatasan pembelajaran secara online adanya pandemi Covid-19 membuat para siswa hanya terbatas dengan media yang ada.
4. Kemampuan ketrampilan terkait dengan pemikiran kritis yang dimiliki siswa cenderung menunjukkan hasil yang rendah serta dalam proses penguasaan tersebut banyak pelajar yang mengalami kesulitan.
5. Teknologi *Augmented Reality* yang berkembang saat ini sangat sedikit penerapannya di bidang pendidikan.
6. Kegiatan pembelajaran fisika pada materi alat optik didominasi dengan metode ceramah dan guru hanya membahas materi berdasarkan bahan ajar yang digunakan.

C. Pembatasan Masalah

Atas dasar beberapa inti permasalahan yang sudah dijabarkan saat mengidentifikasi permasalahan tersebut, oleh karena itu diperlukan adanya pembatasan beberapa hal agar tidak terjadinya perluasan pembahasan, dimana batasannya di antaranya ialah:

1. Pemanfaatan media dalam proses perolehan suatu pelajaran yakni medianya berbasis *Augmented*

Reality dimana dalam media tersebut akan ditampilkan objek yang bersifat tiga dimensi dengan memanfaatkan penggunaan aplikasi *smartphone*.

2. Media pembelajaran yang dikembangkan supaya dapat memahami dan memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa
3. Materi fisika yang di kembangkan dalam media pembelajaran ini di batasi pada materi Alat-alat Optik kelas 11 SMA/MA.

D. Rumusan Masalah

Setelah diketahui latar belakangnya dan juga pengidentifikasian permasalahannya, maka selanjutnya diketahui pula perumusan masalahnya, yakni:

1. Bagaimana kelayakan media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* berdasarkan ahli materi dan ahli media?
2. Bagaimana respon Guru fisika SMA/MA terhadap media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality*?
3. Bagaimana respon siswa terhadap media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality*?
4. Apakah media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* dapat memberikan peningkatan

terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMA/MA?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* berdasarkan ahli materi dan ahli media.
2. Untuk mengetahui respon Guru fisika SMA/MA terhadap media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality*.
3. Untuk mengetahui respon siswa terhadap media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality*.
4. Untuk mengetahui media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* dapat memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMA/MA.

F. Manfaat Penelitian

Setelah dilaksanakan penelitian, maka diharapkan bahwasanya penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dari berbagai sisi, diantaranya ialah:

1. Secara Teoritis
 - a. Teruntuk peneliti, besar harapannya bahwasanya penelitian ini mampu untuk memberikan tambahan pengetahuan, pengalaman, keterampilan serta wadah untuk

mengembangkan serta menerapkan berbagai media yang dapat dimanfaatkan pada proses pembelajaran secara berkelanjutan.

- b. Teruntuk tenaga pendidik, hasil dari penelitian diharapkan dapat membuat bertambahnya pengetahuan serta keterampilan terkait dengan pemanfaatan dari media yang diterapkan pada proses pembelajaran berbasis AR dalam memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa serta hasil yang diperoleh dari proses pembelajaran oleh siswa.
- c. Teruntuk instansi pendidikan, dapat menjadi pedoman dalam proses pengevaluasian atas proses pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah.

2. Secara Praktis

- a. Teruntuk peneliti, besar harapannya bahwa dengan dilaksanakannya penelitian ini maka penulis berkesempatan dalam mendapatkan ilmu yang baru yang pada akhirnya akan tercipta proses pembelajaran yang lebih baik ke depannya.
- b. Teruntuk guru, penelitian ini dapat menjadi salah satu pilihan alternatif penggunaan media

pembelajaran untuk memberikan peningkatan pada ketrampilan berpikir kritis siswa serta hasil dari proses belajarnya.

- c. Teruntuk siswa, penelitian ini memberikan bantuan dalam memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa melalui penggunaan media pembelajaran AR untuk memahami materi alat-alat optik secara mandiri.

G. Asumsi Pengembangan

Pengembangan media pembelajaran ini dasarnya ialah berbagai asumsi yang ada, diantaranya ialah:

- a. Media pembelajaran ini berupa aplikasi android yang berbasis Augmented Reality berdasarkan alur penelitian pengembangan.
- b. Dalam hal ini, validatornya terdiri atas dosen sebanyak dua orang, yaitu berperan untuk:
 - 1) Ahli substansi materi: terkait dengan hal tersebut, yang termasuk di dalamnya ialah dosen yang mempunyai pemahaman terhadap pelajaran fisika, dimana diutamakannya pada materi terkait dengan alat-alat optik yang fokus pada prinsip pembelajaran.

- 2) Ahli desain media: merupakan dosen yang fokus pada tampilan media pembelajaran yang terdiri dari tampilan aplikasi, gambar 3D, serta warna.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Terkait dengan proses pengembangan produk, maka spesifikasi produk yang penulis harapkan ialah:

1. Media yang dimanfaatkan pada proses pembelajaran berupa aplikasi *android* yang didalamnya menerapkan teknologi *Augmented Reality*, sehingga dapat bermanfaat dalam proses pembelajaran.
2. Media pembelajaran *Augmented Reality* berbasis *android* yang telah memenuhi uji kelayakan, kepraktisan serta keefektifan.
3. Media pembelajaran yang dikembangkan dengan berbasis *android* menggunakan teknologi *Augmented Reality* dapat memberikan peningkatan pada ketrampilan berpikir kritis siswa serta hasil dari proses belajar siswa.
4. Pemanfaatan produk AR pada penelitian ini lebih baik dari produk AR sebelumnya, dimana produk yang dikembangkan berisi gambar marker, rangkuman materi serta berbagai soal latihan sebagai bahan untuk dilakukan pengevaluasian terhadap sejauh mana penguasaan materi siswa.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian media pembelajaran

Pelaksanaan kegiatan belajar mengajar termasuk hal yang penting dalam hal media pembelajaran. Sebagaimana yang diketahui bahwasanya media ini asalnya ialah bahasa latin yang artinya perantara, tengah dan pengantar (Arsyad, 2015). Lebih lanjut, dapat diketahui bahwasanya media termasuk ke dalam seluruh hal bisa dimanfaatkan dalam proses penyampaian berbagai pesan yang asalnya ialah dari pihak yang mengirimkan dan ditujukan pada pihak yang menerimanya, dimana dalam hal ini berguna dalam proses pemberian rangsangan terhadap perasaan, pikiran, minat serta perhatian siswa yang mana pada akhirnya akan terlaksana sistem pembelajaran yang baik. Akan tetapi hal ini bertolak belakang dengan pengertian yang disampaikan Asosiasi Pendidikan Nasional (*National Education Association/ NEA*) dimana ia menyarakan bahwasanya media termasuk ke

dalam hasil dari terjalannya sebuah komunikasi, dimana ia dapat berbentuk cetak ataupun berbentuk suatu perangkat dimana harus dilakukan pengendalian, penglihatan, serta pendengaran terhadap hal tersebut (Sadiman, 2014). Media dapat disimpulkan sebagai benda dalam berbagai macam bentuk yang dapat dipakai sebagai penyampaian informasi dari yang mengirimkan ke yang menerima.

Suku kata kedua dalam media pembelajaran adalah pembelajaran. Pada dasarnya pembelajaran merupakan siklus dari proses interaksi yang berjalan diantara dua belah pihak dimana tujuannya ialah untuk melakukan penyampaian terhadap suatu informasi dengan memanfaatkan media yang ditujukan pada pihak yang menerimanya (Rusydiyah, 2014). Dalam pelaksanaan sebuah pembelajaran, dasarnya ialah terjalannya komunikasi diantara dua belah pihak, maka dari itulah media yang diterapkan dalam proses pembelajaran dapat disebutkan sebagai media pembelajaran (Falahudin, 2014). Seperti yang dikatakan Woofok, pembelajaran adalah interaksi dimana pengalaman menyebabkan

perubahan informasi dan perilaku yang bertahan. Sehingga dapat disimpulkan pembelajaran merupakan proses perubahan pengetahuan dan tingkah laku seseorang yang disebabkan oleh kombinasi perangkat-perangkat yang dapat mencapai tujuan pembelajaran itu sendiri.

Kedua definisi kata dari media pembelajaran dapat di tarik kesimpulan untuk mengetahui definisi dari media pembelajaran. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang merupakan sarana dalam membantu proses sistem pembelajaran sehingga memudahkan pencapaian tujuan pembelajaran. Pemanfaatan media yang kreatif dan inovatif dapat memungkinkan siswa untuk belajar yang baik serta dapat meningkatkan motivasi mereka sesuai tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

b. Jenis-jenis media pembelajaran

Media pembelajaran merupakan suatu alat proses pembelajaran, maka pemanfaatan atas media yang diterapkannya nanti terdiri atas berbagai macam, dari yang paling murah dan paling mudah sampai yang paling mahal dan canggih. Schramm menyampaikan bahwasanya

media ini terdiri atas dua, diantaranya ialah media yang mempunyai kerumitan tersendiri dan juga mahal, serta media yang penuh dengan kesederhanaan serta harganya terjangkau (Sadiman, 2014). Dapat diketahui bahwasanya media pembelajaran dasarnya ialah perkembangan yang terjadi pada media informasi. Bidang usaha yang pertama kali menerapkan teknologi ini ialah media percetakan dimana pengerjaannya didasarkan pada prinsip mekanis yang selanjutnya timbullah teknologi *audio-visual*. Dalam hal ini, teknologi tersebut merupakan hasil penggabungan dari berbagai temuan di bidang mekanik serta elektrik yang ditujukan dalam proses pembelajaran. Dan kemunculan teknologi paling terakhir ialah *mikro-prosesor* dimana teknologi ini menimbulkan penggunaan komputer serta aktivitas belajar mengajar yang bersifat interaktif. Terkait dengan berkembangnya media informasi tersebut, maka dalam pemanfaatan media untuk proses pembelajaran dapat dikelompokkan, dimana kelompoknya terdiri atas empat, diantaranya ialah :

- 1) Media hasil teknologi cetak

Teknologi cetak merupakan teknologi yang digunakan dalam proses percetakan termasuk ke dalam metode yang diterapkan untuk menyampaikan suatu materi dan berbentuk media cetak, dalam hal ini dapat berupa buku ataupun materi visualisasi yang bersifat statis.

2) Media hasil teknologi audio visual

Teknologi audio visual yaitu termasuk ke dalam pendekatan yang diterapkan guna menciptakan atau melakukan penyampaian terhadap suatu materi, dengan menggunakan mesin elektronik serta mekanik dalam melakukan pengenalan terhadap suatu informasi secara umum.

3) Media hasil teknologi yang berdasarkan komputer

Teknologi basisnya komputer termasuk ke dalam suatu pendekatan yang berguna dalam proses pembuatan ataupun penyampaian terhadap suatu informasi dimana sumbernya ialah dengan basis mikro-prosesor.

4) Media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer

Teknologi gabungan ini termasuk ke dalam pendekatan yang diterapkan guna memperoleh suatu hasil serta melakukan penyampaian terhadap suatu informasi dengan melakukan penggabungan terhadap berbagai jenis media yang dimanfaatkan dan dilakukan pembatasan oleh media komputer. Dengan memadukan beragam teknologi dapat dilihat sebagai proses yang tercanggih terutama ketika dilakukan pembatasan dengan menggunakan media komputer yang mempunyai kapasitas sangat besar, dalam hal ini terkait dengan besarnya besarnya jumlah *hard disk*, jumlah *random access memory*, dan melakukan monitoring dengan resolusi yang tinggi ditambah dengan *peripheral* lainnya (Kustandi & Sutjipto, 2011).

c. Kegunaan Media pembelajaran

Media pembelajaran termasuk ke dalam media yang diterapkan dalam proses pelaksanaan pendidikan. Jika dilihat secara garis besarnya,

media pembelajaran memiliki kegunaan sebagai berikut : (Sadiman, 2014)

- 1) Memberikan penjelasan terkait dengan pesan yang disajikan yang bertujuan untuk tidak mempunyai sifat verbal.
- 2) Melakukan pengentasan terhadap berbagai keterbatasan yang ada mulai dari waktu, ruang dan juga kemampuan penginderaannya.
- 3) Media pembelajaran secara tepat dan mempunyai banyak variasi sehingga dapat dijadikan sebagai solusi terkait dengan permasalahan sikap yang pasif dari anak didiknya .
- 4) Perbedaan sifat terkait dengan lingkungan serta siswa, dimana penentuan atas kurikulum serta materinya mempunyai persamaan, dan dapat dilakukan pengentasan atas tersebut berdasarkan keahlian dari medianya dalam menyediakan persamaan rangsangan, pengalaman serta dihasilkan pemahaman yang sama juga nantinya.

Sebagaimana dikemukakan oleh Gerlach dan El yang dikutip oleh Arsyad (2014), kriteria

media pembelajaran yang cocok diterapkan dalam proses mempelajari suatu hal ialah:

- 1) Fiksatif (*fixative property*), dimana dalam hal ini pemanfaatan atas suatu media ditujukan dalam proses pembelajaran dengan berbagai keahlian mulai dari melakukan perekaman, penyimpanan, perlindungan serta perekonstruksian terhadap suatu peristiwa ataupun objeknya.
- 2) Manipulatif (*manipulative property*), dalam hal ini peristiwa yang terjadi akan memerlukan jeda waktu hingga berlarut-larut yang mana hal tersebut dapat dilakukan pengenalan terhadap kepada siswa dengan waktu yang dihabiskan hanyalah sepersekian menit dan metode yang diterapkan untuk mengambil gambarnya yakni *time-lapse recording*.
- 3) Distributif (*distributive property*), dalam hal ini akan memberikan kemungkinan terhadap berbagai hal yang berbeda untuk dipindahkan melalui presentasi yang terkoordinasi dan suatu objek bersama-sama menggambarkan keadaan yang sama di siswa pada pengalaman

yang hampir sama mengenai kejadian tersebut (Arsyad, 2014).

Sedangkan menurut Wahono (2006), ukuran evaluasi media pembelajaran terdiri atas 3 aspek, diantaranya ialah:

- 1) Aspek dalam merekayasakan suatu perangkat lunak, di antaranya ialah :
 - a) Mempunyai keefektifan serta keefisienan dalam proses pengembangan serta pemanfaatan media yang diterapkan pada proses pembelajaran.
 - b) Mempunyai kehandalan.
 - c) Dalam proses pengelolaannya dapat dilakukan secara mudah.
 - d) Dalam proses penerapannya mempunyai kemudahan serta kesederhanaan.
 - e) Menentukan serta menetapkan berbagai aplikasi yang sesuai dan tepat untuk dilakukan pengembangan.
 - f) Proses penggunaannya dapat dilakukan di berbagai software ataupun hardware yang tersedia.
 - g) Proses mengelompokkan berbagai program yang tersedia dalam media

pembelajaran terkoordinasi dan mudah dijalankan.

- h) Program yang terdapat dalam suatu media secara keseluruhan diterapkan pada proses pembelajaran dapat digunakan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lainnya).
- 2) Aspek rancangan dalam proses pembelajaran, yaitu:
- a) Kejelasan dari tujuan pembelajaran (rencana, praktik)
 - b) Relevansi dari tujuan pembelajaran dengan SK/KD/Kurikulum
 - c) Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran
 - d) Ketetapan penggunaan strategi pembelajaran
 - e) Interaktifitas
 - f) Memotivasi dalam proses pembelajaran
 - g) Bersifat sesuai dengan konteks dan aktualnya
 - h) Segala keperluan serta mutu dari materi dalam pembelajaran

- i) Keterkaitan antara materi yang disampaikan dengan tujuannya
 - j) Seberapa dalamnya pemahaman atas suatu materi
 - k) Mudah untuk dimengerti
 - l) Bersifat sistematis, runtut, dan sesuai dengan alurnya
 - m) Terkait dengan penguraian, pembahasan, percontohan, simulasi serta latihannya dilakukan secara jelas
 - n) Nilai yang diberikan konsisten dengan tujuan dilaksanakannya kegiatan belajar
 - o) Instrumen yang digunakan dalam proses penilaian adalah tepat
 - p) Masukan yang diberikan disesuaikan dengan hasil penelitiannya
- 3) Aspek komunikasi visual, meliputi:
- a) Mempunyai kesesuaian antara informasi yang diperoleh dan juga kehendak tujuannya.
 - b) Mampu berpikir dengan penuh kreativitas yang disertai dengan berbagai ide cemerlang.

- c) Mempunyai kesederhanaan dan bersifat memikat.
- d) Adanya penggunaan berbagai audio mulai dari sound effect, narasi, musik dan juga backsound.
- e) Adanya penggunaan visual seperti misalnya layout design, warna dan typography.
- f) Penggunaan media yang melakukan suatu gerakan dalam contohnya ialah animasi ataupun video (Wahono, 2006).

Menurut dimensinya media pembelajaran dapat dikelompokkan ke dalam dua macam, yaitu media pembelajaran dua dimensi (2D) dan media pembelajaran tiga dimensi (3D). Adapaun karakteristik dari masing-masing media pembelajaran dapat dijabarkan sebagai berikut :

➤ Karakteristik Media pembelajaran 2D

Media dua dimensi adalah istilah keseluruhan untuk bantuan instruksi yang hanya mempunyai lebar serta panjang saja yang terdapat pada suatu bidang yang datar dimana hal tersebut dapat berupa grafis, media cetak ataupun papan dimana tampilan dari isisnya

bersifat dua dimensi (Daryanto, 2010). Ada beberapa kekurangan ataupun kelebihan dari media yang bersifat 2D. Diantara kelebihannya dari media pembelajaran 2D yaitu, bentuknya sederhana, ekonomis, dapat menyampaikan rangkuman, mudah penempatannya dan bisa dipadukan dengan berbagai media lainnya (Daryanto, 2010). Dan untuk kekurangan media pembelajaran 2D yaitu, seringkali gambar-gambarnya sangat kecil saat para murid melihatnya, tidak bisa memperlihatkan kondisi mauapun sifat sebenarnya suatu benda karena adanya bentuk dua dimensi pada gambar, tidak fleksibel dan gambar foto hanya menunjukkan satu sudut pandang saja dan sangat mungkin bagi siswa untuk salah memahami konsep mengenai sesuatu benda.

➤ Karakteristik Media pembelajaran 3D

Media 3D adalah kelompok media tidak dengan proyeksi dengan penyajiannya melalui visual 3 dimensional (Zaidah, 2016). Ada beberapa kelebihan dan kelemahan media 3D. Kelebihan media 3D yaitu, menghindari verbalisme, memberikan pengalaman langsung

serta menyajikan secara pasti. bisa memperlihatkan kejelasan alur sebuah proses. Media pembelajaran 3D ini memiliki kekurangan yaitu, tidak dapat mencapai sasaran dalam jumlah yang besar, kapasitas ruang simpannya membutuhkan ruang yang banyak serta perawatannya susah (Daryanto, 2010).

2. Teknologi dan Media Memudahkan Pembelajaran

Banyak sebagian orang ketika mendengarkan sebuah kata teknologi, maka yang ada dalam pikirannya ialah berkaitan dengan berbagai barang yang telah canggih seperti misalnya MP3, komputer, smartphone dan lain sebagainya. Pada kenyataannya memang kata ini mempunyai makna yang berbeda-beda, dimana hanya berkaitan dengan perangkat keras saja hingga termasuk ke dalam metode yang dilakukan dalam mengatasi suatu permasalahan. Sebagaimana yang diketahui bahwasanya teknologi sendiri asal katanya ialah dari bahasa Yunani, yang artinya ialah kemampuan dalam mengungkapkan suatu hal. Sehingga secara luasnya, dapat diketahui bahwasanya teknologi ini termasuk ke dalam upaya dalam memanfaatkan serta mengetahui terkait

dengan suatu perangkat ataupun keterampilan (Smaldino, 2014).

Dunia pendidikan sekarang ini peranan teknologi sangat penting, terutama pada bagian kurikulumnya secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan dengan memanfaatkan suatu teknologi, maka dalam proses belajar mengajar yang dilakukan oleh siswa tidak akan terbatas secara waktu dan ruangnya. Tentu saja hal ini disebabkan oleh penggunaan jaringan internet, yang mana hal tersebut dapat meluaskan akses yang dimiliki oleh siswa. Perkembangan yang terjadi pada teknologi ini sangat membantu siswa, terutama pada proses penyimpanan informasi yang mana formatannya berbentuk digital. Dalam hal ini, informasi yang diberikan dapat berupa audio, teks, film ataupun visual.

Siswa dalam proses pemanfaatan suatu media informasi biasanya ditujukan untuk meningkatkan proses pembelajaran yang ia lakukan. Dengan memanfaatkan berbagai aktivitas yang mana fokusnya ialah terhadap siswa, maka hal tersebut dapat memberikan kemungkinan pada gurunya untuk dapat melakukan penganalisisan serta perbaikan terhadap berbagai permasalahan yang dihadapi oleh siswa,

melakukan konsultasi dengan pelajar tersebut secara pribadi, serta memberikan pengajaran pada setiap pelajar secara pribadi ataupun dalam bentuk kelompok yang jumlah anggotanya sedikit. Sedikit atau banyaknya waktu yang dapat digunakan oleh seorang guru tersebut tergantung pada tingkatan peranan atas proses pembelajaran yang diberikannya dengan menerapkan berbagai media. Dari hal tersebut tidak berarti bahwasanya peranan dari seorang guru telah tergantikan oleh teknologi, akan tetapi hal ini menekankan pada kemudahan yang dapat diberikan ketika menerapkan sebuah teknologi dalam proses pengajarannya sehingga proses pembelajaran yang dilakukan di dalam kelas menjadi lebih kreatif dan hidup lagi. Mengingat pada masa pandemi yang memungkinkan pembelajaran dilakukan secara *online* atau *daring*, membuat para pengajar untuk mengajar dengan media pembelajaran yang kreatif dan praktis digunakan. Hal ini memungkinkan adanya teknologi sebagai media yang solutif dan praktis untuk dimanfaatkan dalam pembelajaran.

3. *Augmented Reality*

a. *Pengertian Augmented Reality*

Augmented Reality merupakan variasi dari *Virtual Reality*. Perbedaannya adalah *Virtual Reality* merupakan teknologi yang keseluruhannya melibatkan pengguna ke dalam lingkungan buatan, tetapi pengguna tidak dapat melihat objek maya pada lingkungan di dunia nyata. Akan tetapi berbeda dengan *Augmented Reality*, dimana penggunaanya dapat memunculkan objek maya yang ada pada lingkungan buatan ke dalam dunia nyata. *Augmented Reality* dapat memunculkan objek virtual pada dunia nyata pada waktu yang sama (Meilani, 2018).

Penggunaan *Augmented Reality* ditujukan untuk melakukan pembangunan atas suatu lingkungan yang baru dimana dengan cara melakukan penggabungan terhadap berbagai interaksi yang terjadi pada lingkungan tersebut baik yang secara langsung ataupun melalui penggunaan suatu media, yang mana pada akhirnya akan menyebabkan penggunaanya merasakan lingkungan yang ia ciptakan merupakan suatu kenyataan. Dalam hal ini, umumnya individu yang menggunakan teknologi ini tidak merasakan adanya hal yang beda antara

teknologi yang digunakan dengan kejadian aslinya pada lingkungan tersebut. Dengan penerapan teknologi ini, maka setiap masyarakat dapat melakukan interaksi satu dengan yang lainnya secara digital. Biasanya, penggunaan dari teknologi ini lebih banyak diterapkan oleh bidang militer, kesehatan, serta industri manufaktur. Akan tetapi teknologi ini juga telah banyak digunakan oleh seluruh masyarakat sekarang, salah satunya ialah dengan menggunakan smartphone (Indrawaty, Ichwan, & Putra, 2013).

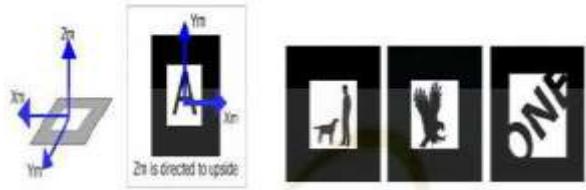
Penerapan atas teknologi *Augmented Reality* ini dijadikan sebagai batu loncatan. Sebab, teknologi ini dapat berfungsi dalam proses penyampaian suatu pesan kepada penggunanya. Sehingga diperoleh kesimpulan bahwasanya *Augmented Reality* termasuk ke dalam teknologi yang digunakan dalam menjalin sebuah komunikasi dengan melakukan penggabungan antara dunia yang nyata dengan dunia yang tidak nyata (maya) (Martono, 2011).

b. Jenis-jenis *Augmented Reality* (AR)

Dilihat dari langkah penggunaannya AR dibagi menjadi dua jenis, yaitu : (Lazuardy, 2012)

1) Marker AR (*Marker Based Tracking*)

Marker AR atau *marker based tracking* termasuk ke dalam suatu cara yang dilakukan dalam proses pemanfaatan atas marker. Dalam hal ini, marker dikenal sebagai bentuk pengilustrasian yang warna hanya berupa hitam dan juga putih dimana bentuknya ialah persegi dan terdapat bingkai berwarna hitam dengan ketebalan tertentu serta latarbelakangnya berwarna putih (contoh marker dapat dilihat pada gambar 2.1). sebuah komputer tentu akan tertuju pada letak serta orientasi dari markernya dimana dalam proses pembuatan dunia virtualnya mempergunakan 3D yakni dengan masing-masing titiknya ialah 0 dan sumbunya ialah X,Y, serta Z. Pengembangan dari marker ini telah lama terjadi yakni di mulai pada tahun 1980-an serta untuk penggunaannya mulai dilakukan pengembangan pada tahun 1990-an.



Gambar 2.1 contoh marker

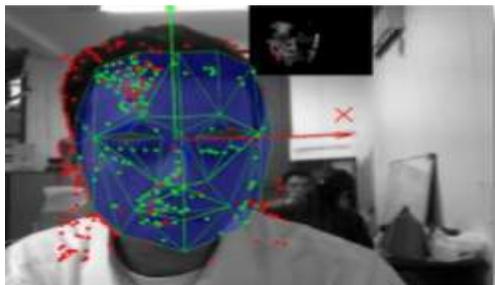
Sumber: Kompas Tekno

2) Markerless AR

Metode AR merupakan salah satu dimana sekarang masih dalam proses perkembangan ialah “*markerless augmented reality*”, dimana dalam penerapan metode ini maka pihak penggunanya tidak membutuhkan marker yang berwarna hitam putih lagi, terutama dalam proses penampilan pada objek mayanya. Cara kerja dari metode ini ialah dengan memindai objek nyatanya, dimana luasannya lebih besar jika dibandingkan dengan marker AR. Sebagaimana yang perusahaan AR kembangkan saat ini, dimana badan usaha tersebut menerapkan metode *markerless tracking* menjadi suatu teknologi yang mereka andalkan, diantaranya ialah:

a) *Face tracking*

Penggunaan algoritma yang dikembangkan, suatu perangkat komputer mampu melakukan pengenalan atas wajah seorang individu secara menyeluruh, dimana hal tersebut diketahui berdasarkan keadaan matanya, hidungnya, dan juga mulutnya, yang selanjutnya akan diabaikan berbagai objek lainnya di sekitaran individu tersebut, misalnya seperti rumah, pohon, ataupun benda lainnya yang turut masuk ke dalam gambar tersebut. Penggunaan teknik ini pernah diterapkan oleh bangsa Indonesia pada Top Story 3 Event dan Pekan Raya Jakarta. sebagai contohnya dapat diketahui berdasarkan gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 contoh *markerless face tracking*

ini banyak dimanfaatkan dalam proses produksi perfilman yang melakukan percobaan terhadap simulasi gerakan pemainnya. Terkait dengan contohnya dapat ditemukan pada film Avatar, dimana James Cameron menerapkan metode ini dalam proses pembuatan filmnya sehingga terlihat seperti nyata (Lazuardy, 2012).



Gambar 2.4 contoh *markerless motion tracking*

d) *Location Based*

Terkait dengan metode ini, hal yang ditekankannya ialah mengarah pada pendeteksian terhadap lokasi dari si penggunanya serta orientasinya dengan melakukan pembacaan atas data yang

tertera pada mobile GPS, akselerometer, serta kompas digital yang selanjutnya ditambahkan berbagai informasi yakni meliputi berbagai benda yang tidak nyata dan hanya dapat terlihat pada layar kamera saja. Metode ini diterapkan pada game Pokemon GO dan game sejenis sebelumnya.



Gambar 2.5 contoh *markerless location based*

c. **Media pembelajaran Berbasis Augmented Reality**

Penggunaan media ini dapat memberikan bantuan dalam hal visualisasi terhadap konsep yang bersifat abstrak sehingga nantinya dapat dipahami oleh orang banyak. Penerapan media ini biasanya pada berbagai bidang mulai dari

kedokteran, game dan juga image processing. Akan tetapi media ini sangat jarang dimanfaatkan oleh dunia pendidikan. Penggunaan *Augmented Reality* ditujukan untuk melakukan pembangunan atas suatu lingkungan yang baru dimana dengan cara melakukan penggabungan terhadap berbagai interaksi yang terjadi pada lingkungan tersebut baik yang secara langsung ataupun melalui penggunaan suatu media, yang mana pada akhirnya akan menyebabkan penggunanya merasakan lingkungan yang ia ciptakan merupakan suatu kenyataan. Dalam hal ini, umumnya individu yang menggunakan teknologi ini tidak merasakan adanya hal yang beda antara teknologi yang digunakan dengan kejadian aslinya pada lingkungan tersebut. Dengan penerapan teknologi ini, maka setiap masyarakat dapat melakukan interaksi satu dengan yang lainnya secara digital. Biasanya, penggunaan dari teknologi ini lebih banyak diterapkan oleh bidang militer, kesehatan, serta industri manufaktur. Akan tetapi teknologi ini juga telah banyak digunakan oleh seluruh masyarakat sekarang,

salah satunya ialah dengan menggunakan smartphone.

Dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* terdiri atas beberapa tahapan yang harus dilalui, diantaranya ialah:

- 1) Melakukan pembuatan atas objek yang hendak ditampilkan. Umumnya, pembuatan objek ini dapat berupa foto, 3D, video ataupun animasi dimana pembuatannya melalui penggunaan software yang dirancang dalam bentuk 3Dmax, Google Sketcup, dan Blender
- 2) Melakukan penyimpanan data tersebut dalam librarynya
- 3) Membuat marker sebagai penanda yang memiliki pola khusus. Marker ini memiliki pola unik yang nantinya akan dideteksi oleh kamera untuk menampilkan objek
- 4) Menyimpan pola marker yang dibuat ke dalam library, biasanya penyimpanan marker ini membutuhkan bantuan aplikasi lain seperti vuforia
- 5) Membangkitkan objek dari marker yang dibuat dengan bantuan builder. Pada penelitian ini menggunakan Unity

- 6) Build program yang telah jadi menjadi aplikasi yang berjalan di operating system. (Indrawaty et al., 2013)

d. Unity 3D

Unity 3D adalah suatu alat yang terintergrasi untuk menciptakan suatu objek yang berbentuk 3 Dimensi di Video Games maupun dalam bahasan interaktif lainnya sebagai contoh yaitu visualisasi arsitektur maupun dimensi 3D real-time. Sekeliling atas berkembangnya Unity 3D berjalan pada Microsoft Windows dan Mac Os X, serta aplikasi yang dibuat oleh *unity 3D* dapat berjalan pada Windows, Mac, Xbox 360, Playstation 3, Wifi, iPad, iPhone dan tidak ketinggalan pada platform Andorid. Unity juga dapat membuat game berbasis IOS dan Android yang digunakan untuk game seperti Pokemon Go, Monument Valley, Call of Duty dan Cuphead..

4. Ketrampilan berpikir kritis siswa

Berpikir merupakan pemikiran mandiri, disip diri, pemantauan diri dan koreksi diri. Berpikir melibatkan berbagai bentuk gejala jiwa seperti sensasi, persepsi maupun memori. Menurut Solso (1988) yang dikutip Sugihartono, dkk menyatakan

bahwa berpikir adalah siklus yang memperoleh penggambaran mental baru melalui transformasi informasi dan terlibatnya beragam interaksi pada segala macam proses mental contohnya penilaian, refleksi, berpikir, pikiran kreatif dan berpikir kritis (Sugihartono, dkk. 2013). Proses berpikir pada hakikatnya memiliki tiga tahapan, yaitu pembentukan pengertian, pembentukan pendapat, dan penarikan kesimpulan.

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan yang sangat fundamental untuk pekerjaan, menjalani hidup, serta memiliki fungsi yang efektif di seluruh aspek-aspek hidup lainnya. Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan yang dimulai serta diproses otak kiri. Berpikir kritis bisa digunakan untuk membentuk sistem konseptual siswa karena merupakan pemikiran pada tingkatan yang tinggi. Seperti yang ditunjukkan oleh Ennis, berpikir kritis merupakan penalaran yang masuk akal dan reflektif yang memiliki fokus untuk memutuskan apa yang harus dipercaya maupun dilaksanakan (Fisher, 2008). Dalam penalaran membutuhkan kemampuan berpikir kritis, sehingga dengan demikian penalaran dasar penting untuk berpikir kritis.

Berpikir kritis merupakan berpikir dengan baik serta berkonsentrasi pada sudut pandang pihak lainnya. Seperti halnya yang dikatakan oleh John Dewey bahwa sekolah harus memberikan pengajaran kepada anak-anak cara berpikir yang benar. John Dewey mendefinisikan bahwa berpikir kritis yakni gigih, aktif, serta mempertimbangkan sebuah kepercayaan maupun jenis informasi apa pun yang diperoleh dari berbagai sudut alasan yang membantu dan menyelesaikannya (Surya, 2011).

Beberapa pendapat ahli tentang yang mendefinisikan berpikir kritis di atas, bisa diambil kesimpulan bahwa berpikir kritis merupakan interaksi psikologis pada penganalisisan maupun menilai pesan. Dengan pemahaman pesan yang akurat, mampu dipercayai kebenaran informasi yang diterima dan pendapat yang disampaikan. Interaksi dinamis menunjukkan keinginan dan inspirasi untuk menemukan jawaban dan memperoleh pemahaman. Melalui berpikir kritis, pemikir kritis memeriksa siklus pemikiran orang lain untuk mengetahui bahwa siklus pemikiran yang digunakan sudah benar (apakah masuk akal). Pemikiran yang kritis dalam menilai apa yang disimpulkan, dengan

mempertimbangkan apa yang mereka dengar, baca dan memeriksa proses berpikir diri sendiri saat mereka menulis, menangani masalah, membuat keputusan, dan mengembangkan proyek.

Allah Swt, memberikan akal kepada manusia sebagai bekal menjalani kehidupan. Dengan akal manusia hendaknya makin yakin pada keagungan dan kekuasaan Allah Swt. Keyakinan tersebut dapat diperoleh dengan bertafakur tentang alam semesta beserta isinya yang merupakan ciptaan Allah Swt. Perintah bertafakur tentang penciptaan Allah Swt, dijelaskan dalam ayat Al-Qur'an dan hadist.

Berikut ini ayat Al-Qur'an yang menjelaskan tentang berpikir dalam surah Ali Imran ayat 190-191.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ
لِّأُولِي الْأَلْبَابِ (190) الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ
وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ، رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَٰذَا بَاطِلًا، سُبْحَانَكَ
فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (191)

Artinya : sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan 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”.(Q.S. Ali Imran [3]: 190-191)

Seorang peserta didik yang berpikir kritis akan bersungguh-sungguh dalam menuntut ilmu. Ia menyadari bahwa ilmu bermanfaat untuk kehidupan di dunia dan akhirat. Ia akan memaksimalkan masa mudanya untuk melakukan aktivitas bermanfaat (Barudin, 2020).

Ennis (1996) mengemukakan bahwa mengharuskan 12 indikator yang di capai untuk mengasah ketrampilan berpikir kritis, dibawah ini merupakan tampilan dari indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian yang terlihat di Tabel 2.1 (Ennis, 1996) :

Tabel 2.1 Indikator Ketrampilan Berpikir Kritis

No	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
1.	Klarifikasi dasar (Basic Clarification)	1) Memfokuskan pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan ➤ Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban ➤ Menjaga kondisi berpikir

		2) Menganalisis argumen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengidentifikasi kesimpulan ➤ Mengidentifikasi alasan atau premis ➤ Mengidentifikasi asumsi sederhana ➤ Mengidentifikasi dan menangani suatu ketidaktepatan ➤ Melihat struktur dari suatu argumen ➤ Membuat ringkasan
		3) Bertanya dan menjawab pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat pertanyaan untuk meminta penjelasan ➤ Menjawab pertanyaan untuk menjelaskan suatu klarifikasi
2.	Dasar dalam mengambil keputusan atau dukungan	4) Menilai kredibilitas sumber	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mempertimbangkan keahlian ➤ Mempertimbangkan kemenarikan konflik ➤ Mempertimbangkan kesesuaian sumber ➤ Mempertimbangkan penggunaan prosedur yang tepat ➤ Mempertimbangkan risiko atau reputasi ➤ Kemampuan untuk memberikan alasan
		5) Menilai laporan observasi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Melibatkan sedikit dugaan ➤ Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan ➤ Menilai laporan observasi berdasarkan kriteria catatan observasi

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Merekam hasil observasi ➤ Menggunakan bukti-bukti yang benar ➤ Menggunakan akses yang baik ➤ Memberikan penilaian terhadap kompeten atau kesesuaian dengan teknologi ➤ Mempertanggungjawabkan hasil observasi
3.	Inferensi	6) Mendedukasi dan menilai dedukasi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sikuls logika euler ➤ Mengkondisikan logika ➤ Menyatakan tafsiran
		7) Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi (<i>make material inferences roughly induction</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengemukakan hal-hal yang umum ➤ Mengemukakan kesimpulan dan hipotesis ➤ Menggunakan hipotesis ➤ Merancang ekperimen ➤ Menarik kesimpulan sesuai fakta ➤ Memberikan asumsi yag masuk akal ➤ Menarik kesimpulan dari hasil menyelidiki
		8) Membuat dan menentukan hasil pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan latar belakang fakta-kfakta ➤ Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan akibat ➤ Membuat dan menentukan hasil

			<p>pertimbangan berdasarkan penerapan fakta</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat dan menentukan hasil pertimbangan
4.	Memberikan penjelasan lanjut	9) Menilai suatu definisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Membuat bentuk definisi “strategi membuat definisi” bertindak dengan memberikan penjelasan lanjut ➤ Memberikan penilaian terhadap definisi yang telah dibuat ➤ Mengidentifikasi dan menangani ketidakbenaran yang disengaja ➤ Membuat isi definisi
		10) Mengidentifikasi asumsi-asumsi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Penjelasan bukan pernyataan ➤ Mengonstruksi argumen
5.	Mengatur strategi dan taktik	11) Menentukan suatu tindakan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mengungkap masalah ➤ Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin merumuskan solusi alternatif ➤ Menentukan tindakan sementara ➤ Mengulang kembali ➤ Mengamati penerapannya
		12) Berinteraksi dengan orang lain	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menggunakan argumen ➤ Menggunakan strategi logika ➤ Menggunakan strategi retorika

			➤ Menunjukkan posisi, orasi atau tulisan
--	--	--	--

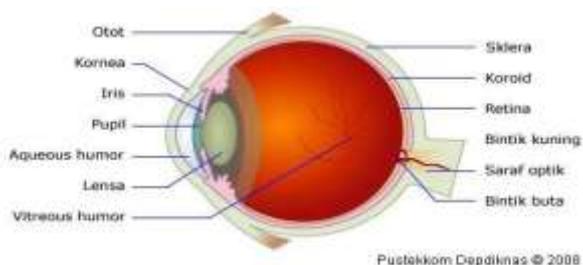
5. Kajian Alat-alat Optik

Alat optik merupakan alat-alat yang menggunakan sifat cahaya, hukum pembiasan cahaya untuk membuat bayangan dari sebuah benda. Alat optik menggunakan lensa, prisma, atau cermin untuk bagian utama. Alat optik ada alamiah serta buatan. Alat optik asli (alamiah) yaitu mata dan alat optik yang buatan yaitu alat bantu untuk menganalisis benda yang tidak terlihat dengan jelas dari pandangan mata seperti contohnya yaitu Lup, kacamata, teropong, serta kamera.

a. Mata

1) Anatomi Mata

Dibawah ini dapat dilihat sebuah gambar yang merupakan gambar dari elemen-elemen mata.

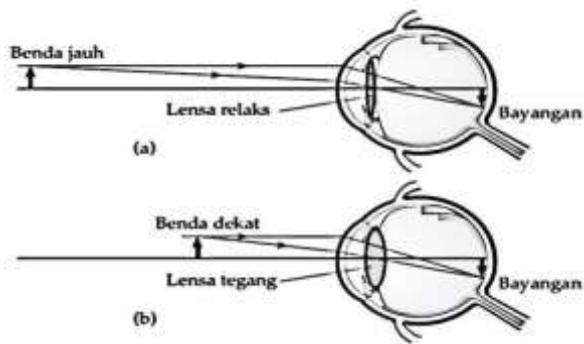


Gambar 2.6 Bagian-bagian Mata

Mata adalah sejumlah cahaya tertutup yang masuk melalui lensa. Diafragma, yang disebut iris (area berwarna), secara otomatis diatur untuk mengontrol banyaknya cahaya yang masuk di mata. Karena lubang iris tempat cahaya masuk ke pupil yang memiliki warna hitam, cahaya yang dipantulkan darinya tidak ada, sedikit cahaya yang dipantulkan darinya, serta sedikit cahaya yang dipantulkan dari mata. Bagian belakang melengkung memiliki retina, yang bertindak sebagai film di kamera. Retina terdiri dari sebuah rangkaian saraf serta reseptor yang disebut sel batang serta sel kerucut, yang digunakan sebagai pengubah sinyal listrik yang berjalan diseluruh saraf dari energi cahaya.

Memfokuskan pada objek yang jauh, otot akan rileks, lensa tipis dan berkas-berkas paralel terfokus pada titik fokus (pada retina). Otot-otot berkontraksi dan bagian tengah lensa menebal untuk fokus pada objek di dekatnya. Dengan demikian memendekkan panjang fokus sehingga bayangan benda-benda yang dekat dapat difokuskan ke retina di bagian belakang titik fokus. Penyetelan fokus ini disebut akomodasi.

Jarak minimum yang dapat difokuskan mata disebut titik dekat mata. Orang dewasa muda biasanya memiliki jarak dekat 25cm, meskipun anak-anak sering kali bisa fokus ke objek sedekat 10cm. Dengan bertambahnya usia, kemampuan berakomodasi menurun dan titik dekat meningkat (Giancoli, 2001).



Gambar 2.7 Akomodasi mata : (a) ketika mata relaks (tidak berakomodasi), lensa mata paling pipih sehingga jarak fokusnya paling besar dan benda yang sangat jauh difokuskan pada retina. (b) ketika otot siliar menegang, lensa mata menjadi lebih cembung sehingga jarak fokusnya lebih pendek, dan benda yang dekat juga difokuskan pada retina.

(pemfokusan pada retina artinya bayangan dari benda dibentuk dengan jelas pada retina)

Saat objek mendekati mata, otot siliaris secara spontan menegang dan lensa mata menjadi lebih cembung. Artinya jarak fokus akan semakin pendek dan membuat bayangan yang tajam akan kembali di bentuk pada retina seperti terlihat pada Gambar 2.7. Proses di mana lensa mengubah jarak fokusnya (membuat lensa mata lebih cembung atau pipih) untuk memfokuskan objek pada berbagai jarak yang berbeda disebut akomodasi mata. Akomodasi mata terjadi begitu cepat sehingga kebanyakan dari kita tidak menyadarinya.

2) Titik Dekat dan Titik Jauh Mata

Titik dekat mata merupakan titik yang terdekat dengan mata, sehingga mata dapat diatur secara maksimal (otot siliaris teregang penuh) dan objek dapat memproyeksikan bayangan yang jelas ke retina. Orang berusia dua puluhan dengan mata normal memiliki perigeo sekitar 10 inci. Titik jauh mata merupakan area paling jauh dari objek yang bisa difokuskan dari mata yang rileks (mata non-akomodatif). ketika otot siliaris benar-

benar rileks, mata akan terfokus pada titik yang jauh. Ketika otot siliaris berkontraksi maksimal, yaitu kapsul lensa relaks secara maksimal, mata memiliki kekuatan ekuivalen terbesarnya dan fokus pada titik terdekat. Perbedaan antara vergensi titik dekat dan jauh mata adalah amplitudo akomodasi. Ada berbagai metode yang digunakan untuk mengukur amplitudo akomodasi. Salah satunya disebut metode push-up dan ini melibatkan ukuran subjektif dari permulaan keburaman pertama yang terlihat pada titik dekat dan jauh. Amplitudo akomodasi dipengaruhi oleh usia, selalu menurun dengan bertambahnya usia (Smith & Atchison, 1997). Mata yang normal pada seseorang dapat dimanfaatkan untuk melihat benda-benda yang begitu jauh contohnya bintang dan planet di langit, dari cara ini mempunyai titik yang jauh di jarak tak hingga.



Gambar 2.8 jangkauan penglihatan
(PP= *Punctum Proximum* dan PR= *Punctum Remotum*)

3) Cacat Mata

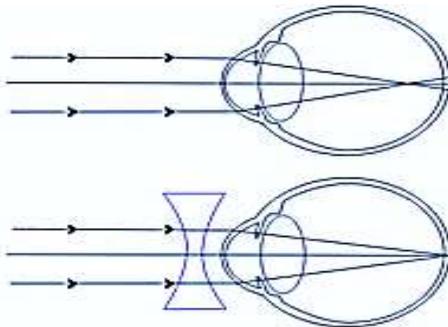
Kondisi ketika penglihatan berada pada jarak yang jauh dari batas mata normal disebut cacat mata. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya penurunan daya akomodasi mata. Selain itu juga disebabkan karena kelainan bentuk bola mata (Suwarna, 2010). Terdapat beberapa jenis dari cacat mata seperti rabun dekat (hipermetropi), rabun jauh (miopi), dan rabun tua (presbiopi). Sedangkan kelainan bentuk bola mata menyebabkan cacat mata astigmatis. Berikut ini penjelasan dari setiap jenis kelainan mata:

a) Rabun jauh (miopi)

Miopi dikenal sebagai rabun jauh. Kondisi ini menyebabkan penglihatan jarak jauh seseorang menjadi kabur dibandingkan dengan penglihatan dekat orang tersebut. Miopia terjadi ketika bola mata lebih panjang dari mata normal. Pemanjangan bola mata menyebabkan sinar cahaya difokuskan pada suatu titik di depan retina, bukan langsung pada permukaannya. Ini menghasilkan ketidakcocokan antara panjang mata dan kekuatan fokusnya. Rabun jauh ini mempunyai titik terdekat yaitu 25 serta titik terjauh di jarak tertentu (gambar 2.9). Dengan demikian, objek yang jauh menjadi kabur bagi mata (Suwarna, 2010). Seseorang yang mengalami rabun terang-dekat (rabun jauh) bisa memiliki penglihatan yang jelas di jarak 25cm, namun tidak bisa melihat benda yang jauh secara jelas. Kekuatan lensa negatif ini melawan kekuatan positif mata yang "berlebih". Sehingga lensa memotret objek pada tak terhingga ke bidang fokus

belakang lensa, yang bertepatan dengan bidang titik jauh mata. Keadaan saat ini terjadi karena lensa mata tidak dapat menjadi pipih seperti yang diharapkan, sehingga bayangan objek yang begitu jauh terbentuk di depan retina (Smith & Atchison, 1997).

Pengobatan kelainan bentuk mata rabun jauh bisa dengan memakai kacamata Lensa Cekung yang akan meneruskan cahaya sebelum cahaya masuk ke mata, sehingga bayangan jatuh di retina.



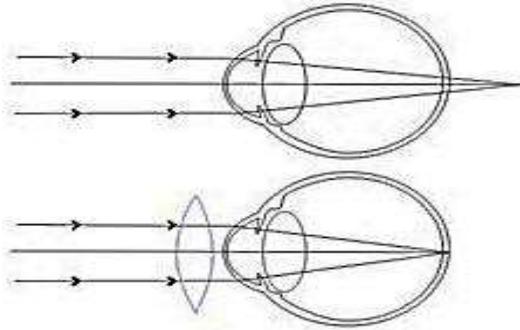
Gambar 2.9 Rabun jauh : (a) rabun jauh. (b) rabun jauh ditolong dengan kacamata berlensa cekung

b) Rabun Dekat (hipermetropi)

Rabun terang-jauh (rabun dekat) mempunyai titik terdekat lebih dari 25cm

dan titik terjauh yang tak terhingga. Hipermetropi disebabkan karena kekuatan mata yang terlalu rendah untuk panjang sumbu. Namun, mata ini bisa fokus pada objek yang jauh dengan mengakomodir. Dengan demikian, mata rabun dekat dapat melihat objek yang begitu jauh tanpa penyesuaian, tetapi tidak bisa terlihat secara jelas objek di dekatnya. Kondisi ini terjadi dikarenakan lensa mata tidak dapat menjadi cembung sebagaimana mestinya, sehingga bayangan objek terdekat terbentuk di belakang retina (Smith & Atchison, 1997).

Penanganan cacat mata hipermetropi ini dapat dengan menggunakan kacamata Lensa Cembung dimana lensa ini akan menguncupkan cahaya sebelum cahaya masuk ke mata (gambar) sehingga bayangan jauh tepat pada retina.



Gambar 2.10 Rabun dekat:

- (a) Rabun dekat. (b) Rabun dekat ditolong dengan kacamata berlensa cembung
 c) Mata Tua (presbiopi)

Daya akomodasi penderita ini menurun seiring bertambahnya usia. Oleh karena itu, area titik dekat dan titik jauh mata bergeser. Oleh karena itu, presbiopia (presbiopia) merupakan kelainan mata karena berkurangnya kemampuannya untuk beradaptasi dengan usia tua. Presbiopi tidak dapat dikoreksi dengan kekuatan lensa. Setiap jarak objek akan membutuhkan kekuatan koreksi yang berbeda yang tentunya juga akan tergantung pada jarak fokus mata presbiopi yang tetap. Dalam praktiknya, presbiopi

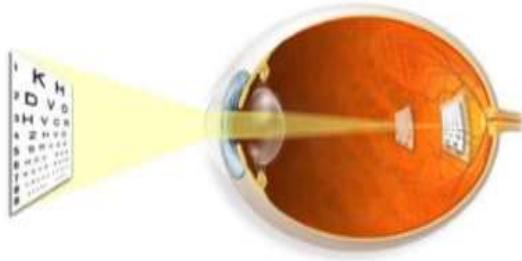
ditolong dengan kacamata berlensa rangkap, masing-masing untuk jarak kerja yang berbeda, atau diberi lensa multifokal, misalnya bifokal atau trifokal, di mana segmen berbeda dari lensa yang sama memiliki kekuatan yang berbeda (Smith & Atchison, 1997).

d) Astigmatis

Astigmatis berarti kornea berbentuk lonjong seperti bola sepak, bukan bola seperti bola basket. Kebanyakan kornea astigmatis memiliki dua kurva - kurva yang lebih curam dan kurva yang lebih datar. Hal ini menyebabkan cahaya fokus pada lebih dari satu titik di mata, mengakibatkan penglihatan kabur pada jarak jauh atau dekat. Astigmatisme muncul biasanya berbarengan dengan terjadinya dengan Rabun Jauh maupun Rabun Dekat.

Cacat mata astigmatis terjadi disebabkan oleh kornea mata yang lebih melengkung dari satu permukaan (permukaan silindris) daripada bentuk sferis (piringan bulat). Ini akan

memfokuskan objek titik sebagai garis pendek. Melalui bantuan kacamata silindris penderita cacat mata astigmatis dapat tertolong.



Gambar 2.11 cacat mata Astigmatis

Astigmatisme biasanya terjadi ketika permukaan depan mata, yaitu kornea, memiliki kelengkungan yang tidak teratur. Biasanya kornea halus dan sama melengkung di segala arah dan cahaya yang masuk ke kornea difokuskan secara merata ke semua bidang, atau ke segala arah. Pada astigmatisme, permukaan depan kornea melengkung lebih ke satu arah daripada di arah lain. Kelainan ini dapat mengakibatkan penglihatan yang sangat mirip dengan melihat ke cermin bergelombang dan terdistorsi. Hasil distorsi karena

ketidakmampuan mata untuk memfokuskan sinar cahaya ke suatu titik (Wang, 2011).

b. Lup (Kaca Pembesar)

Kaca pembesar merupakan alat optik meliputi lensa cembung yang membuat bayangan maya tegak yang diperbesar. Kaca pembesar menggunakan lensa cembung atau lensa positif untuk memperbesar suatu benda pada suatu bayangan sehingga terlihat jelas. Bayangan yang muncul pada mata normal dan paling baik mengakomodirnya adalah pada jarak baca normal (s_n) 25 cm. Perbesaran bayangan pada lup dapat dituliskan $M = \frac{s'}{s}$. Karena $s' = 25 \text{ cm}$. Maka perbesarannya menjadi $M = \frac{25}{s}$. Untuk mata berakomodasi maksimum $s' = -25 \text{ cm}$ (tanda negative (-) menunjukkan bayangan di depan lensa)

Perbesaran sudut lup secara matematis didefinisikan sebagai berikut :

$$M = \frac{\beta}{\alpha} \quad (2.1)$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{s_n} \text{ dan } \tan \beta = \frac{h}{s}$$

Untuk sudut-sudut yang sangat kecil berlaku

$$\alpha \cong \tan \alpha = \frac{h}{s_n} \text{ dan } \beta \cong \tan \beta = \frac{h}{s} \quad (2.2)$$

Jika persamaan 2.2 dimasukkan ke persamaan 2.1 perbesaran sudut dapat ditulis menjadi

$$M = \frac{s_n}{s} \quad (2.3)$$

Menggunakan $S_n =$ titik dekat mata (25 cm untuk mata normal), dan $S =$ letak objek di depan lup.

Objek pada lup akan dapat terlihat ketika diletakkan di depan lup pada jarak yang lebih kecil daripada jarak fokus lup atau $S \leq f$ ($f =$ jarak fokus lup). Objek yang diletakkan di titik fokus lup $S = f$ bayangan yang dibentuk lup berada di tak terhingga $S' = -\infty$. Pada saat bayangan atau objek berada di tak terhingga mata dalam keadaan tanpa akomodasi. Jika $S = f$ dimasukkan ke persamaan 2.3, diperoleh perbesaran sudut lup untuk mata tanpa akomodasi, yaitu :

$$M = \frac{S_n}{f} \quad (2.4)$$

Persamaan 2.4 menunjukkan bahwa semakin kecil jarak fokus lup, semakin besar perbesaran sudut lup tersebut. Apabila mata berakomodasi maksimum mengamati

menggunakan lup maka bayangan akan berada di titik dekat mata atau $S' = -S_n$ (tanda negatif karena bayangannya maya). Sesuai dengan persamaan 2.1 diperoleh

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s_n} = \frac{1}{f} \text{ atau } \frac{1}{s} = \frac{1}{f} + \frac{1}{s_n} \quad (2.5)$$

Berdasarkan hasil tersebut, persamaan 2.4 menjadi

$$M = \frac{s_n}{f} = S_n \left[\frac{1}{s} \right] = S_n \left[\frac{1}{f} + \frac{1}{s_n} \right] \quad (2.6)$$

Sehingga perbesaran sudut diperoleh ketika mata berakomodasi maksimum, yaitu

$$M = \frac{s_n}{f} + 1 \quad (2.7)$$

c. Kamera

Perangkat optik yang digunakan untuk memperoleh gambar visual disebut kamera. Sebenarnya kamera adalah kotak tertutup (badan kamera) dengan lubang kecil (bukaan) di mana cahaya dapat masuk untuk menangkap gambar pada permukaan peka cahaya (biasanya film fotografi atau sensor digital). Kamera mempunyai bermacam mekanisme untuk mengatur bagaimana cahaya mengenai permukaan sensitif. Lensa dapat memfokuskan cahaya yang masuk ke kamera dan memperbesar atau memperkecil

ukuran aperture. Mekanisme rana menentukan jumlah waktu permukaan fotosensitif terkena cahaya (Soedjono, 2007). Desain kerja kamera seperti mata. Apabila di mata, jarak gambar ditetapkan, serta pemusatan diselesaikan dengan membuat perubahan panjang pusat lensa mata, seperti yang ditunjukkan oleh jarak objek yang diamati. Pada kamera, panjang pusat titik fokus adalah tetap. Pemusatan selesai dengan menggeser jarak gambar sesuai jarak item yang dibidik. Jarak gambar, yaitu jarak antara film serta titik fokus, diatur dengan menggerakkan titik fokus kamera.

Bentuk dari bayangan lensa kamera yaitu nyata, terbalik dan diperkecil. Apabila di mata, retina yang memiliki fungsi untuk mengambil bayangan merupakan film (Giancoli, 2001). Di mata, kekuatan cahaya yang masuk ke mata dibatasi oleh iris. Pada kamera, kekuatan cahaya yang masuk ke kamera dikendalikan oleh celah diafragma (*aperture*). Kamera terdiri dari ruang dekat cahaya, titik fokus pertemuan yang memberikan gambar asli, dan film di belakang titik fokus yang mendapatkan gambar.



Gambar 2.12 Kamera dan Bagian-bagiannya

a. Film

Film ini bertindak sebagai layar untuk mengambil gambar yang dihasilkan oleh lensa. Film terbuat dari bahan kimia ringan yang berubah saat terkena cahaya. Menurut Giancoli (1998) yaitu selama proses pencucian, reaksi kimia menyebabkan bagian yang berubah menjadi tak tembus cahaya sehingga bayangan terekam pada film. Sesuai dengan datangnya cahaya, suatu lapisan film dapat berubah. Karena cahaya masuk menciptakan bayangan nyata, maka

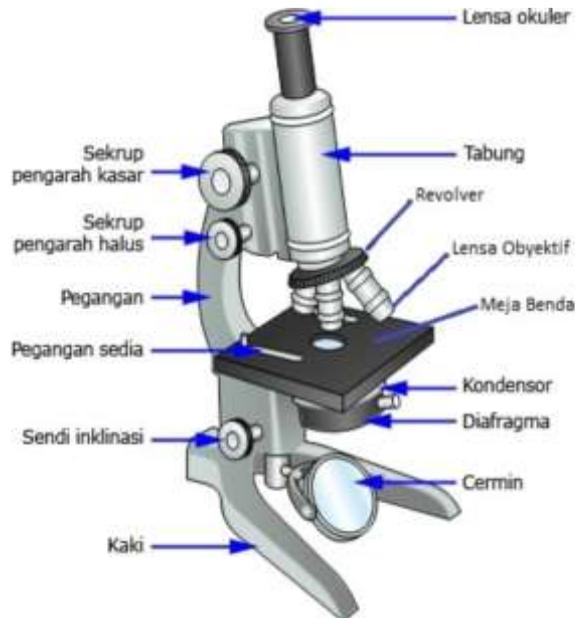
perubahan lapisan zat kimia sesuai dengan bentuk bayangan.

b. Diafragma kamera

Menurut Zemansky (1987), celah yang terbentuk dari diafragma (mirip iris mata) yang merupakan pupil kamera disebut diafragma. *Aperture* yang kecil berarti intensitas cahaya yang melewati film juga kecil. Lubang (*aperture*) pada lensa kamera harus besar untuk mengumpulkan cahaya yang cukup agar waktu pencahayaan (*exposure*) tidak bertahan lama.

d. Mikroskop

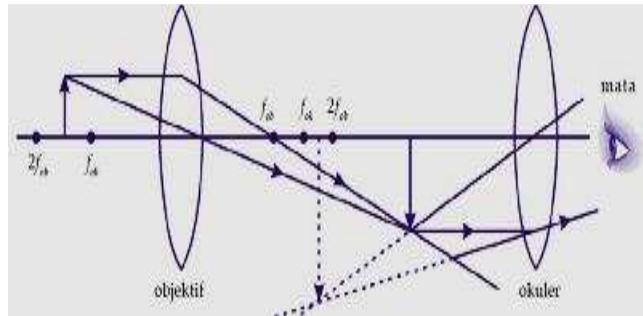
Mikroskop adalah alat laboratorium yang digunakan untuk memeriksa benda-benda yang terlalu kecil (berukuran mikro) untuk dilihat dengan mata telanjang. Komponen mikroskop secara umum terdiri atas dua buah lensa cembung. Lensa yang berada di dekat dengan preparat (objek) disebut *lensa objektif*. Sedangkan lensa yang berada di dekat dengan mata pengamat disebut lensa *okuler*. Jenis mikroskop yang memiliki dua lensa disebut dengan *mikroskop cahaya lensa ganda*.



Gambar 2.13 Bagian-bagian mikroskop

Benda yang ingin diamati pada mikroskop harus diposisikan di depan lensa objektif dengan jarak antara f_{ob} dan $2f_{ob}$. Oleh sebab itu bayangannya akan terbentuk pada jarak lebih besar dari $2f_{ob}$ di belakang lensa objektif dengan sifat nyata dan terbalik. Bayangan lensa objektif dianggap sebagai objek oleh lensa okuler. Setelah itu akan membentuk bayangan pada lensa okuler. Bayangan pada lensa okuler dapat diamati oleh mata. Setelah itu diposisikan berada di depan lensa okuler. Hasil dari bayangan ini akan bersifat

maya. Hal tersebut dapat terjadi apabila bayangan pada lensa objektif jatuh pada jarak kurang dari f_{ok} dari lensa okuler. Bayangan akhir yang dibentuk oleh mikroskop bersifat maya, terbalik dan di perbesar (Tipler, 1996).



Gambar 2.14 Proses Terbentuknya Bayangan pada Mikroskop

Panjang pendeknya sebuah mikroskop ditentukan dari jarak antara lensa objektif dan lensa okuler. Seperti pada gambar 2.13 panjang mikroskop atau jarak lensa objektif dan lensa okuler sama dengan jarak bayangan objektif ke lensa objektif ditambah jarak bayangan objektif tadi ke lensa okuler atau secara matematis dituliskan :

$$d = S'_{ob} + S_{ok} \quad (2.8)$$

Dengan :

d = panjang mikroskop (cm)

S'_{ob} = jarak bayangan lensa objektif ke lensa objektif (cm)

S_{ok} = jarak bayangan objektif ke lensa okuler (cm)

Perbesaran total yang dihasilkan mikroskop merupakan perkalian perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif dengan perbesaran sudut yang dihasilkan oleh lensa okuler. Perbesaran total secara matematis dihasilkan mikroskop ditulis sebagai berikut:

$$M = M_{ob} \cdot M_{ok} \quad (2.9)$$

Dengan :

M = perbesaran total yang dihasilkan mikroskop
(kali)

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

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

Perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif memenuhi :

$$M_{ob} = \frac{S'_{ob}}{S_{ob}} \quad (2.10)$$

Untuk perbesaran sudut yang dihasilkan lensa okuler mirip dengan perbesaran sudut lup, yakni untuk pengamatan tanpa akomodasi :

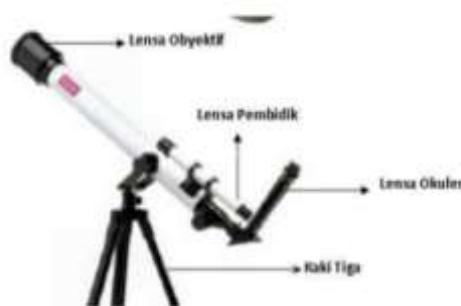
$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} \quad (2.11)$$

Dan untuk pengamatan dengan akomodasi maksimum :

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1 \quad (2.12)$$

e. Teropong

Teropong atau teleskop merupakan alat optik yang dipakai untuk melihat objek yang begitu jauh sehingga terlihat lebih dekat dan lebih jelas (Kanginan, 2006). Ada dua jenis teropong: teropong pembias dan teropong reflektif. Perbedaan keduanya terletak pada tujuannya. Lensa objektif teropong dibiaskan oleh lensa, yaitu lensa objektif, tetapi lensa objektif cermin teropong menggunakan cermin..



Gambar 2.15 Teropong dan Bagian-bagiannya

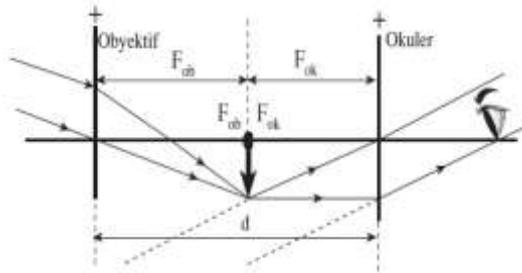
1) Teropong Bias

Dinamakan teropong bias dikarenakan lensa objektif digunakan sebagai lensa yang memiliki fungsi untuk membiaskan cahaya. Terdapat 4 macam Teropong yaitu:

a) Teropong Bintang/ Astronomi

Teropong bintang dan teropong astronomi merupakan instrumen optik yang memungkinkan untuk mengamati benda langit seperti bintang, satelit, dan planet secara lebih detail. Ada banyak jenis teropong / teleskop astronomi, dan jenis pembiasan yang paling umum terdiri dari dua lensa fokus yang ditempatkan di kedua ujung tabung panjang. Lensa yang paling dekat dengan benda disebut lensa objektif dan menghasilkan bayangan sebenarnya dari benda yang sangat jauh dari bidang fokus (atau dekat jika benda tidak berada pada jarak tak terhingga). Bayangan ini lebih kecil dari benda aslinya, tetapi sangat dekat dengan lensa okuler, lensa kedua yang membentuk sudut lebih lebar dan bertindak sebagai

kaca pembesar. Oleh karena itu, lensa mata memperbesar gambar yang dihasilkan oleh lensa objektif untuk menghasilkan gambar kedua yang sangat diperbesar yang memiliki sifat maya serta terbalik.



Gambar 2.16 Pembentukan bayangan pada teropong bintang

Jika mata yang melihat rileks, okuler disetel sehingga bayangan berada pada tak hingga. Kemudian bayangan nyata berada pada titik fokus dari okuler, dan jarak antara lensa-lensa adalah $f_{ob} + f_{ok}$ untuk benda pada tak hingga (Giancoli, 2001). Obyek yang diamati oleh teropong sangat jauh sehingga $S_{ok} = \infty$. Jika benda dari jarak tak hingga maka bayangan yang

dibentuk oleh lensa cembung tepa di titik fokus lensa. Sehingga $S'_{ob} = f_{ob}$. Jarak antar lensa merupakan jumlah dari jarak bayangan objektif (S'_{ob}) dengan jarak benda lensa okuler (S_{ok}). Sehingga jarak antar lensa/ panjang teropong (d) yaitu $S'_{ob} = S_{ok}$. Karena mata dalam keadaan rileks (tanpa akomodasi) maka $S_{ob} = f_{ok}$ sedangkan $S'_{ob} = f_{ob}$ maka:

$$d = S'_{ob} + S_{ok} = f_{ob} + f_{ok} \quad (2.13)$$

Pada keadaan berakomodasi maksimum, jarak bayangan yang dibentuk oleh lensa okuler (S'_{ok}) sama dengan titik dekat mata (S_n). Untuk mendapatkan perbesaran total dari teropong ini, sudut yang dibentuk benda oleh mata biasa merupakan sudut θ yang dibentuk oleh objektif teropong sebesar $\theta \approx \frac{h}{f_{ob}}$, dimana h adalah tinggi bayangan lensa objektif dan anggap θ kecil sehingga

$\tan \theta = \theta. \theta' \approx \frac{h}{f_{ok}}$. Daya perbesaran total (perbesaran angular) teropong yaitu:

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{\frac{h}{f_{ok}}}{\frac{h}{f_{ob}}} = -\frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (2.14)$$

Keterangan:

d = panjang teropong (cm)

M = perbesaran teropong

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

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

S_{ok} = jarak bayangan objektif ke lensa okuler

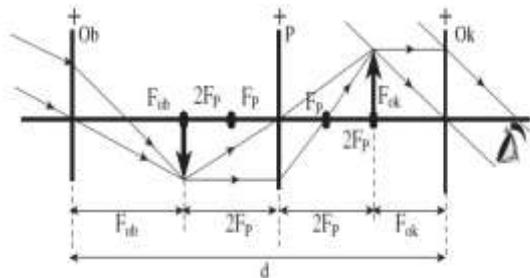
S_n = jarak baca normal = 25 cm

Tanda minus dipakai untuk memperlihatkan bayangan terbalik. M adalah perbesaran total teropong. Untuk memperoleh perbesaran yang lebih tinggi, lensa objektif harus mempunyai panjang fokus yang panjang dan lensa okuler harus mempunyai panjang fokus yang pendek.

b) Teropong Bumi (Terrestrial)

Teropong bumi merupakan alat optik yang dipakai untuk melihat benda di bumi yang jaraknya begitu jauh dari

pengamat, sehingga dapat dilihat lebih dekat jelas. Teropong bumi memakai lensa cembung ketiga yang disisipkan di antara lensa objektif dan lensa okuler untuk memperoleh bayangan akhir yang tegak lurus dengan objek aslinya. Lensa cembung ketiga ini dikatakan sebagai lensa lensa pembalik.



Gambar 2.17 pembentukan bayangan pada teropong bumi

Panjang teropong

$$d = f_{ob} + 4f_p + f_{ok} \quad (2.15)$$

Perbesaran teropong

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \quad (2.16)$$

c) Teropong Panggung

Teropong panggung atau teropong Galileo memakai sebuah lensa cembung

untuk objektif serta sebuah lensa cekung untuk okuler.

Panjang teropong

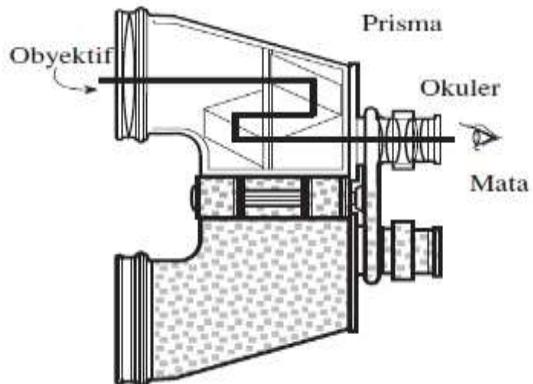
$$d = f_{ob} + f_{ok} \quad (2.17)$$

Perbesaran teropong

$$M = \left| \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \right| \quad (2.18)$$

d) Teropong Prisma

Teropong prisma sama dengan teropong bumi, akan tetapi lensa pembalik diganti dengan dua buah prisma optik sehingga teropong ini tidak terlalu panjang. Sehingga teropong prisma lebih pendek seperti gambar di bawah ini.

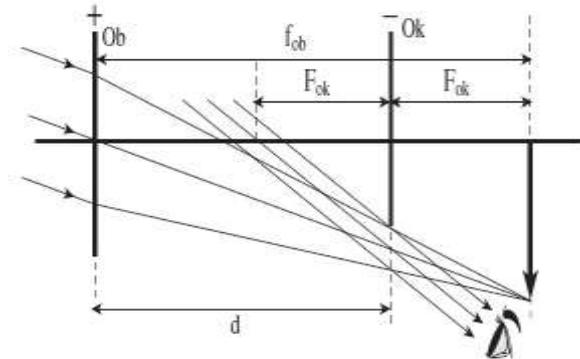


Gambar 2.18 Teropong prisma (teropong binokuler)

2) Teropong Pantul

Teropong pantul memiliki susunan lebih dari satu cermin serta lensa. Teropong jenis ini memanfaatkan cermin cekung besar untuk objektif sehingga memantulkan cahaya, cermin datar kecil yang diletakkan kedepan sedikit dari titik fokus cermin cekung F , dan sebuah lensa cembung yang memiliki fungsi untuk okuler.

Untuk menggambarkan pembentukan bayangan teropong tersebut seperti di bawah ini.



Gambar 2.19 Pembentukan bayangan pada teropong panggung

Panjang teropong

$$d = f_{ob} + f_{ok} \quad (2.19)$$

Perbesaran teropong

$$M = \left| \frac{f_{ob}}{f_{ok}} \right| \quad (2.20)$$

Sifat bayangan : maya, tegak dan diperbesar

B. Penelitian Penelitian yang Relevan

Ada beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengembangan media pembelajaran fisika berbasis Augmented Reality yaitu:

- 1) Penelitian David Pérez-López dan Manuel Contero (2013) yang memiliki judul “Delivering Educational Multimedia Contents Through an Augmented Reality Application: A Case Study on Its Impact on Knowledge Acquisition and Retention”. Penelitian ini menghasilkan suatu penjelasan bahwa media pembelajaran AR bisa membuat siswa berperan aktif dalam proses pembelajaran, meskipun dalam pembelajaran tradisional. Media pembelajaran AR memberikan ruang lingkup baru yang membuat siswa dapat melihat objek dari semua sisi, tidak seperti pada objek buku 2D pada buku pelajaran mereka (Pérez-lópez & Contero, 2013).
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Herawati affandi dan Iwan Permana Suwarna (2014), yang memiliki judul “Pengaruh Media pembelajaran Berbasis Augmented

Reality Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X pada Konsep Dinamika Partikel”. Hasil dari penelitian tersebut menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh media pembelajaran berbasis Augmented Reality terhadap hasil belajar siswa kelas X pada konsep dinamika partikel. Rata-rata hasil belajar siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Siswa kelas eksperimen lebih unggul pada jenjang kognitif (C1-C4). Daya dukung media Augmented Reality pada proses pembelajaran ada pada kategori baik sekali (83,24%) (Affandi et al., 2017).

- 3) Skripsi Maulana Fitria Ningsih. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah (2015) Jakarta yang berjudul “Pengaruh Media pembelajaran Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Konsep Gelombang”. Skripsi tersebut membahas tentang (1) Media Pembelajaran *Augmented Reality* mempengaruhi hasil belajar siswa pada konsep gelombang. Bisa dilihat bahwa nilai t_{hitung} lebih besar dari nilai t_{tabel} . Selain itu, rata-rata hasil belajar siswa dengan media pembelajaran *augmented reality* lebih tinggi dibandingkan rata-rata hasil belajar siswa tanpa media pembelajaran augmented reality. Hasil belajar siswa pada kelompok tes juga sangat baik pada

hampir semua tingkat kognitif yang diukur. (2) Hasil penelitian memperlihatkan bahwa pembelajaran dengan media pembelajaran *augmented reality* sangat dihargai dalam kategori ini (Ningsih, 2015).

- 4) Penelitian yang dilakukan oleh Laily Riska Dewi dan Mita Anggaryani (2020) yang berjudul “Pembuatan Media pembelajaran Fisika dengan Augmented Reality Berbasis Android pada Materi Alat Optik”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa Pembuatan Media pembelajaran Fisika dengan *Augmented Reality* Berbasis Android pada Materi Alat Optik adalah layak untuk diterapkan ketika proses pembelajaran yang ditinjau dari kevalidan, dan keefektifan media tersebut. Hasil validasi media pembelajaran memperoleh nilai presentase 95,5% dengan kriteria sangat valid. Sedangkan hasil yang diperoleh pada pengisian angket respon siswa presentasinya adalah 98,5% dengan kriteria sangat baik dan hasil presentase pada tes pemahaman diperoleh 64% dengan kriteria baik (Dewi & Anggaryani, 2020).
- 5) Penelitian yang dilakukan oleh Wisnu Nandyansah dan Nadi Suprpto (2019) yang berjudul “Pengembangan Media pembelajaran Berbasis

Augmented Reality untuk Melatihkan Ketrampilan Berpikir Abstrak pada Materi Model Atom”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk melatih ketrampilan berpikir abstrak layak untuk digunakan (Nandyansah & Suprpto, 2019).

- 6) Penelitian yang dilakukan oleh Asep Mahpudin dan Evan Farhan Wahyu Puadi (2018) yang berjudul “Rancang Bangun *Augmented Reality* (AR) Berbasis Android untuk Pengembangan Media pembelajaran Fisika”. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan pembelajaran dengan menggunakan media berpengaruh terhadap kemampuan pemahaman siswa (Mahpudin & Puadi, 2018).

C. Kerangka Berpikir

Fisika merupakan mata pelajaran yang menyajikan fenomena alam. Kejadian alam yang ditampilkan bisa merupakan kejadian alam yang nyata atau tidak jelas (abstrak), berdasarkan objek yang begitu kecil hingga objek yang begitu besar. Fenomena-fenomena abstrak yang ada di dalam mata pelajaran fisika, membuat guru harus bisa memvisualisasikannya, dimensi yang terlalu kecil ataupun terlalu besar yang menyebabkan munculnya kesulitan dalam melakukan praktek/

pengalaman langsung seperti pada materi alat optik. Akibatnya sebagian besar siswa sulit memahaminya.

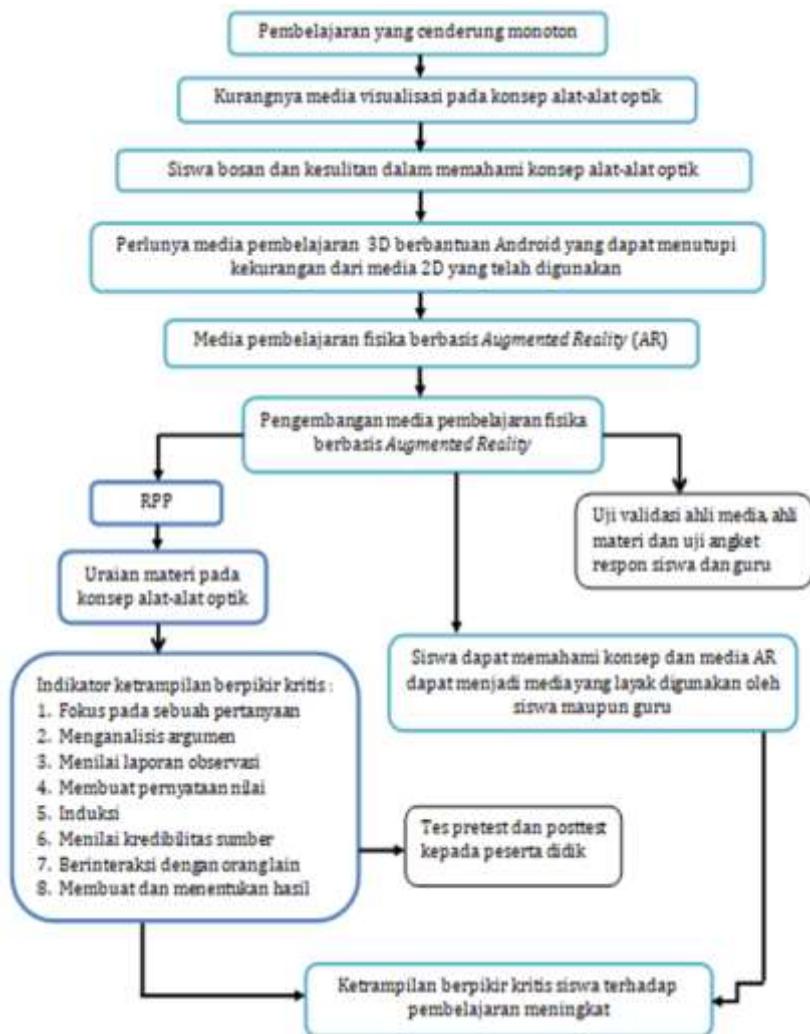
Pemikiran kritis siswa sangat diperlukan dalam dunia fisika, karena sebagai calon fisikawan peserta didik harus berlatih dalam pemecahan masalah, serta membandingkan konsep satu dengan konsep lainnya sehingga menghasilkan sesuatu hal yang baru. Pada dasarnya pembelajaran adalah komunikasi yang terjadi antara guru dengan siswa. Terjadinya proses komunikasi yang baik, melibatkan siswa ikut berperan serta dalam keberlangsungan proses pembelajaran. Tetapi pada proses komunikasi yang terjadi tidak selalu berjalan dengan lancar, dan proses komunikasi yang kurang baik dapat menimbulkan salah pengertian ataupun salah konsep. Untuk mencapai proses komunikasi yang efisien, dibutuhkan alat bantu media yang dapat memberikan cara alternatif pembelajaran bagi siswa, supaya dapat memahami konsep-konsep yang telah diajarkan.

Salah satu bentuk media yang bisa dimanfaatkan sebagai alat bantu pada proses pembelajaran adalah media visual. Permasalahan visualisasi disebabkan oleh media pembelajaran berbantuan komputer yang hanya mengacu pada media 2D, walaupun media berbantuan komputer 3D sudah berkembang. Media 2D ini memiliki

banyak kekurangan dibandingkan media 3D. Permasalahan inilah yang menyebabkan materi alat optik yang sulit untuk divisualisasikan.

Masalah media visualisasi yang menggunakan 3D, dapat dibuat menggunakan teknologi Augmented Reality (AR) yang telah banyak dimanfaatkan pada pendidikan. Media AR yang telah digunakan dapat memberikan peningkatan terhadap hasil ketrampilan berpikir kritis siswa serta dapat diterima oleh siswa. Media AR ini perlu dikembangkan untuk disempurnakan menjadi media yang bisa menjadikan siswa mengerti materi alat-alat optik, selain itu media ini bisa menjadi media pembelajaran yang valid .

Gambar dibawah ini bisa menjelaskan kerangka berpikir di atas, yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.20 Diagram Kerangka berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Dari penjabaran penelitian teori serta kerangka berpikir tersebut, peneliti mendapatkan pertanyaan pada pengembangan ini yaitu:

1. Apakah produk yang dapat mengembangkan media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* dapat menjadi media pembelajaran visualisasi 3D yang layak digunakan?
2. Bagaimana pengaruh pengembangan media pembelajaran fisika berbasis *Augmented reality* pada ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMA/MA?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Menurut Sugiyono, metode penelitian yang digunakan untuk memperoleh suatu produk tertentu serta menguji keefektifan produk tertentu merupakan jenis penelitian pengembangan (Research & Development). Melalui penelitian pengembangan, peneliti melakukan usaha untuk memaparkan atau menjelaskan suatu produk yang efektif dipakai pada pembelajaran. Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan produk media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian yang bersifat kebutuhan, yaitu kebutuhan para siswa SMA/MA dalam kemajuan teknologi zaman sekarang.

Jenis penelitian ini menggunakan model pengembangan dari Dick dan Carry yaitu model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*) (Mulyatiningsih, 2011). Model ADDIE memakai 5 tahap pengembangan, yakni:

1. *Analysis*, adalah melakukan analisis kebutuhan. Mengidentifikasi masalah atau produk yang banyak diminati sesuai dengan sasaran serta pemikiran

tentang produk yang akan dikembangkan sesuai kebutuhan.

2. *Design*, tahap desain yaitu proses penggambaran konsep dalam suatu produk yang akan digunakan dalam mengembangkan produk tersebut.
3. *Development*, pengembangan ialah proses menjadikan desain tadi menjadi kenyataan.
4. *Implementation*, implementasi adalah pengujian sebuah produk sebagai cara untuk menerapkan produk yang sedang dibuat.
5. *Evaluation*, yaitu proses untuk mengetahui sebuah produk yang di ujikan antara berhasil atau tidak.

B. Prosedur Pengembangan

Proses penelitian ini memakai model pengembangan Dick and Carry oleh ADDIE yakni model pengembangan yang terdiri dari lima fase: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Namun pada penelitian ini dibatasi hanya sampai tahap implementasi saja. Peneliti memodifikasi model pengembangan sesuai dengan kebutuhan.

Prosedur penelitian “pengembangan media pembelajaran fisika berbasis Augmented Reality untuk meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI

SMA/ MA” dilakukan oleh peneliti ditunjukkan pada bagan berikut :



Gambar 3.1 Diagram tahap pengembangan

1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis merupakan proses pengumpulan informasi yang dapat digunakan sebagai bahan pembuatan suatu produk. Dalam hal ini produk yang dihasilkan yaitu media pembelajaran Fisika berbasis *augmented reality*. Pengumpulan informasi ini berupa analisis kebutuhan, analisis materi pembelajaran, dan analisis lingkungan.

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan memiliki tujuan untuk melakukan identifikasi produk yang memiliki kesamaan dengan sasaran yang diinginkan.

b. Analisis Materi Pembelajaran

Analisis materi pembelajaran terdiri dari penentuan materi pembelajaran yang dicocokkan dengan kurikulum yang digunakan disekolah dan kebutuhan siswa. Dalam penelitian ini peneliti mendapatkan permasalahan dari studi literatur dalam proses pembelajaran pada materi alat optik, hal tersebut membuat peneliti memilih materi alat optik pada kurikulum 2013 untuk dijadikan materi ajar dalam pengembangan sebuah produk.

c. Analisis Lingkungan

Analisis lingkungan dilaksanakan untuk melakukan identifikasi lingkungan belajar serta strategi penyampaian pada suatu pembelajaran.

2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain dilaksanakan untuk memudahkan peneliti saat merancang sebuah media pembelajaran yang akan di buat. Tahapan desain terdiri dari kriteria pengumpulan data, bagan alur (*flowchart*) serta sketsa (*storyboard*).

a. Pengumpulan Data

Proses pembuatan media diperlukan tahap pengumpulan data yang dibutuhkan dalam media tersebut. Kebutuhan data mencakup materi yang sudah diidentifikasi selama fase analisis dan soal-soal latihan sesuai dengan materi.

b. *Flowchart*

Flowchart merupakan diagram yang terdiri dari macam-macam simbol yang memperlihatkan langkah maupun alur suatu program. Alur kerja dari sistem yang dibuat ditampilkan menggunakan *flowchart* untuk memudahkan proses pembuatan media pembelajaran.

c. *Storyboard*

Storyboard adalah sketsa gambar yang disusun berurutan sesuai dengan alur cerita, memungkinkan peneliti untuk menyampaikan ide cerita dan menjelaskan desain rancangan sumber media pembelajaran yang dibuat akan lebih mudah.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pengembangan aplikasi merupakan tahap merealisasikan apa yang telah dikomersialkan pada tahap desain. Hasil akhir dari tahap ini adalah produk yang diuji. Pada tahap pengembangan ini dilakukan validasi produk untuk menilai apakah desain produk media pembelajaran fisika berbasis *augmented reality* tergolong media pembelajaran yang efektif dan efisien. Verifikasi ini disebut verifikasi rasional karena merupakan evaluasi yang didasarkan pada pemikiran rasional daripada fakta di lapangan. Tahap verifikasi awal desain produk melibatkan tim ahli yang terdiri dari ahli materi dan ahli media.

Ahli materi menganalisis dan meninjau bahan yang diurutkan sesuai dengan tujuan pembelajarannya. Sedangkan ahli media menganalisis dan mengevaluasi pilihan kata sesuai

dengan karakteristik kelompok sasaran, daya tarik media, komunikasi visual, dan gambaran besar. Saat validasi pertama telah dilakukan, maka validasi kembali dilakukan apabila terdapat saran ataupun kritikan dari para ahli untuk mengetahui baik atau tidaknya suatu media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality*.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Desain produk yang telah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, kemudian akan mendapatkan hasil yang bisa diketahui apa saja kelemahan dan kekurangan dari media tersebut. Tahap ini dilaksanakan apabila hasil dari uji ahli telah memenuhi kriteria yang baik. Tahap implementasi ialah tahap uji coba pada *users* yakni guru fisika menjadi praktisi pembelajaran serta siswa kelas XI MIPA I MAN Demak dalam uji coba kelompok kecil yaitu sebanyak 30 orang. Pada tahap ini peneliti tidak sampai pada uji coba kelompok besar, dikarenakan kendala adanya pembelajaran secara daring, serta terbatasnya komunikasi kepada siswa.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Desain uji coba ini dilakukan untuk pengujian produk yang dikembangkan hingga menjadikan suatu produk yang dapat digunakan untuk diujicobakan. Pada tahap pertama produk media pembelajaran fisika berbasis AR pada materi alat-alat optik yang telah dibuat, selanjutnya dilakukan uji validitas oleh 1 orang ahli media dan 1 orang ahli materi. Uji validitas ahli menggunakan instrumen angket untuk menentukan validitas instrumen.

Instrumen yang telah direvisi pada tahap uji ahli selanjutnya memasuki tahap kedua yaitu uji coba kelompok kecil kepada 15 siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak serta 1 Guru fisika MAN Demak. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui respon siswa dan guru serta keefektifan media pembelajaran terhadap peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa. Setelah itu untuk menentukan peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa, peneliti menggunakan instrumen tes kepada siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak. Sebelum melakukan tes kepada peserta didik, peneliti melakukan validasi soal pretest dan posttest oleh dosen fisika UIN Walisongo

Semarang. Setelah melalui tahap tersebut, peneliti dapat mengumpulkan data yang diperoleh untuk analisis data.

2. Subjek Coba

a. Populasi dan sampel

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelas 11 MA dari MAN Demak. Subjek uji coba ini terdiri dari ahli media, ahli materi, siswa dan guru fisika kelas 11 MAN Demak. Alasan peneliti memilih sekolah tersebut karena sudah menggunakan kurikulum 2013 dan banyak siswa yang sudah memiliki *smartphone* berbasis Andorid. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak. Sampel dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Purposive sampling merupakan salah satu metode penetapan responden untuk dijadikan sampel berdasarkan pada kriteria-kriteria tertentu. (Siregar, 2011). *Purposive sampling* menunjukkan bahwa teknik ini digunakan untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu.

b. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti berbentuk

apa saja untuk dipelajari, sehingga dapat memperoleh tentang apa yang diteliti kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009). Variabel dalam penelitian ini adalah :

- 1) Variabel bebas (variabel independen) adalah variabel yang dapat mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya bahkan timbulnya variabel terikat (dependen) (Sugiyono, 2016). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality*.
- 2) Variabel terikat (variabel dependen) adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2016). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Metode Wawancara

Wawancara yang dipakai menggunakan pedoman wawancara terstruktur dengan pertanyaan terbuka. Wawancara tersebut dipakai ketika survei lapangan pada penelitian

pendahuluan untuk mendapatkan data awal dari guru mata pelajaran fisika kelas XI MAN Demak mengenai penggunaan media pembelajaran yang dapat mendukung guru dalam menerapkan konsep fisika yang membutuhkan media visualisasi, sebagaimana tertulis pada Lampiran 9.

b. Metode Angket

Angket digunakan untuk menganalisis kelayakan penggunaan media pembelajaran berbasis Augmented Reality untuk meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa SMA/MA, terdapat dua jenis angket yang digunakan, yaitu angket penelitian ahli, dan angket respon siswa dan guru.

1) Angket penelitian ahli

Angket adalah metode pengumpulan data yang menyajikan dan menjawab serangkaian pertanyaan atau penjelasan tertulis kepada responden. Angket uji ahli ini digunakan saat uji validitas ahli. Penilaian validitas produk ini terdiri dari dua aspek yaitu aspek media dan aspek materi. Para ahli dapat memberikan komentar dan saran, jika

merasa ada yang harus diperbaiki dari suatu indikator.

2) Angket respon siswa dan guru

Angket respon siswa dan guru bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon siswa dan guru terhadap penggunaan media pembelajaran berbasis *augmented reality* yang dikembangkan, jika digunakan dalam proses pembelajaran yang bertujuan agar memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa.

c. Metode Tes

Tes adalah alat atau prosedur yang digunakan untuk menemukan atau mengukur sesuatu dengan cara yang telah ditentukan, menurut aturan (Arikunto, 2012). Tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah pre-test dan post-test dengan tes pilihan ganda. Pemberian soal ini merupakan salah satu kriteria yang dapat menunjukkan kemampuan berpikir kritis siswa terhadap media yang dikembangkan.

d. Metode Observasi

Observasi merupakan aktivitas memperhatikan suatu objek dengan seluruh alat

inderanya. Observasi sebagai alat akuisisi data banyak digunakan untuk menilai proses perilaku atau perkembangan aktivitas yang dapat diamati dalam situasi dunia nyata (Arikunto, 2010). Selama pembelajaran, observasi dilakukan oleh peneliti untuk mencapai hasil yang diinginkan.

4. Teknik Analisis Data

Data yang diambil dalam penelitian ini berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif adalah data yang berupa angka atau nominal, sedangkan data kualitatif ialah data yang disajikan dengan kata-kata maupun simbol (Sugiyono, 2013).

a. Analisis Data Kualitatif

Tujuan analisis data kualitatif ialah untuk mendapatkan makna dengan memahami, menghasilkan konsep, dan mengembangkan hipotesis atau teori baru. Analisis data kualitatif adalah proses menemukan dan mengedit data secara sistematis dari wawancara, catatan lapangan, dan sumber lain untuk memudahkan pemahaman dan berbagi. Dalam penelitian ini diperoleh data berupa catatan lapangan penelitian saat melakukan observasi berkenaan dengan media pembelajaran berbasis *Augmented*

Reality serta berupa masukan ketika wawancara dengan guru fisika.

b. Analisis Data Kuantitatif

Analisis kuantitatif diperoleh melalui angket validator ahli media, ahli materi, respon guru mata pelajaran fisika, respon peserta didik, serta hasil pretest dan posttest peserta didik. Uraian data kuantitatif sebagai berikut :

1) Analisis Data Hasil Angket Penilaian Ahli

Data berupa skor penilaian setiap indikator dengan 5 kriteria penilaian yang dilakukan oleh para ahli pada lembar penilaian kualitas media pembelajaran . Penilaian ahli menggunakan skala *likert* 1-5 disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Skala Penilaian media pembelajaran 5 kriteria

Kriteria	Skor
Sangat baik	5
Baik	4
Sedang	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas media pembelajaran dengan langkah sebagai berikut :

- a) Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan persamaan :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

Keterangan :

\bar{X} : Skor rata-rata penilaian oleh ahli

$\sum X$: Jumlah skor yang diperoleh ahli

N : Jumlah pertanyaan

- b) Mengubah skor rata-rata yang diperoleh menjadi data kualitatif. Kategori kualitatif ditentukan terlebih dahulu dengan mencari interval. Jarak antara jenjang kategori sangat layak (SL) hingga sangat kurang (TL) menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} & \text{jarak interval } (i) \\ & = \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} \\ & = \frac{5-1}{5} = 0,8 \quad (3.2) \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kategori penilaian media pembelajaran fisika berbasis Augmented Reality sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3.2 (Arikunto, 2012) :

Tabel 3.2 kriteria penilaian media pembelajaran

Skor rata-rata (\bar{X})	Kategori
$4,20 < \bar{X} \leq 5,00$	Sangat Layak
$3,40 < \bar{X} \leq 4,20$	Layak
$2,60 < \bar{X} \leq 3,40$	Sedang
$1,80 < \bar{X} \leq 2,60$	Kurang Layak
$1,00 < \bar{X} \leq 1,80$	Tidak Layak

- c) Menghitung perhitungan presentase kelayakan dengan persamaan sebagai berikut :

presentase kelayakan =

$$\frac{\text{skor empiris (hasil validasi dari validator)}}{\text{skor maksimal yang diharapkan}} \times 100\%$$

(3.3)

Setelah itu, skor (%) yang sudah dihasilkan dikonversikan dalam bentuk tabel kriteria (Akbar, 2013). Tabel kriterianya disajikan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Kevalidan Media pembelajaran

Kriteria Validasi	Tingkat Validasi
85,01% -100%	Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi
70,01% - 85%	Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil
50,01% - 70%	Kurang valid, disarankan tidak dipergunakan karena perlu revisi besar
1% - 50%	Tidak valid atau tidak boleh dipergunakan

2) Analisis Data Hasil Angket Respon

Angket atau kuosioner respon siswa dan guru memiliki tujuan untuk mencari tahu tanggapan mereka sekaligus sebagai dasar untuk mengetahui pengembangan media pembelajaran. Angket ini terdiri atas 5 jawaban dengan menggunakan skala *likert* dengan kategori penilaian pada Tabel 3.4. (sugiyono, 2009).

Tabel 3.4 Skala Penilaian Angket Respon

Kategori	Skor
Sangat setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang setuju (KS)	3
Tidak setuju (TS)	2
Sangat tidak setuju (STS)	1

Adapun langkah-langkah untuk mendapatkan hasil analisis angket respon siswa dan guru adalah sebagai berikut :

- a) Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan persamaan :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.4)$$

Keterangan :

\bar{X} : Skor rata-rata penilaian oleh ahli

$\sum X$: Jumlah skor yang diperoleh ahli

N : Jumlah pertanyaan

- b) Mengubah skor rata-rata yang diperoleh menjadi data kualitatif. Kategori kualitatif ditentukan terlebih dahulu dengan mencari interval. Jarak antara jenjang kategori sangat setuju (SS) hingga sangat tidak setuju (STS) menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} & \text{jarak interval } (i) \\ &= \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} \\ &= \frac{5-1}{5} = 0,8 \quad (3.5) \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kategori penilaian respon Guru dan siswa terhadap media

pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3.5 (Arikunto, 2012) :

Tabel 3.5 kriteria penilaian Respon Guru dan Siswa

Skor rata-rata (\bar{X})	Kategori
$4,20 < \bar{X} \leq 5,00$	Sangat baik
$3,40 < \bar{X} \leq 4,20$	Baik
$2,60 < \bar{X} \leq 3,40$	Sedang
$1,80 < \bar{X} \leq 2,60$	Kurang
$1,00 < \bar{X} \leq 1,80$	Sangat kurang

3) Analisis Data Hasil Tes

Data berupa nilai pretest dan posttest peserta didik digunakan untuk mengukur peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa pada media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*. Data dianalisis dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

a) Analisis Data Awal

i) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah kelas tersebut berdistribusi normal atau tidak. Rumus yang digunakan adalah uji Chi-Kuadrat :

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.6)$$

Keterangan :

X^2 : Chi Kuadrat

O_i : Frekuensi hasil pengamatan pada klasifikasi ke-i

E_i : Frekuensi yang diharapkan pada klasifikasi ke-i

Jika $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, maka populasi berdistribusi normal, dengan taraf signifikan 5% dan dk = k-1

b) Analisis Uji coba Instrumen

Analisis instrumen alat evaluasi perlu adanya percobaan terlebih dahulu untuk mengetahui apakah alat tersebut layak digunakan atau tidak. Untuk menguji kelayakan instrumen alat evaluasi digunakan beberapa persamaan sebagai berikut :

i) Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen. Suatu instrumen dapat dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan

dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat (Arikunto, 2012). Rumus yang digunakan untuk menguji validitas instrumen pada soal pilihan ganda adalah rumus *kolerasi point biserial* sebagai berikut :

$$r_{pbi} = \frac{M_p - M_t}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (3.7)$$

Keterangan :

r_{pbi} = koefisien korelasi biserial

M_p = rerata skor dari subjek yang menjawab benar bagi item yang dicari

M_t = rerata skor total semua responden

S_t = standar deviasi dari skor total semua responden

p = proporsi siswa yang menjawab benar

q = proporsi siswa yang menjawab salah

Nilai r yang didapat dalam perhitungan dibandingkan dengan r tabel. Soal dikatakan valid jika $r_{pbi} > r_{tabel}$.

Interpretasi mengenai besarnya koefisien korelasi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.6

Berikut : (Arikunto, 2012)

Tabel 3.6 Kategori Validitas

r_1	Kategori
0,81-1,00	Sangat Tinggi
0,61-0,80	Tinggi
0,41-0,60	Cukup
0,21-0,40	Rendah
0,00-0,20	Sangat Rendah

ii) Reliabilitas

Instrumen atau alat pengumpul data dikatakan reliabel manakala instrumen tes tersebut mempunyai taraf kepercayaan yang tinggi. Jika suatu tes dapat memberikan hasil yang konsisten, tes tersebut lebih dapat diandalkan. Oleh karena itu, konsep reliabilitas tes berkaitan dengan masalah yang menentukan hasil tes (Arikunto, 2012). Rumus yang dipakai untuk mengetahui ukuran reliabilitas suatu instrumen ialah dengan rumus KR-20 sebagai berikut:

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left\{ \frac{s_t^2 - \sum p_i q_i}{s_t^2} \right\} \quad (3.8)$$

Keterangan:

r_{11} = reliabilitas instrumen

k = banyaknya butir soal

p_i = proposi subjek (peserta tes) yang menjawab benar

q_i = proporsi subjek (peserta tes) yang menjawab salah ($1 - p_i$)

s_t^2 = varians total

Jika instrumen itu reliabel, maka dilihat kriteria penafisan indeks reliabilitasnya pada Tabel 3.7 Berikut :

Tabel 3.7 Kategori Reliabilitas Instrumen

r_{11}	Kategori
0,81-1,00	Sangat Tinggi
0,61-0,80	Tinggi
0,41-0,60	Cukup
0,21-0,40	Rendah
0,00-0,20	Sangat Rendah

iii) Taraf Kesukaran

Uji tingkat kesukaran sebuah soal memiliki tujuan untuk mencari tahu bobot soal yang tepat dengan kriteria perangkat soal yang diwajibkan pada pengukuran tingkat kesukaran. Taraf kesukaran butir soal dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{B}{JS} \quad (3.9)$$

(Arikunto, 2012)

P = taraf kesukaran

B = banyak siswa yang menjawab benar

JS = jumlah seluruh peserta tes

Klasifikasi tingkat kesukaran soal dapat menggunakan Tabel 3.8 Kriteria berikut:

Tabel 3.8 Kriteria Kesukaran

Interval P	Kategori
$0,00 \leq P < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq P < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq P < 1,00$	Mudah

iv) Daya Pembeda

Tujuan dari tes identifikasi ini adalah untuk mengetahui kemampuan siswa dalam membedakan siswa yang berkemampuan tinggi dan rendah melalui soal-soal. Daya pembeda butir soal dihitung menggunakan rumus:

$$D = PA - PB \text{ dimana } PA = \frac{BA}{JA}$$

$$\text{dan } PB = \frac{BB}{JB} \quad (3.10)$$

(Arikunto, 2012)

Keterangan :

D = daya pembeda

BA = banyaknya peserta kelompok atas yang menjawab benar

BB = banyaknya peserta kelompok bawah yang menjawab benar

JA = banyaknya peserta kelompok atas

JB = banyaknya peserta kelompok bawah

PA = proporsi peserta kelompok atas yang menjawab benar

PB = proporsi peserta kelompok bawah yang menjawab benar

Adapun kriteria yang dapat digunakan sebagai berikut :

Tabel 3.9 Kriteria daya beda

Interval D	Kategori
$0,00 \leq D < 0,20$	Jelek
$0,20 \leq D < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
$0,70 \leq D < 1,00$	Baik sekali

c) Analisis Uji Peningkatan Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa

Uji peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa hasil dihitung dengan menggunakan rumus gain, yaitu :

$$g = \frac{(\%S_{post} - \%S_{pre})}{100 - \%S_{pre}} \quad (3.11)$$

Keterangan :

S_{pre} = skor rata-rata *pre tes*

S_{post} = skor rata-rata *post test*

Untuk kategori *gain* peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa :

$(g) < 0,3$ = rendah

$0,3 \leq (g) < 0,7$ = sedang

$(g) \geq 0,7$ = tinggi

(Lestari & Yudhanegara, 2015)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil produk dari penelitian pengembangan ini yaitu media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada materi alat-alat optik untuk memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI SMA/MA. Media pembelajaran ini berbentuk seperti aplikasi yang bisa di download melalui android, aplikasi tersebut berbasis *Augmented Reality* yang dapat menghasilkan gambar 3D. Media pembelajaran dirancang sesuai dengan kurikulum 2013 revisi 2016 untuk memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa. Bentuk ketrampilan berpikir kritis diwujudkan dari aktivitas dan pertanyaan-pertanyaan yang mengkonstruksi peserta didik menganalisis permasalahan hingga menemukan solusi atau jawaban.

Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan pada penelitian ini mencakup tiga bagian, yaitu bagian pendahuluan, isi dan penutup. Desain basis media pembelajaran *Augmented Reality* yang dikembangkan terlihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Desain Media pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Materi Alat-alat Optik untuk Memberikan peningkatan terhadap Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa

Desain	Keterangan
Spesifikasi Produk	Ukuran aplikasi berukuran 231 MB; terdiri atas 6 menu yaitu petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, <i>AR scan</i> , materi, latihan soal dan pembahasan soal. Tersedia icon navigasi <i>next</i> dan <i>back</i> serta menu di setiap slide. Penggunaan aplikasi bisa dilakukan secara offline tanpa memerlukan internet untuk tersambung ke <i>smartphone</i>
Materi Bahasa Isi / konten	Alat-alat Optik Indonesia Terdapat cover dalam permulaan media serta 6 menu dalam media pembelajaran , yaitu petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, <i>AR scan</i> , materi pembelajaran, latihan soal serta pembahasan soal.

Secara garis besar, penjelasan deskripsi bagian-bagian basis media pembelajaran Augmented Reality sebagai berikut:

1. *Cover* Media pembelajaran

Cover aplikasi berisi logo UIN Walisongo Semarang, judul materi yang dipelajari serta nama *author* seperti Gambar 4.1



Gambar 4.1 Cover Media pembelajaran Berbasis Augmented Reality

2. Petunjuk Penggunaan Media pembelajaran

Bagian ini berisi panduan penggunaan Media pembelajaran yang dibuat secara sederhana sehingga mudah dipahami siswa.

3. Tujuan Pembelajaran

Penggambaran proses serta hasil belajar yang diharapkan bisa siswa capai yang memiliki kesesuaian pada kompetensi dasar merupakan tujuan pembelajaran.

4. AR Scan

Bagian ini terdapat scan yang dapat menscan objek gambar alat-alat optik, sehingga menghasilkan gambar 3D

5. Materi

Bagian ini berisi penjelasan materi mengenai alat optik yang dapat di pelajari oleh siswa.

6. Contoh Soal

Bagian ini berisi pertanyaan yang berfungsi sebagai stimulus berpikir kritis siswa terhadap materi yang dipelajari.

7. Pembahasan Soal

Bagian ini berisi kunci jawaban yang membahas secara rinci pertanyaan dari contoh soal, sehingga peserta didik dapat mempelajarinya.

B. Hasil Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui suatu produk apakah layak dipakai atau tidak sebelum dilakukannya penelitian ke peserta didik. Selain itu, uji coba produk juga melihat seberapa jauh sasaran serta tujuan dapat dicapai oleh produk yang dikembangkan. Uji coba produk dilakukan oleh ahli media dan ahli materi, yaitu sebagai berikut:

1. Hasil Uji Ahli Media

Uji Ahli Media dilaksanakan sebagai penilai kualitas produk yang dikembangkan. Yaitu, menggunakan Media Pembelajaran berbasis *augmented reality*, untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, dan untuk mengevaluasi serta meningkatkan produk yang dikembangkan oleh pengulas tes Ahli Media.

Validasi media pembelajaran berbasis *augmented reality* didasarkan pada rubrik penilaian yang dibuat terdapat pada Lampiran 2. Validator melakukan penilaian terhadap produk yang dikembangkan dengan lembar instrumen penilaian media pembelajaran yang meliputi tiga aspek, yakni, aspek komunikasi visual, aspek desain pembelajaran serta aspek rekayasa perangkat lunak yang ada pada Lampiran 3. Data hasil validasi ahli media dari media pembelajaran berbasis *augmented reality* materi alat-alat optik ditampilkan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Media

Dosen Ahli Media	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai	Σ	Rata-rata	%
Susilowati, M.Pd	Aspek rekayasa perangkat lunak	1	4	38	3,8	76%
		2	4			
		3	4			
		4	4			
		5	5			
		6	4			
		7	3			
		8	3			
		9	3			
		10	4			
	Aspek desain pembelajaran	11	5	31	3,875	77,5%
		12	4			
		13	4			
		14	5			
		15	4			
		16	3			
		17	3			

	18	3				
	19	4				
	20	4				
Aspek	21	5				
komunika	22	4	29	4,143	82,85	
si visual	23	4			%	
	24	4				
	25	4				
Σ		98				
Keseluruhan						
Rata-rata		3,92				
keseluruhan						
% Kelayakan		78,79%				
Kategori		Layak				

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan hasil data penilaian yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *augmented reality* memperoleh skor rata-rata sebesar 3,92 dengan presentase sebesar 78,79%, sehingga hasil itu masuk kedalam Kategori Layak (L) dengan kriteria cukup valid atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil.

2. Hasil Uji Ahli Materi

Uji ahli materi digunakan untuk memberikan penilaian mengenai tingkat validitas penyajian materi pada media pembelajaran yang dikembangkan. Validator melakukan penilaian materi pada media pembelajaran yang dikembangkan dengan lembar instrumen penilaian media pembelajaran yang

meliputi 2 aspek, yaitu aspek kelayakan isi dan aspek kelayakan penyajian pada Lampiran 3. Data hasil validasi ahli materi dari media pembelajaran berbasis *augmented reality* materi alat-alat optik ditampilkan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Materi

Dosen Ahli Materi	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai	Σ	Rata-rata	%
Irman Said Prasetyo, M.Sc	Aspek kelayakan isi	1	5	13	4,67	93,33
		2	4			
		3	5			
	Aspek kelayakan penyajian	4	4			
		5	4			
		6	5			
Σ Keseluruhan			27			
Rata-rata keseluruhan			4,5			
% Kelayakan Kategori			90%			
			Sangat Layak			

Berdasarkan hasil uji ahli materi dan sesudah dilakukannya perhitungan seperti pada Lampiran 3. memperoleh skor rata-rata 4,5 dengan persentase sebesar 90%, dan hasil itu masuk kedalam kategori

Sangat Layak (SL) dengan kriteria sangat valid atau dapat digunakan tanpa revisi.

Hasil dari uji validasi ahli media dan ahli materi mempunyai hasil yang berbeda, dimana hasil validasi ahli materi lebih tinggi daripada hasil validasi ahli media. Hasil persentase validasi ahli media sebesar 78,79% sedangkan hasil persentase validasi ahli materi sebesar 90%. Disini menunjukkan adanya perbedaan hasil validasi antara ahli media dan ahli materi. Berikut ini grafik perbandingan hasil validasi antara ahli media dan ahli materi.



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Validasi Ahli

C. Revisi Produk

Tujuan dari revisi produk supaya mendapatkan produk yang sesuai serta cocok pada apa yang dibutuhkan di lapangan. Tujuan penelitian ini bukan

hanya untuk memperoleh data kuantitatif berupa skor tetapi juga untuk memperoleh data kualitatif yakni saran serta masukan dari dosen ahli seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5. Berikut kritik dan saran validator ahli terkait produk media pembelajaran berbasis augmented reality materi alat-alat optik untuk memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa.

Tabel 4.4 Kritik dan Saran Validator Ahli Media terhadap Media pembelajaran Berbasis *Augmented Reality*

No	Jenis Kesalahan	Kritik dan Saran
1.	Konten materi dan soal belum ada keterkaitan dengan indikator ketrampilan berpikir kritis siswa, serta karakteristik soal dan redaksi soal hampir sama	Adanya perbaikan pada konten materi dan soal yang disajikan lebih dibuat redaksinya terkait dengan indikator ketrampilan berpikir kritis, di antaranya ialah: keterampilan induksi memberikan asumsi yang masuk akal; menghitung laporan observasi; menganalisis argumen; fokus pd sebuah pertanyaan; memutuskan suatu tindakan dan menentukan hasil pertimbangan. Seperti soal no 1 untuk mengukur indikator menentukan suatu tindakan dalam permasalahan, serta peserta didik menentukan hasil dari permasalahan tersebut. soal no 2 untuk mengukur indikator fokus pada sebuah pertanyaan. Namun, soal no 1 dan no 2 karakteristik soal dan redaksi soal hampir sama yaitu

sama-sama menghitung, soal no 1 menghitung kekuatan lensa dan soal no 2 menghitung berapa jauh letak benda terdekat. Sehingga konten materi maupun soal-soal yang disajikan, redaksinya dapat diubah sesuai indikator keterampilan berpikir kritis yang akan diukur.

Tabel 4.5 Kritik dan Saran Validator Ahli Materi terhadap Media pembelajaran Berbasis *Augmented Reality*

No	Jenis Kesalahan	Kritik dan Saran
1.	Ada beberapa gambar yang bergeser	Beberapa gambar bergeser (rusak) ketika dibuka menggunakan handphone sehingga materi menjadi tidak jelas
2.	Terdapat pengulangan slide pada materi	Terdapat pengulangan penjelasan materi (ada slide yang double)
3.	Terdapat pengulangan rumus serta ada yang kurang lengkap rumusnya	Penulisan rumus terulang serta materi kaca mata rumusnya kurang lengkap
4.	Cara penyajian soal tidak diseragamkan	Sebaiknya cara penyajian soal di seragamkan (ada soal yang menyebutkan "diketahui" dan "ditanya", akan tetapi tidak semua soal)

Kritik serta saran dari validator pada dasarnya merupakan suatu masukan konstruktif yang penting

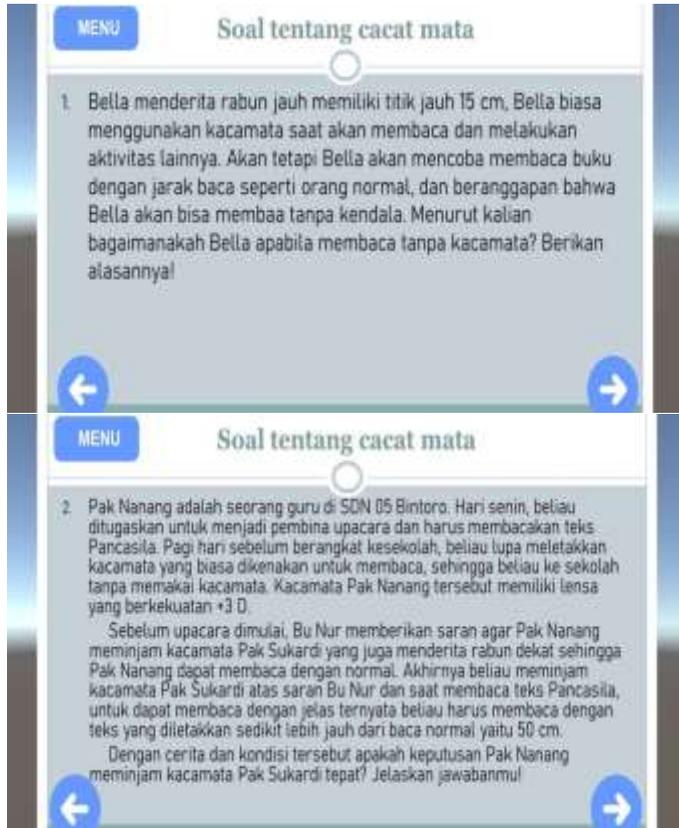
untuk pengembangan produk dan kemudian supaya menjadi lebih baik. Selanjutnya, kritik serta saran tersebut dimanfaatkan untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk yang dikembangkan demi tersusunnya media pembelajaran berbasis *augmented reality*.

1. Revisi Produk pada Latihan Soal

Tampilan baru latihan soal pada media pembelajaran yang dikembangkan sesuai saran dosen ahli seperti yang disebutkan pada Lampiran 3. Hasil revisi perbaikan yang benar dapat dilihat pada gambar 4.4.

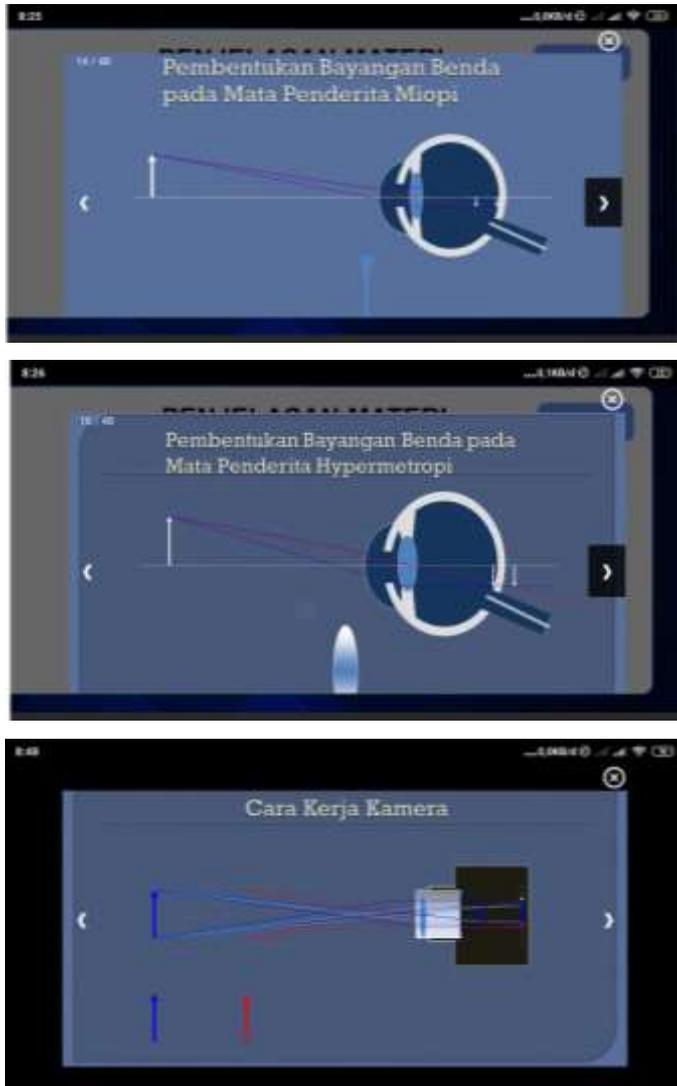


Gambar 4.3 Tampilan Latihan Soal Tentang Cacatmata
Sebelum direvisi

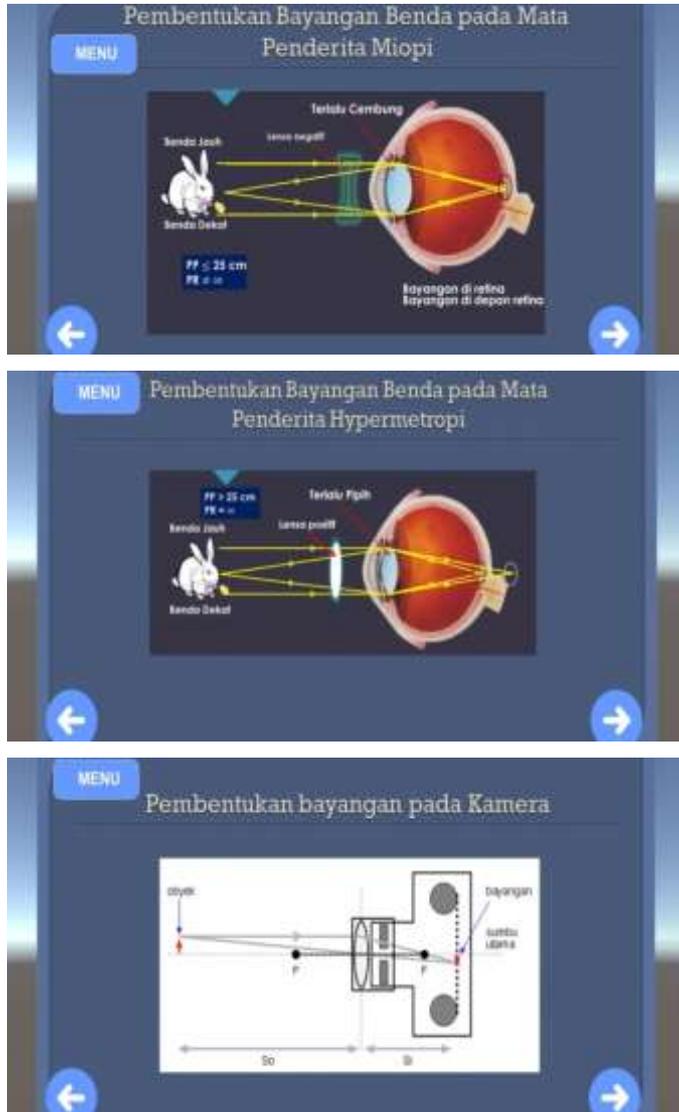


Gambar 4.4 Tampilan Latihan Soal Tentang Cacatmata
Setelah direvisi

2. Revisi produk pada Gambar didalam Materi

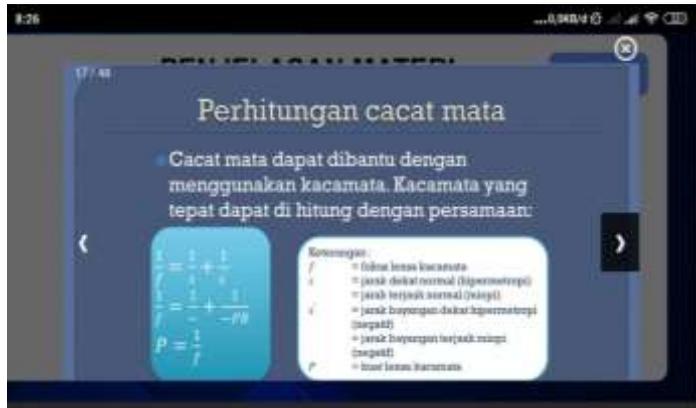


Gambar 4.5 Tampilan gambar didalam materi
Sebelum direvisi

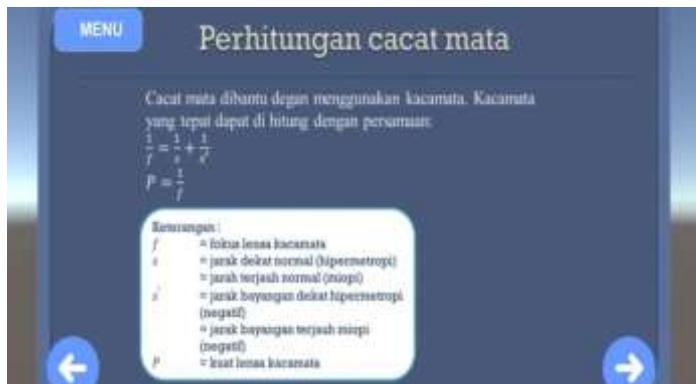


Gambar 4.6 Tampilan gambar di dalam materi
Setelah direvisi

3. Revisi Produk pada Rumus Materi yang Kurang Tepat

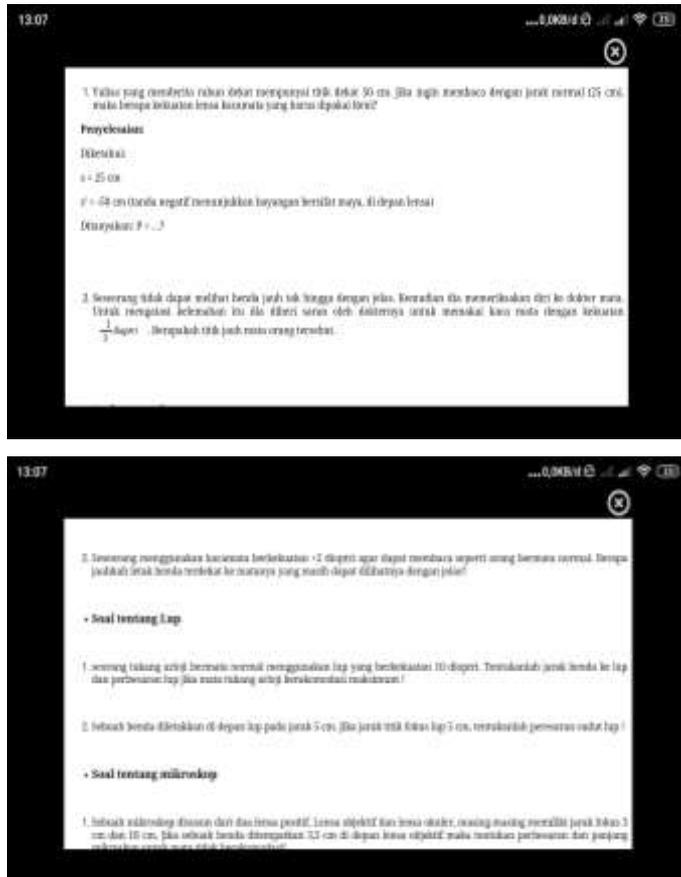


Gambar 4.7 Tampilan rumus di dalam materi
Sebelum direvisi



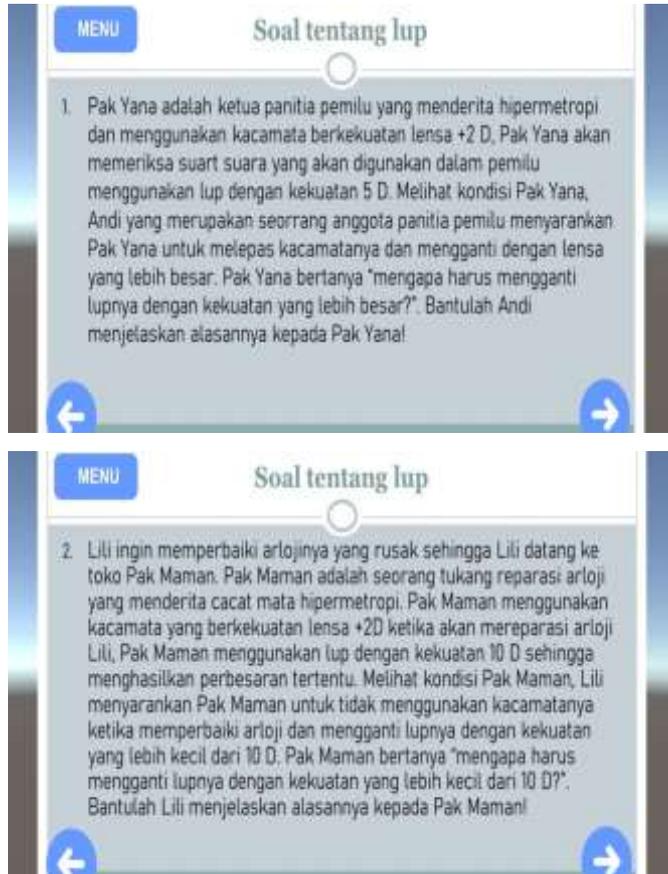
Gambar 4.8 Tampilan rumus di dalam materi
Setelah direvisi

4. Revisi Produk pada Penyajian Soal



Gambar 4.9 Tampilan penyajian soal

Sebelum direvisi



Gambar 4.10 Tampilan penyajian soal
Setelah direvisi

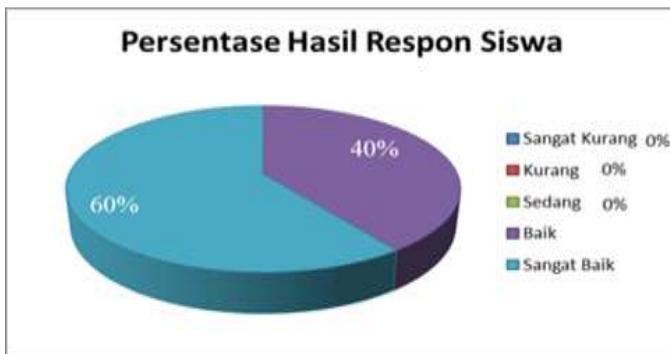
D. Hasil Uji Lapangan

Uji coba lapangan dilakukan ketika sesudah produk hasil dari dikembangkannya produk tersebut selesai divalidasi dosen ahli dan mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing. Uji lapangan dilakukan dengan Uji angket respon siswa dan guru serta uji soal test. Uji angket respon siswa serta guru dilakukan untuk mengetahui respons siswa dan guru terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*. Sementara uji soal test dilaksanakan untuk memperoleh pengetahuan dari tingkatan kemampuan berpikir kritis siswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.

1. Uji Angket Respon Siswa dan Guru

Sesudah mendapatkan kritik serta saran dari validator serta dilakukan perbaikan pada beberapa bagian dari media pembelajaran, selanjutnya dilakukan uji skala kecil ke 15 siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak dan 1 guru fisika MAN Demak. Uji coba skala kecil ini dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui respons siswa dan guru terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* sebagai aplikasi pembelajaran yang dapat mengakomodir ketrampilan berpikir kritis siswa. Grafik persentase keseluruhan hasil uji coba

skala kecil kepada lima belas siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak ditampilkan pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Diagram Persentase Hasil Respon Siswa

Berdasarkan hasil uji skala kecil dari lima belas siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak pada gambar 4.11, didapatkan hasil data yang menunjukkan basis media pembelajaran *Augmented Reality* sangat baik dimanfaatkan untuk aplikasi pembelajaran karena lebih dari 50% responden memberikan respons sangat baik terhadap basis media pembelajaran *Augmented Reality*. Rekapitulasi hasil respons siswa terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat dilihat pada Lampiran 6.

Selain itu, dilakukan uji respons Guru fisika terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*. Hasil respons guru terhadap media pembelajaran berbasis *Augmented*

Reality dapat dilihat pada Lampiran 7. Berdasarkan data hasil penilaian respons guru terhadap penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* sangat baik digunakan sebagai media pembelajaran karena didapatkan hasil rata-rata respons guru sebesar 4,27. Rekapitulasi hasil analisis secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7.

2. Uji Soal Test (Pretest dan Posttest)

Setelah diperoleh hasil respons siswa dan guru, selanjutnya peneliti mengujikan instrumen soal tes kepada tiga puluh siswa XI MIPA 1 MAN Demak. Soal tes yang sudah divalidasi oleh Dosen fisika UIN Walisongo dapat dilihat pada Lampiran 8. Dilakukannya soal tes untuk mengetahui adanya peningkatan dalam penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk memberikan peningkatan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Data nilai hasil uji coba instrumen soal tes dapat dilihat pada Lampiran 11.

Sebelum diberikan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, siswa diberi soal pretest untuk mengetahui kemampuan siswa sebelum dilakukan pembelajaran. Hasil rata-rata nilai pretest

siswa sebelum diberikan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat dilihat pada Tabel 4.6. Setelah diberikan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*, siswa diberikan soal posttest untuk mengetahui kemampuan siswa setelah dilakukan pembelajaran. Hasil rata-rata nilai posttest siswa setelah diberikan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Hasil rata-rata nilai pretest dan posttest serta kriteria ketuntasan minimal (KKM) yang harus dicapai oleh siswa.

No.	Jenis Soal	Rata-rata Nilai	KKM	Jumlah siswa yang tuntas	Jumlah siswa yang belum tuntas
1.	Pretest	66,67	78	9	21
2.	Posttest	80,5	78	19	11

E. Analisis Data dan Pembahasan

1. Analisis Data Awal

a. Uji Normalitas

Analisis data tahap awal ini digunakan uji normalitas untuk menentukan apakah kelas yang digunakan berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan data nilai pretest dan posttest. Terdapat 30 siswa pada satu kelas

eksperimen yang digunakan. Rumus yang digunakan adalah uji Chi-Kuadrat. Hasil uji normalitas nilai pretest dan posttest diperoleh X^2_{hitung} berturut-turut sebesar 1,738 dan 10,437 sedangkan $X^2_{tabel} = 11,070$ yang menunjukkan bahwa $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, sehingga data berdistribusi normal. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 13.

Tabel 4.7 Hasil Uji Normalitas

No.	Jenis Soal	X^2_{hitung}	X^2_{tabel}
1.	Pretest	1,738	11,070
2.	Posttest	10,437	11,070

2. Analisis Uji Coba Instrumen

a. Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk menilai apakah masing-masing butir soal yang disusun telah valid. Sebuah instrumen dapat dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan dan dapat mengungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat. Rumus yang digunakan untuk menguji validitas instrumen pada soal pilihan ganda adalah rumus *kolerasi point biserial*. Uji validitas pada instrumen soal dapat dikatakan valid apabila $r_{pbi} > r_{tabel}$, dan

diperoleh hasil uji validitas pada soal pretest dan posttest terdapat 4 buah soal yang tidak valid dari jumlah soal pretest 10 soal dan soal posttest 15 soal, dengan kategori cukup valid. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 4.8 Hasil Uji Validitas

No.	Jenis Soal	Jumlah Soal	Jumlah Soal Valid	Jumlah Soal yang Tidak Valid
1.	Pretest	10	6	4
2.	Posttest	15	11	4

b. Uji Reliabilitas

Instrumen atau alat pengumpul data dikatakan reliabel makala instrumen tes tersebut memiliki taraf kepercayaan yang tinggi. Uji reliabilitas digunakan untuk memastikan apakah instrumen penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data variabel penelitian dapat diandalkan atau tidak. Adapun rumus yang digunakan untuk mengukur reliabilitas pada soal pilihan ganda adalah menggunakan rumus KR-20. Uji reliabilitas pada instrumen soal tes dapat dikatakan reliable jika $r_{hitung} > r_{tabel}$, dan diperoleh hasil uji reliabilitas pada soal pretest dan posttest berturut-turut yaitu 0,42883 dan

0,51767. Dimana hasil tersebut lebih dari r_{tabel} yaitu 0,361, dengan kategori cukup reliable. Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 4.9 Hasil Uji Reliabilitas

No.	Jenis Soal	r_{hitung}	r_{tabel}
1.	Pretest	0,42883	0,361
2.	Posttest	0,51767	0,361

c. Taraf Kesukaran

Uji tingkat kesukaran butir soal memiliki tujuan untuk mencari tahu bobot soal yang cocok dengan kriteria perangkat soal yang diharuskan pada pengukuran tingkat kesukaran. Ada tiga kategori dalam taraf kesukaran yaitu mudah, sedang dan sukar. Hasil tingkat kesukaran pada soal pretest dan posttest dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 4.10 Hasil Uji Taraf Kesukaran

No.	Jenis Soal	Taraf kesukaran	Nomor Soal
1.	Pretest	Mudah	1, 2, 4, 6, 7, 10
		Sedang	3
		Sukar	5, 8, 9
2.	Posttest	Mudah	1, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15
		Sedang	4, 9, 12
		Sukar	2

d. Daya Pembeda

Tujuan daya pembeda adalah untuk mengenali kemampuan siswa, yaitu membedakan kemampuan tinggi dan rendah dengan mengajukan pertanyaan. Ada empat kategori dalam uji daya pembeda yaitu jelek, cukup, baik dan baik sekali. Hasil perhitungan uji daya pembeda dapat dilihat pada Lampiran 14.

Tabel 4.11 Hasil Daya Pembeda

No.	Jenis Soal	Daya Pembeda	Nomor Soal
1.	Pretest	Jelek	1, 2, 4, 5, 7, 8
		Cukup	6, 10
		Baik	3, 9
		Baik Sekali	-
2.	Posttest	Jelek	1, 3, 6, 8, 11, 13, 14
		Cukup	5, 7, 9, 10, 15
		Baik	2, 4, 12
		Baik Sekali	-

3. Analisis Uji Peningkatan Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa

Uji peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa dihitung dengan menggunakan rumus gain, yaitu sebagai berikut:

$$g = \frac{(\%S_{post} - \%S_{pre})}{100 - \%S_{pre}}$$

Uji gain memiliki tujuan untuk mengetahui peningkatan yang terjadi sebelum dan sesudah pada soal tes. Selisih antara nilai pretest dan posttest yang menentukan adanya peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Didapatkan hasil uji gain sebesar 0,415 dengan kategori sedang. Hasil analisis uji gain dapat dilihat pada Lampiran 12.

4. Pembahasan

Jenis penelitian yang dilakukan ini adalah Penelitian Pengembangan (*Research & Development*) yang memiliki tujuan untuk mendapatkan pengetahuan terkait valid tidaknya pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang dikembangkan peneliti, serta sebagai upaya untuk mendapatkan pengetahuan terkait tingkatan ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI MAN

Demak terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.

Produk yang dihasilkan dari pengembangan peneliti yaitu aplikasi media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* yang dapat digunakan di ponsel android supaya memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa kelas XI pada pembelajaran alat optik fisika. Media pembelajaran yang dikembangkan berisi scan gambar untuk menghasilkan gambar 3D tentang alat-alat optik seperti mata, kacamata, mikroskop, kamera, lup dan teropong. Media yang dikembangkan berbasis *Augmented Reality* untuk mempermudah siswa mempelajari materi alat-alat optik serta dapat melihat secara 3D dan lebih nyata dibandingkan hanya melalui gambar 2D. Media pembelajaran yang dikembangkan dilengkapi contoh soal yang bertujuan menstimulasi siswa agar dapat mengingat kembali materi yang sudah dipelajari untuk bisa diaplikasikan dalam bentuk soal, baik soal yang penyelesaiannya dengan cara menganalisis rumus maupun soal sebab akibat, sehingga secara tidak langsung siswa dapat menalar dan menemukan suatu jawaban penyelesaian dengan berpikir kritis.

Pertanyaan-pertanyaan pada menu contoh soal berupa soal uraian. Setiap sub bab materi terdapat 2 soal yang dapat dikerjakan oleh siswa sebagai latihan. Soal-soal yang terdapat pada menu contoh soal dibuat berdasarkan indikator berpikir kritis dengan level soal C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mengkreasikan). Selain itu terdapat menu pembahasan soal, dimana menu tersebut membahas pertanyaan dari contoh soal dan siswa bisa mendapatkan pengetahuan jawaban yang tepat serta benar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ramdliyani (2011) menunjukkan hasil bahwa ada pengaruh keterkaitan tes uraian terhadap kemampuan berpikir kritis, dengan koefisien determinasi yang didapatkan dari penelitiannya sebesar 47,6% (Ramdliyani, 2011).

Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* merupakan produk aplikasi pembelajaran hasil pengembangan dari UKBM atau unit kegiatan belajar mandiri siswa sebagai pengganti proses pembelajaran yang hanya berfokus di dalam kelas. Produk aplikasi pembelajaran hasil pengembangan dari UKBM ini didesain dalam bentuk mobile learning. Studi pendahuluan dilakukan peneliti

sebelum menghasilkan sebuah produk, untuk mengidentifikasi masalah dan solusi yang diberikan. Hasil observasi peneliti diperoleh bahwa media pembelajaran di MAN Demak yang berbantuan komputer masih menggunakan media pembelajaran dengan PPT dan *flashplayer*, sehingga diperlukan adanya pengembangan media pembelajaran yang tepat untuk menunjang proses pembelajaran .

Hasil penilaian dari dua dosen ahli media serta materi (validator) pada proses berkembangnya basis media pembelajaran *Augmented Reality* menyatakan bahwa produk hasil pengembangan ini layak digunakan sebagai media pembelajaran sebagaimana yang tertera pada Lampiran 3 dengan kriteria penilaian pada Lampiran 2. Perbaikan yang dianjurkan dari dosen ahli lebih banyak menekankan pada menu materi dan latihan soal, sehingga dilakukan beberapa kali revisi terhadap materi dan latihan soal. Dosen ahli media menyarankan agar pertanyaan-pertanyaan pada aplikasi diganti dengan soal yang dapat mengukur dan memberikan peningkatan terhadap berpikir kritis siswa. Sedangkan dosen ahli materi menyarankan gambar pada materi diganti karena banyak gambar yang

berubah dan rusak, sehingga sangat mempengaruhi pemahaman siswa terhadap materi yang ada di dalam media. Tujuan direvisinya pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* supaya produk yang dapat berkembang bukan hanya menjadi media pembelajaran tapi juga dapat digunakan sebagai sumber belajar yang dapat menganalisis bahkan memberikan peningkatan terhadap berpikir kritis siswa. Hasil validasi ahli materi lebih tinggi dibandingkan dengan hasil validasi ahli media, dikarenakan media yang dikembangkan masih sederhana, serta menu yang dapat diakses masih terbatas dan perlu adanya pengembangan yang lebih lanjut

Siswa harus melek terhadap informasi teknologi, khususnya penggunaan *mobile learning* supaya mampu mempersiapkan siswa dengan berbagai macam informasi, sehingga pemikiran, hubungan dan pandangan mereka menjadi lebih luas karena karakteristik teknologi yang melampaui batas. Wong Kung Fong, M (2013) dalam Ismail, dkk. (2016) juga mengatakan hal yang sama. Adanya teknologi seluler (*mobile learning*) berpotensi untuk

memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis karena siswa dapat mengembangkan pemahamannya dan melakukan pemecahan masalah tanpa kehadiran guru (Ismail, Harun, Md Salleh, & Megat Zakaria, 2016).

Hasil tanggapan responden terhadap angket respons siswa juga menyatakan setuju terkait penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk menunjang proses pembelajaran. Sebanyak 15 siswa menyatakan bahwa penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran dinilai sangat baik, sebagaimana ditampilkan pada Lampiran 6. Selain bersifat *fleksibel* (dapat diakses kapanpun), mudah dioperasikan, serta dapat digunakan dalam *mode offline* juga didukung dengan tampilan media yang menarik serta mudah digunakan, sehingga menunjukkan kategori sangat baik pada respons siswa. Hal ini sama dengan pendapat Hamalik dalam Handayani & Rahayu (2020) yaitu penggunaan sumber belajar yang tepat dalam proses pembelajaran dapat menarik perhatian siswa dan membangkitkan minat belajar siswa (Handayani & Rahayu, 2020).

Hasil tanggapan respons guru fisika MAN Demak merespons sangat baik dengan penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk menunjang proses pembelajaran. Sebagaimana ditampilkan pada Lampiran 7 hasil angket respons guru terhadap media yang dikembangkan. Hal tersebut memiliki kesesuaian pada penerapan kurikulum pembelajaran baru yang mengharuskan siswa belajar lebih mandiri menjadikan sumber belajar siswa menjadi salah satu hal yang penting dalam dunia pendidikan sebagaimana pendapat Nopriyanti (2015) yang menyatakan bahwa sumber belajar adalah suatu elemen terpenting dari proses pembelajaran karena mengandung informasi dan pesan pembelajaran (Nopriyanti & Sudira, 2015).

Soal pretest serta posttest merupakan alat yang dimanfaatkan untuk mengetahui peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa. Berupa soal pilihan ganda sebanyak 10 soal pretest dan 15 soal posttest yang kemudian diujikan kepada siswa kelas XI MIPA 1 MAN Demak. Untuk mengukur peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa pada media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dilakukan uji normalitas terlebih dahulu untuk menentukan

apakah kelas tersebut berdistribusi normal atau tidak. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan yaitu $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, maka populasi berdistribusi normal. Hasil perhitungan uji normalitas dapat dilihat pada Lampiran 13, sedangkan untuk mengetahui validitas, tingkat kesukaran, reliabilitas, daya pembeda serta taraf kesukaran pada soal pretest dan posttest dapat dilihat pada Lampiran 14. Berdasarkan hasil uji gain atau uji peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa di peroleh hasil sebanyak 0,415 dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada materi alat-alat optik kelas XI dapat memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa

Menurut Hwang, G, J.& Lai, C.l (2014) Pembelajaran melalui teknologi *mobile learning* telah diidentifikasi sebagai salah satu strategi yang mampu memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Hwang, Shi, & Chu, 2014). Teknologi *mobile learning* mampu memberikan peningkatan terhadap HOTS siswa dan salah satu ketrampilan dalam HOTS adalah ketrampilan berpikir kritis (Berge & Muilenburg,

2013). Adanya media pembelajaran berbasis Augmented Reality disambut baik siswa sebagai aplikasi pembelajaran dalam proses belajar yang mandiri, siswa lebih tertarik dengan proses pembelajaran berbantu aplikasi pembelajaran atau mobile learning yang fleksibel daripada konvensional. Hal ini diperkuat juga dengan pernyataan NCTM (National Council Of Teachers of Mathematics) bahwa peran penggunaan teknologi dalam pembelajaran eksak sangat esensial karena mempengaruhi materi yang diajarkan dan memberikan peningkatan terhadap kualitas belajar (NCTM, 2000).

F. Keterbatasan Penelitian

Pada penelitian ini peneliti sadar bahwa masih terdapat kendala serta hambatan. Hal itu bukan karena adanya faktor kesengajaan tetapi karena keterbatasan yang dimiliki peneliti. Peneliti ini mempunyai suatu keterbatasan yang bisa digunakan sebagai suatu pertimbangan untuk peneliti berikutnya supaya penelitian ini dapat memperoleh hasil yang lebih baik. Keterbatasan tersebut di antaranya ialah:

1. Jumlah responden hanya 15 peserta didik, serta soal test hanya diikuti oleh 30 peserta didik kelas XI. Tentu

hal ini masih kurang untuk menggambarkan keadaan sesungguhnya.

2. Materi dalam pengembangan media hanya terbatas, yaitu pelajaran alat optik fisika kelas IX, maka kedepannya perlu materi yang lebih luas dan lengkap.
3. Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian hanya mencakup pada satu sekolah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kualitas media pembelajaran berbasis Augmented Reality pada materi alat-alat optik untuk memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa berdasarkan validasi ahli materi mendapatkan presentase kelayakan 78,79% dengan skor rata-rata keseluruhan 3,92 atau masuk dalam kategori layak. Sedangkan berdasarkan validasi ahli materi mendapatkan presentase kelayakan 90% dengan skor rata-rata keseluruhan 4,5 atau masuk dalam kategori sangat layak.
2. Respons guru terhadap penggunaan media pembelajaran berbasis Augmented Reality pada materi alat-alat optik untuk memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa berada pada kategori sangat baik dengan hasil rata-rata yang diperoleh 4,27.
3. Respons siswa terhadap penggunaan media pembelajaran berbasis Augmented Reality pada materi alat-alat optik untuk memberikan peningkatan

terhadap ketrampilan berpikir kritis siswa berada pada kategori sangat baik dengan hasil rata-rata yang diperoleh 4,28.

4. Media pembelajaran fisika berbasis *Augmented Reality* bisa memberikan peningkatan kepada ketrampilan berpikir kritis siswa, hal tersebut dibuktikan dengan hasil uji gains sebesar 0,415 yang berkriteria peningkatan sedang.

B. Saran

Pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* ini masih sederhana, karena fasilitas atau menu yang dapat diakses masih terbatas serta gambar 3D yang dihasilkan masih global atau secara umumnya belum diperlihatkan secara mendetail, sehingga menghasilkan media pembelajaran yang masih sederhana. Perlu adanya pengembangan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* pada materi fisika lainnya, sehingga tidak hanya dibatasi pada materi alat-alat optik. Selain itu media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* supaya dilakukan percobaan pada sekolah-sekolah yang berbeda agar mendapatkan pengetahuan tentang tingkatan efektivitas dalam rentang yang lebih luas. Penambahan konten-konten yang lebih menarik, penambahan slide untuk menu yang lain dan

penggunaan bahasa yang lebih komunikatif, serta perbaikan soal-soal evaluasi yang lebih dapat memberikan peningkatan terhadap ketrampilan berpikir kritis juga perlu untuk memperbaiki kualitas produk pengembangan, sehingga tidak hanya dapat digunakan sebagai media penunjang proses pembelajaran saja, namun juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang dapat menstimulasi dan melatih ketrampilan berpikir kritis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adami, F. Z., & Budihartanti, C. (2016). Peneraan Teknologi Augmented Reality pada Media pembelajaran Sistem Pencernaan Berbasis Android. *Teknik Komputer AMIK BSI*, 2(8), 122–131.
- Affandi, H., Suwarna, I. P., & Hertanti, E. (2017). *Pengaruh Media pembelajaran Berbasis Augmented Reality Terhadap Belajar Siswa Kelas X pada Konsep Dinamika*. (June 2014). <https://doi.org/10.15408/tjems.v1i1.1111>
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Rosdakarya.
- Amrullah, S. N. K. (2015). *Pengembangan Media pembelajaran Online Berbasis Scractch pada Pokok Bahasan Getaran*. Semarang: Skripsi : FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arsyad, A. (2014). *Media pembelajaran* . Jakarta: Raja Gafindo Persada.
- Arsyad, A. (2015). *Media pembelajaran* . Jakarta: Rajawali Press.
- Barudin, T. P. (2020). *Ayat Al-Qur'an tentang Berpikir Kritis*. Klaten: Cempaka Putih.
- Berge, Z. L., & Muilenburg, L. (2013). *Handbook of Edited by Foundations and Future*. Retrieved from International Women Online Journal of Distance Education website: <https://boooks.google.co.uk/books?hl=en&lr=&id=mW4XnKr9Hi0C&oi=fnd&pg=PP2&dq=m-learning+Crompton&ots=8gleNCvPrW&sig=2zrDz8RGlz x0ox11uCwdqh7uXrE>
- Daryanto. (2010). *Media pembelajaran* . Bandung: Satu Nusa.
- Denny, Y. R., Utami, I. S., Rohanah, S., & Mulyati, D. (2020). *The Development of Blended Learning Model using Edmodo to Train Student Critical Thinking Skills on*

- Impulse-Momentum Topic. Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 6(1), 113–120.
- Dewi, L. R., & Anggaryani, M. (2020). *Pembuatan Media pembelajaran Fisika dengan Augmented Reality Berbasis Android pada Materi Alat Optik. Inovasi Pendidikan Fisika*, 09(03), 369–376.
- Ennis, R. H. (1996). *The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Disposition and Abilities*. University of Illinois.
- Ennis, R. H. (2015). *The Nature of Critical Thinking: Outlines of General Critical Thinking Dispositions and Abilities*. 2013.
- Falahudin, I. (2014). *Pemanfaatan Media dalam Pembelajaran. Jurnal Lingkar Widyaaiswara*, (4), 104–117.
- Fisher, A. (2008). *Berpikir Kritis : Sebuah Pengantar Critical Thinking : an introduction*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, D. C. (2001). *Fisika Edisi ke 5 jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Hafi, N. N., & Supardiyono. (2018). Pengembangan Buku Saku Fisika dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android pada Materi Pemanasan Global. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 07(02), 306–310.
- Handayani, D., & Rahayu, D. (2020). Pengembangan Media pembelajaran Interaktif Berbasis Android Menggunakan Ispring dan APK Builder. *Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(1), 12–25.
- Hwang, G. J., Shi, Y. R., & Chu, H. C. (2014). A Concept Map Approach to Developing Collaborative Mindtools for Context-Aware Ubiquitous Learning. Retrieved from British Journal of Educational Technology website: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2010.01102.x>
- Indrawaty, Y., Ichwan, M., & Putra, W. (2013). Media pembelajaran Interaktif Pengenalan Anatomi Manusia Menggunakan Metode Augmented Reality (AR). *Jurnal Informatika*, 4(2).
- Iqliya, J. N., & Kustijono, R. (2019). *Keefektifan media augmented reality untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa*. 19–25.

- Ismail, N. S., Harun, J., Md Salleh, S., & Megat Zakaria, M. A. Z. (2016). Supporting Students Critical Thinking With a Mobile Learning Environment: a Meta-Analysis, INTED2016 Proceedigs. Retrieved from <https://doi.org/10.21125/inted.2016.1899>
- Kanginan, M. (2006). *Fisika 1b untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Kustandi, C., & Sutjipto, B. (2011). *Media pembelajaran Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Lazuardy, S. (2012). Augmented Reality : Masa Depan Interaktivitas. Retrieved February 5, 2021, from kompas.com website: <http://tekno.kompas.com/read/2012/04/09/12354384/Augmented.Reality.Masa.Depan.Interaktivitas>
- Lestari, E. ., & Yudhanegara, R. . (2015). *Penelitian Pendidikan Matematika*. Bandung: PT Refika Aditama.
- Mahpudin, A., & Puadi, E. F. W. (2018). Rancang Bangun Augmented Reality (AR) Berbasis Android untuk Pengembangan Media pembelajaran Fisika. *Seminar Nasional Edusaintek*, 550–560.
- Martono, K. T. (2011). Augmented Reality Sebagai Metafora Baru dalam Teknologi Interaksi Manusia dan Komputer. *Jurnal Sistem Komputer*, 1(2), 60–64.
- Meilani, G. R. (2018). *Membangun Aplikasi Augmented Reality dengan Unity*. Surabaya: Garuda Mas Sejahtera.
- Mulyatiningsih, E. (2011). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Yogyakarta: Alfabeta.
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan Augmented Realityy Sebagai Media pembelajaran . *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 13(2), 174–183.
- Nandyansah, W., & Suprpto, N. (2019). Pengembangan Media pembelajaran Berbasis Augmented Reality untuk Melatihkan Ketrampilan Berpikir Abstrak pada Materi Model Atom. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 756–760.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: The National Council of Teachers of

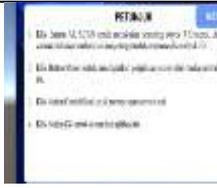
- Mathematics, Inc.
- Ningsih, M. F. (2015). *Pengaruh Media pembelajaran Augmented Reality Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Konsep Gelombang*.
- Nopriyanti, & Sudira, P. (2015). Pengembangan Multimedia pembelajaran Interaktif Kompetensi Dasar Pasangan Sitem Penerangan dan Writing Kelistrikan di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 5(2).
- Nurazizah, S., Sinaga, P., & Jauhari, A. (2017). Profil Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3, 197–202.
- Pérez-lópez, D., & Contero, M. (2013). Delivering Educational Multimedia Contents Through An Augmented Reality Application : A Case Study On Its Impact On Knowledge Acquisition And Retention. *Journal of Educational Technology*, 12(4), 19–28.
- Priyono, A., Hardyanto, W., & Akhlis, I. (2018). Pengembangan Media pembelajaran BARY (Board ' s Augmented Reality) pada Pokok Bahasan Elektrostatika. *Unnes Physics Education Journal*, 7(3).
- Rahayau, C. A. P., & Kristanto, A. (2017). *Pengembangan Media Augmented Reality Pada Mata Pelajaran Fisika Materi Alat Optik Kelas X Multimedia Di SMK Negeri 12 Surabaya*. (2010), 1–5.
- Ramdliyani, L. (2011). Pengaruh Tes Uraian (Essay) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis pada Pokok Bahasan Garis Singgung Lingkaran. Retrieved from <http://repository.syekhnurjati.ac.id/id/eprint/926>
- Rusydiah, E. . (2014). *Media pembelajaran* . Surabaya: UIN Sunan Ampel Press.
- Sadiman, A. S. (2014). *Media Pendidikan : Pengertian, Pengembangan dan Pemanfaatannya*. Jakarta: PT Rajawali Grafindo Persada.
- Siregar, S. (2011). *Statistika Deskriptif untuk Penelitian*.

- Jakarta: Rajawali Press.
- Smaldino, S. E. (2014). *Teknologi Pembelajaran dan Media untuk Belajar*. Jakarta: Kencana Prenada Media Media Group.
- Smith, G., & Atchison, D. A. (1997). *The Eye and Visual Optical Instruments*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Soedjono, S. (2007). *Pot-Pourri Fotografi*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Sugihartono, Fathiyah, K. N., Harahap, F., Setiawati, F. A., & Nurhayati, S. R. (2013). *Psikologi Pendidikan* (2nd ed.). Yogyakarta: UNY Press.
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surya, H. (2011). *Strategi Jitu Mencapai Kesuksesan Belajar*. Jakarta: Gramedia.
- Suwarna, I. P. (2010). *Optik*. Bogor: CV Duta Grafika.
- Tipler, A. P. (1996). *Fisika Untuk Sains dan Teknik jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Wahono, R. S. (2006). Artikel: Aspek dan Kriteria Penilaian Pembelajaran. Retrieved April 14, 2021, from <http://romisatriawahono.net/2006/06/21/aspek-dan-kriteria-penilaian-media-pembelajaran>
- Wang, W.-C. (2011). *Engineering Optics*. Hsinchu: Department of Power Mechanical Engineering National Tsinghua University.
- Zaidah, N. (2016). Produksi Media 3 Dimensi. Retrieved February 1, 2021, from <https://www.slideshare.net/NizaZaid/media-tiga-dimensi-60366590>
- Zemansky, M. W. (1987). *Fisika untuk Universitas 3 : Optika, Fisika Modern*. Bandung: Binacipta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Produk Media Pembelajaran Fisika Berbasis *Augmented Reality* untuk Meningkatkan Ketrampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA

N o.	Menu	Gambar AR	Hasil AR
1.	 <p>Cover Produk</p>	 <p>MATA</p>	 <p>MATA</p>
2.	 <p>Isi Menu</p>	 <p>KACA MATA</p>	 <p>KACA MATA</p>
3.	 <p>Petunjuk Penggunaan</p>	 <p>MIKROSKOP</p>	 <p>MIKROSKOP</p>
4.	 <p>Tujuan</p>	 <p>TEROPONG</p>	 <p>TEROPONG</p>

	Pembelajaran		
5.			

No	Materi	Latihan Soal	Pembahasan Soal
1.	Cacat mata		
2.	Mikroskop		
3.	Lup		

			
<p>4.</p>	<p>Kamera</p>		
<p>5.</p>	<p>Teropong</p>		

LAMPIRAN 2

Rubrik Penilaian Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Kriteria Penilaian	Skor
1.	Rekayasa Perangkat Lunak	Efisiensi penggunaan produk ditinjau dari segi waktu	1: penggunaan produk dapat meningkatkan pembelajaran 2: penggunaan produk dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja 3: penggunaan produk tidak memerlukan waktu yang banyak 4: penggunaan produk sangat cepat digunakan	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
2		Efektivitas (aplikasi	1: aplikasi dapat	5: jika semua kriteria

		dapat merespon dengan cepat)	merespon dengan cepat 2: aplikasi tidak menunggu respon yang sangat lama 3: aplikasi dapat merepon dengan baik sesuai penggunaan 4: aplikasi dapat merespon dengan lancar tanpa hambatan	terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
3.		Reliable ((kehandalan program aplikasi berbasis AR dalam menunjang pembelajaran peserta didik)	1: kehandalan program aplikasi sangat baik menunjang motivasi peserta didik 2: aplikasi dapat menunjang pembelajaran peserta didik di kelas	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi

			3:aplikasi dapat meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa 4: aplikasi dapat memahami peserta didik terhadap materi	
4.		Maintainable (kemudahan dalam pemeliharaan aplikasi)	1:pemeliharaan aplikasi sangat mudah 2: aplikasi mudah untuk di update 3: tidak memerlukan biaya yang mahal untuk pemeliharaan aplikasi 4: tidak membutuhkan banyak tenaga dalam pemeliharaan aplikasi	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
5.		Usability	1: aplikasi	5: jika semua

		(kemudahan penggunaan aplikasi sebagai media pembelajaran)	sangat mudah digunakan 2: aplikasi dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan 3: tidak memerlukan kecanggihan yang tinggi dalam penggunaan aplikasi 4: aplikasi sangat mudah di pelajari dalam kalangan siswa SMA/MA	kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
6.		Ketepatan pemilihan jenis software untuk pengembangan	1: pemilihan jenis software yang tepat untuk di kembangkan 2: pemilihan jenis software yang mudah digunakan	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi

			3: tidak terlalu rumit dalam pemilihan pengembangan jenis software 4: pemilihan jenis software sesuai kebutuhan yang digunakan	1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
7.		Compatibility (dapat diinstalasi/dijalankan di beberapa OS Android)	1: dapat diinstalasi oleh 5 macam OS Android 2: dapat diinstalasi oleh 4 macam OS Android 3: dapat diinstalasi oleh 3 macam OS Android 4: dapat diinstalasi oleh 2 macam OS Android 5: dapat diinstalasi	5: jika poin 1 kriteria terpenuhi 4: jika poin 2 kriteria yang terpenuhi 3: jika poin 3 kriteria yang terpenuhi 2: jika poin 4 kriteria yang terpenuhi 1: jika poin 5 kriteria terpenuhi

			oleh 1 macam OS Android	
8.		Pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi (penginstalan tidak membutuhkan waktu yang lama)	1: penginstalan aplikasi tidak membutuhkan waktu yang lama 2: penginstalan aplikasi yang sangat mudah tanpa dipandu 3: program media pembelajaran yang mudah dalam eksekusi 4: peginstalan aplikasi yang tidak rumit	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
9.		Dokumentasi program media pembelajaran yang meliputi petunjuk	1: petunjuk penggunaan media pembelajaran dapat dipahami dengan	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2

		<p>penggunaan media pembelajaran dapat dipahami</p>	<p>mudah oleh peserta didik 2: terdapat petunjuk penggunaan media yang sesuai dengan kebutuhan program media 3: kalimat yang digunakan singkat dan jelas 4: bahasa dalam petunjuk penggunaan komunikatif</p>	<p>kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi</p>
10		<p>Reusable (sebagian atau seluruh program media dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembankan media pembelajaran lain)</p>	<p>1: sebagian atau seluruh program media dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembankan media pembelajaran lain 2: program media pada AR dapat</p>	<p>5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak</p>

			<p>dikembangkan lagi sesuai kebutuhan dalam pembelajaran</p> <p>3: program media yang dikembangkan tidak dimanfaatkan hanya satu kali</p> <p>4: program media pada latihan soal dapat dikembangkan menjadi media pembelajaran yang interaktif</p>	terpenuhi
11	Aspek Desain Pembelajaran	Relevansi tujuan pembelajaran dengan KD/ Kurikulum	<p>1: tujuan pembelajaran tidak sesuai dengan KD/ Kurikulum</p> <p>2: hanya ada 1-2 tujuan pembelajaran yang sesuai dengan KD/</p>	<p>5: jika poin 5 kriteria terpenuhi</p> <p>4: jika poin 4 kriteria yang terpenuhi</p> <p>3: jika poin 3 kriteria yang terpenuhi</p> <p>2: jika poin 2 kriteria yang terpenuhi</p>

			<p>Kurikulum 3: terdapat 3-4 tujuan pembelajaran yang sesuai dengan KD/ Kurikulum 4: terdapat 5-6 tujuan pembelajaran yang sesuai dengan KD/ Kurikulum 5: semua tujuan pembelajaran sesuai dengan KD/ Kurikulum</p>	1: jika poin 1 kriteria terpenuhi
12	.	Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran	<p>1: cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran yang terdapat di dalam media tidak terpenuhi 2: hanya ada 1-2 cakupan dan kedalaman tujuan</p>	<p>5: jika poin 5 kriteria terpenuhi 4: jika poin 4 kriteria yang terpenuhi 3: jika poin 3 kriteria yang terpenuhi 2: jika poin 2 kriteria yang terpenuhi 1: jika poin 1 kriteria terpenuhi</p>

			<p>pembelajaran</p> <p>3: terdapat 3-4 cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran</p> <p>4: terdapat 5-6 cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran</p> <p>5: cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran yang terdapat di dalam media lengkap</p>	
13		Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran	<p>1: penggunaan strategi pembelajaran yang tepat</p> <p>2: penggunaan strategi pembelajaran yang</p>	<p>5: jika semua kriteria terpenuhi</p> <p>4: jika 3 kriteria yang terpenuhi</p> <p>3: jika 2 kriteria yang terpenuhi</p> <p>2: jika satu</p>

			<p>sesuai dengan perkembangan teknologi</p> <p>3: Penggunaan strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa</p> <p>4: penggunaan strategi pembelajaran yang tidak monoton</p>	<p>kriteria yang terpenuhi</p> <p>1: jika semua kriteria tidak terpenuhi</p>
14		<p>Interaktivitas (kemampuan pengguna untuk berinteraksi dengan media pembelajaran berbasis AR)</p>	<p>1: pengguna mampu berinteraksi secara langsung dengan media pembelajaran</p> <p>2: pengguna mampu menggunakan secara benar dengan</p>	<p>5: jika semua kriteria terpenuhi</p> <p>4: jika 3 kriteria yang terpenuhi</p> <p>3: jika 2 kriteria yang terpenuhi</p> <p>2: jika satu kriteria yang terpenuhi</p> <p>1: jika semua kriteria tidak terpenuhi</p>

			media pembelajaran 3: pengguna paham dalam penggunaan media secara baik dan benar 4: tidak terjadi missskomunikasi antara pengguna dengan media pembelajaran yang dikembangkan	
15	.	Media pembelajaran dapat memberikan kesan kontekstual dan aktual	1: isi materi pada media pembelajaran dapat tersampaikan dengan jelas kepada peserta didik 2: peserta didik dapat termotivasi dengan pengembangan media	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi

			<p>pembelajaran 3: contoh soal pada media pembelajaran dapat melatih kemampuan peserta didik terhadap pemahaman materi alat-alat optik 4: media pembelajaran berbasis AR dapat meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa</p>	
16	.	Media sebagai pelengkap dan bahan bantuan pembelajaran yang berkualitas	<p>1: media sebagai bantuan pembelajaran yang berkualitas 2: media pembelajaran yang mampu menunjang pembelajaran</p>	<p>5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi</p>

			<p>n di kelas</p> <p>3: media pembelajaran sebagai penunjang keterbatasan alat di Sekolah</p> <p>4: media pembelajaran sebagai pelengkap media pembelajaran yang sudah ada</p>	<p>1: jika semua kriteria tidak terpenuhi</p>
17		<p>Konsistensi evaluasi dengan tujuan pembelajaran</p>	<p>1: seluruh tujuan pembelajaran belum memiliki alat evaluasi yang tepat untuk menentukan tercapainya tujuan pembelajaran</p> <p>2: hanya ada 1-2 tujuan pembelajaran yang sudah memiliki alat evaluasi</p>	<p>5: jika poin 5 kriteria terpenuhi</p> <p>4: jika poin 4 kriteria yang terpenuhi</p> <p>3: jika poin 3 kriteria yang terpenuhi</p> <p>2: jika poin 2 kriteria yang terpenuhi</p> <p>1: jika poin 1 kriteria terpenuhi</p>

			<p>yang tepat untuk menentukan tercapainya tujuan pembelajaran</p> <p>3: terdapat 3-4 tujuan pembelajaran yang sudah memiliki alat evaluasi yang tepat untuk menentukan tercapainya tujuan pembelajaran</p> <p>4: terdapat 5-6 tujuan pembelajaran yang sudah memiliki alat evaluasi yang tepat untuk menentukan tercapainya tujuan pembelajaran</p> <p>5: seluruh</p>	
--	--	--	--	--

			tujuan pembelajaran sudah memiliki alat evaluasi yang tepat untuk menentukan tercapainya tujuan pembelajaran	
18	.	Ketepatan dan ketetapan alat evaluasi	1: alat evaluasi yang valid 2: alat evaluasi yang reliable (dapat dipercaya) 3: alat evaluasi yang tidak membutuhkan biaya yang mahal serta waktu yang lama 4: alat evaluasi yang mudah dilaksanakan oleh peserta didik	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi

19 .	Aspek Komunikasi Visual	Komunikatif, bahasa yang digunakan sesuai dengan pesan dan dapat diterima/ sejalan dengan keinginan sasaran	1: bahasa yang digunakan sesuai EYD 2: bahasa yang digunakan dapat memahami peserta didik 3: komunikasi yang digunakan sesuai dengan pesan dan dapat diterima 4: bahasanya tidak berbelit	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
20 .		Kreatif dalam ide berikut penguasaan gagasan dalam media pembelajaran	1: gagasan dalam media pembelajaran sangat menarik 2: ide gagasan dalam media pembelajaran kreatif	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi

			3: penguangan gagasan media pembelajaran yang belum banyak digunakan 4: ide gagasan dalam media pembelajaran dapat digunakan dengan baik	1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
21		Media yang digunakan sederhana dan mampu memikat motivasi belajar peserta didik	1: media yang digunakan sederhana 2: media yang digunakan mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik 3: peserta didik tidak merasa bosan dengan media yang	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi

			digunakan 4: media yang digunakan dapat memahamkan siswa dengan materi yang diajarkan	
22	.	Representasi model 3D terhadap objek yang sebenarnya	1: siswa mampu melihat dengan jelas model 3D 2: model 3D yang dihasilkan sesuai dengan objek yang sebenarnya 3: siswa paham dengan media model 3D sesuai dengan objek yang sebenarnya 4: model 3D yang dihasilkan dapat ditangkap	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi

			oleh indera penglihatan tanpa bantuan alat lain	
23		Ukuran dan tampilan model 3D dapat terlihat dari beberapa sudut pandang	1: ukuran model 3D dapat terlihat dengan jelas 2: tampilan model 3D dapat terlihat dari beberapa sudut pandang 3: model 3D yang dihasilkan menarik 4: tampilan model 3D dapat digunakan sebagai media pembelajaran	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
24		Komposisi warna pada marker sesuai dan marker dapat menampilkan	1: komposisi warna pada marker sesuai yang diinginkan 2: marker dapat	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2

		n objek yang diinginkan	menampilkan objek yang diinginkan 3: gambar marker bisa terlihat jelas 4: marker memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi	kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi
25	.	Layout interactive (icon navigasi yang digunakan sesuai dengan kebutuhan)	1: icon navigasi yang digunakan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan 2: icon navigasi mudah digunakan 3: icon navigasi sangat menarik 4: icon navigasi yang digunakan terlihat dengan jelas	5: jika semua kriteria terpenuhi 4: jika 3 kriteria yang terpenuhi 3: jika 2 kriteria yang terpenuhi 2: jika satu kriteria yang terpenuhi 1: jika semua kriteria tidak terpenuhi

Rubrik Penilaian Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator	Kriteria Penilaian	Skor
1.	Kelengkapan Isi	Kesesuaian materi dengan KI, KD dan tujuan pembelajaran	1. Mata 2. Kacamata (cacat mata) 3. Kamera 4. Lup 5. Mikroskop 6. Teropong	5: jika semua materi memenuhi 4: jika 4-5 materi terpenuhi 3: jika 2-3 materi yang terpenuhi 2: jika 1-2 materi yang terpenuhi 1: jika semua materi tidak memenuhi
2.		Cakupan dan kedalaman materi	1. Mata 2. Kacamata (cacat mata) 3. Kamera 4. Lup 5. Mikroskop 6. Teropong	5: jika semua materi memenuhi 4: jika 4-5 materi terpenuhi 3: jika 2-3 materi yang terpenuhi 2: jika 1-2 materi yang terpenuhi 1: jika semua materi tidak memenuhi

3.		Kesesuaian materi pada gambar 3D dan animasi dengan teori yang ada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mata 2. Kacamata (cacat mata) 3. Kamera 4. Lup 5. Mikroskop 6. Teropong 	<p>5: jika semua materi memenuhi</p> <p>4: jika 4-5 materi terpenuhi</p> <p>3: jika 2-3 materi yang terpenuhi</p> <p>2: jika 1-2 materi yang terpenuhi</p> <p>1: jika semua materi tidak memenuhi</p>
4.	Kelayakan Penyajian	Ketepatan penyajian (materi disusun secara sistematis, runtut, alur logika jelas)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mata 2. Kacamata (cacat mata) 3. Kamera 4. Lup 5. Mikroskop 6. Teropong 	<p>5: jika semua materi memenuhi</p> <p>4: jika 4-5 materi terpenuhi</p> <p>3: jika 2-3 materi yang terpenuhi</p> <p>2: jika 1-2 materi yang terpenuhi</p> <p>1: jika semua materi tidak memenuhi</p>

5.		Kejelasan soal latihan pada setiap materi alat optik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kacamata (cacatmata) 2. Kamera 3. Lup 4. Mikroskop 5. Teropong 	5: jika semua materi terpenuhi 4: jika 4 materi terpenuhi 3: jika 3 materi terpenuhi 2: jika 2 materi terpenuhi 1: jika 1 materi terpenuhi
6.		Ketepatan jawaban latihan pada setiap materi alat optik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kacamata (cacatmata) 2. Kamera 3. Lup 4. Mikroskop 5. Teropong 	5: jika semua materi terpenuhi 4: jika 4 materi terpenuhi 3: jika 3 materi terpenuhi 2: jika 2 materi terpenuhi 1: jika 1 materi terpenuhi

LAMPIRAN 3

Lembar Validasi Ahli Media

Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* (Ar)

Pada Materi Alat-Alat Optik

Nama Ahli : Susilawati, M.Pd
 Asal Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Judul : PENGEMBANGAN MEDIA
 PEMBELAJARAN BERBASIS
AUGMENTED REALITY UNTUK
 MENINGKATKAN KETRAMPILAN
 BERPIKIR KRITIS SISWAKELAS XI
 SMA/MA
 Penyusun : Hannatun Nusroh
 Pembimbing I : Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc
 Pembimbing II : Affa Ardhi Saputri, M.Pd

Petunjuk pengisian:

1. Isilah nama dan asal instansi Bapak/ Ibu pada kolom yang telah disediakan.
2. Berikan pendapat Bapak/ Ibu dengan sejujurnya dan sebenarnya.
3. Berikan tanda cek (√) pada kolom nilai sesuai penilaian.

Berikut keterangan mengenai skala penilaian:

- 5 = sangat baik
- 4 = baik
- 3 = cukup baik

2 = kurang baik

1 = sangat tidak baik

A. Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Efisiensi penggunaan produk ditinjau dari segi waktu				√	
2.	Efektivitas (aplikasi dapat merespon dengan cepat)				√	
3.	Reliable ((kehandalan program aplikasi berbasis AR dalam menunjang pembelajaran peserta didik)				√	
4.	Maintainable (kemudahan dalam pemeliharaan aplikasi)				√	
5.	Usability (kemudahan penggunaan aplikasi sebagai media pembelajaran)					√
6.	Ketepatan pemilihan jenis software untuk Pengembangan				√	
7.	Compatibility (dapat diinstalasi/ dijalankan di beberapa OS Android)			√		

8.	Pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi (penginstalan tidak membutuhkan waktu yang lama)			√		
9.	Dokumentasi program media pembelajaran yang meliputi petunjuk penggunaan media pembelajaran dapat dipahami			√		
10.	Reusable (sebagian atau seluruh program media dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain)				√	

B. Aspek Desain Pembelajaran

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5

11.	Relevansi tujuan pembelajaran dengan KD/Kurikulum					√
12.	Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran				√	
13.	Ketepatan penggunaan strategi pembelajaran				√	
14.	Interaktivitas (kemampuan pengguna untuk berinteraksi dengan media pembelajaran berbasis AR)					√
15.	Media pembelajaran dapat memberikan kesan kontekstual dan actual				√	
16.	Media sebagai pelengkap dan bahan bantuan pembelajaran yang berkualitas			√		
17.	Konsistensi evaluasi dengan tujuan pembelajaran			√		
18.	Ketepatan dan ketetapan alat evaluasi			√		

C. Aspek Komunikasi Visual

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
19.	Komunikatif, bahasa yang digunakan sesuai dengan pesan dan dapat diterima/ sejalan dengan keinginan Sasaran				√	
20.	Kreatif dalam ide berikut penuangan gagasan dalam media pembelajaran				√	
21.	Media yang digunakan sederhana dan mampu memikat motivasi belajar peserta didik					√
22.	Representasi model 3D terhadap objek yang Sebenarnya				√	
23.	Ukuran dan tampilan model 3D dapat terlihat dari beberapa sudut pandang				√	
24.	Komposisi warna pada marker sesuai dan marker dapat menampilkan objek yang diinginkan				√	

25.	Layout interactive (icon navigasi yang digunakan sesuai dengan kebutuhan)				√	
-----	---	--	--	--	---	--

D. Komentar dan Saran

Media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* dapat digunakan untuk pembelajaran fisika topik alat-alat optik kelas XI SMA, dengan perbaikan pada konten materi dan soal yang disajikan lebih dibuat redaksinya terkait dengan indikator keterampilan berpikir kritis, antara lain: keterampilan induksi memberikan asumsi yang masuk akal; menghitung laporan observasi; menganalisis argumen; fokus pd sebuah pertanyaan; memutuskan suatu tindakan dan menentukan hasil pertimbangan. Seperti soal no 1 untuk mengukur indikator menentukan suatu tindakan dalam permasalahan, serta peserta didik menentukan hasil dari permasalahan tersebut. soal no 2 untuk mengukur indikator fokus pada sebuah pertanyaan. Namun, soal no 1 dan no 2 karakteristik soal dan redaksi soal hampir sama yaitu sama-sama menghitung, soal no 1 menghitung kekuatan lensa dan soal no 2 menghitung berapa jauh letak benda terdekat. Sehingga konten materi maupun soal-soal yang disajikan, redaksinya dapat diubah sesuai indikator keterampilan berpikir kritis yang akan diukur. Media Augmented realitynya sudah bagus, alat-alat optik yang divisualkan ada Mata, Kacamata, Lup, Kamera dan teropong. Media augmented

realitinya dapat ditambahkan pembentukan bayangan yang terjadi pada masing-masing alat optik.

E. Kesimpulan

Media pembelajaran berbasis Augmented Reality ini :

- Layak digunakan dalam penelitian skripsi tanpa revisi
- ✓ Layak digunakan dalam penelitian skripsi dengan revisi
- Tidak layak digunakan dalam penelitian skripsi

Semarang, 24 Mei 2021

Validator



(Susilowati, M.Pd)

Lembar Validasi Ahli Materi

Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* (Ar) Pada
Materi Alat-Alat Optik

Nama Ahli : Irman Said Prasetyo, M.Sc
 Asal Instansi : Dosen UIN Walisongo Semarang
 Judul : PENGEMBANGAN MEDIA
 PEMBELAJARAN BERBASIS
AUGMENTED REALITY UNTUK
 MENINGKATKAN KETRAMPILAN
 BERPIKIR KRITIS SISWAKELAS XI
 SMA/MA

Penyusun : Hannatun Nusroh
 Pembimbing I : Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc
 Pembimbing II : Affa Ardhi Saputri, M.Pd

Petunjuk pengisian:

1. Isilah nama dan asal instansi Bapak/ Ibu pada kolom yang telah disediakan.
2. Berikan pendapat Bapak/ Ibu dengan sejujurnya dan sebenarnya.
3. Berikan tanda cek (√) pada kolom nilai sesuai penilaian.

Berikut keterangan mengenai skala penilaian:

- 5 = sangat baik
- 4 = baik
- 2 = cukup baik
- 2 = kurang baik
- 1 = sangat tidak baik

A. Aspek kelayakan Isi

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Kesesuaian materi dengan KI, KD dan tujuan Pembelajaran					
2.	Cakupan dan kedalaman materi					
3.	Kesesuaian materi pada gambar 3D dan animasi dengan teori yang ada					

B. Aspek Kelayakan Penyajian

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
4.	Ketepatan penyajian (materi disusun secara sistematis,runut,alur logika jelas)					
5.	Kejelasan soal latihan pada setiap materi alat optic					
6.	Ketepatan jawaban latihan pada setiap materi alat Optik					

C. Komentar dan Saran

Media sudah dibuat dengan baik tetapi masih terdapat beberapa catatan:

- ① Beberapa gambar bergeser (rusak) ketika dibuka menggunakan HP sehingga materi mengisi tidak jelas
- ② Terdapat pengulangan penjelasan materi.
- ③ Pemilihan font untuk beberapa kata masih kurang lengkap
- ④ Cara penyajian soal tidak seragam (ada soal yang menyebutkan "sebelum" dan "setelah" tetapi tidak semua soal)

D. Kesimpulan

Saran: perbaikan sesuai dengan kekurangan yang disebutkan pada Catatan di atas.
Media pembelajaran berbasis Augmented Reality ini:

- Layak digunakan dalam penelitian skripsi tanpa revisi
- Layak digunakan dalam penelitian skripsi dengan revisi
- Tidak layak digunakan dalam penelitian skripsi

Rabu, 23 Juni 2021

Validator

Irman Said Prastyo, M.Sc.

NIP: 199112282013031009

LAMPIRAN 4

Tabel Hasil Analisis Validasi Dosen Ahli Media

Dosen Ahli Media	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai	Σ	Rata-rata	%
Susilowati, M.Pd	Aspek rekayasa perangkat lunak	1	4	38	3,8	76 %
		2	4			
		3	4			
		4	4			
		5	5			
		6	4			
		7	3			
		8	3			
		9	3			
		10	4			
	Aspek desain pembelajaran	11	5	31	3,875	77,5%
		12	4			
		13	4			
		14	5			
		15	4			
		16	3			
		17	3			
		18	3			
	Aspek komunikasi visual	19	4	29	4,143	82,85 %
		20	4			
		21	5			
		22	4			
		23	4			
		24	4			
		25	4			
Σ Keseluruhan	98					
Rata-rata keseluruhan	3,92					

% Kelayakan	78,79%
Kategori	Layak

Tabel Hasil Analisis Validasi Dosen Ahli Materi

Dosen Ahli Materi	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai	Σ	Rata-rata	%
Irman Said Prasetyo, M.Sc	Aspek kelayakan isi	1	5	14	4,67	93,33
		2	4			
		3	5			
	Aspek kelayakan penyajian	4	4	13	4,333	86,67
		5	4			
		6	5			
Σ Keseluruhan	27					
Rata-rata keseluruhan	4,5					
% Kelayakan	90%					
Kategori	Sangat Layak					

LAMPIRAN 5

Angket Respon Siswa pada Uji Coba Skala Kecil

LEMBAR ANGKET RESPON SISWA
MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) PADA MATERI
ALAT-ALAT OPTIK

Nama : Ayu Mahan Nadia
Kelas : XI MIPA 1
Sekolah : MAN. DEMAK

Petunjuk pengisian

1. Tulah nama, kelas dan sekolah siswa pada kolom yang telah disediakan.
2. Berikan pendapat saudara dengan sejujurnya dan sebenarnya.
3. Berikan tanda cek (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian. Berikut keterangan mengenai skala penilaian:

5 = sangat setuju
4 = setuju
3 = kurang setuju
2 = tidak setuju
1 = sangat tidak setuju

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Desain media pembelajaran berbasis AR (Augmented Reality) yang digunakan menarik				✓	
2.	Penggunaan media pembelajaran berbasis AR sangat mudah			✓	✓	
3.	Gambar 3D pada media pembelajaran mudah di pahami					✓
4.	Warna 3D pada media pembelajaran menarik					✓
5.	Media AR ini dapat membantu saya untuk memahami materi alat-alat optik					✓
6.	Penyampaian materi dalam media pembelajaran berbasis AR berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓	
7.	Materi yang disajikan dalam media pembelajaran berbasis AR mudah dipahami					✓
8.	Sosi latihan yang diberikan pada media AR dapat membantu saya belajar untuk meningkatkan pemahaman terhadap materi alat-alat optik					✓
9.	Penyajian materi dalam media ini membantu saya untuk menjawab soal-soal				✓	
10.	Bentuk, model dan ukuran huruf yang digunakan sederhana dan mudah di baca					✓

Scanned by TapScanner

LAMPIRAN 6

Tabel Hasil Analisis Angket Respon Siswa

No	Nama	Item Jawaban										Skor	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Afiz Khoiruz Zaman	4	4	5	3	3	4	5	4	4	5	41	4,1
2	Afrikhatul Khulda	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	37	3,7
3	Ainun Nafisah	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	47	4,7
4	Ali Ainun Najib Al Farisi	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	46	4,6
5	Arsila Salsabila Khoirun N.	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	47	4,7
6	Ayu Milatun Nadia	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	46	4,6
7	Dewi Fatimah	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	44	4,4
8	Fasya Fatihatul M.	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	38	3,8
9	Feldi Hilyawan	4	5	4	3	4	4	4	5	5	5	43	4,3
10	Fina Anisatul Faridah	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	45	4,5
11	Fitri Ajriyani K.	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	37	3,7

12	Helmi Aghib Rizki	5	5	4	3	4	4	5	5	4	5	44	4,4
13	Lilis Handayani	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	47	4,7
14	Luthfi Khoirun Nisa	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	42	4,2
15	Maely Alfina Ruslinata	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	38	3,8
Jumlah											642	64,2	
Rata-rata seluruh skor												4,28	
Kategori												Sangat baik	

LAMPIRAN 7

Angket Respon Guru Fisika SMA/MA

LEMBAR ANKET RESPON GURU FISIKA SMA/MA
MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS AUGMENTED REALITY (AR) PADA MATERI
ALAT-ALAT OPTIK

Nama Guru : Ety Suparno
 Nama Sekolah : Mari Demak

Petunjuk pengisian

- Isilah nama dan nama sekolah Bapak/ Ibu pada kolom yang telah disediakan.
- Berikan pendapat Bapak/ Ibu dengan sejujurnya dan sebenarnya.
- Berikan tanda cek (✓) pada kolom nilai sesuai penilaian. Berikut keterangan mengenai skala penilaian:

5 = sangat setuju
 4 = setuju
 3 = kurang setuju
 2 = tidak setuju
 1 = sangat tidak setuju

No.	Pernyataan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Judul media sesuai dengan materi yang dibagikan				✓	
2.	Materi yang diajarkan sesuai dengan kompetensi Dasar pada kurikulum 2013					✓
3.	Kesesuaian jenis huruf yang jelas dalam media					✓
4.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik				✓	
5.	Kemudahan navigasi dalam pengoperasian media				✓	
6.	Ketersediaan dan kelengkapan petunjuk dalam penggunaan media				✓	
7.	Kesesuaian latihan soal dalam media dengan materi yang diajarkan				✓	
8.	Gambar dan animasi yang terdapat dalam media dapat meningkatkan ketertarikan berpikir kritis siswa				✓	
9.	Motivasi belajar siswa meningkat setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan media				✓	
10.	Cakupan materi yang terdapat dalam media dapat meningkatkan pemahaman peserta didik				✓	
11.	Ketepatan pengembangan media pembelajaran berbasis <i>Augmented Reality</i> pada materi alat-alat optik				✓	

Scanned by TapScanner

Analisis data respon guru fisika SMA/MA

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

$$= \frac{47}{11} = 4,27$$

LAMPIRAN 8

Angket Validasi Soal Pretest

Ulatas

LEMBAR VALIDASI SOAL PRETEST

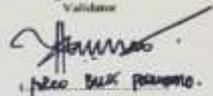
A. Penunjuk :
 Ditul dengan tanda (✓) jika sesuai dengan aspek yang diteliti, atau (X) jika tidak sesuai dengan aspek yang diteliti.

Aspek yang diteliti	Daftar soal									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. Materi Is										
1. Soal sesuai dengan sedikatur dan KD yang dicapai	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Pilihan jawaban homogen dan logis	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Hanya ada satu kunci jawaban yang tepat	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. Soal sesuai dengan ranah kognitif yang diukur	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
B. Konstruksi										
1. Pokok soal ditunjukkan dengan jelas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Alasan petunjuk yang jelas tentang cara pengerjaan soal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Pokok soal tidak memisahkan petunjuk kunci jawaban	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. Gambaran grafik/ tabel/ diagram yang digambarkan pada soal disajikan dengan jelas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
C. Bahasa										
1. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Menggunakan bahasa yang komunikatif	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Menggunakan kalimat jelas dan mudah dimengerti	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

B. Saran
 perbaikan tulis tulis soal secara baik

C. Rekomendasi
 Penilaian secara umum (berilah tanda ✓)

Layak untuk dipakai tanpa revisi
 Layak untuk dipakai dengan revisi sesuai saran
 Tidak layak dipakai

Semarang, 6 Juli 2021
 Validasi

 Peco Bek Panto.

Indonesia																		
2. Menggunakan bahasa yang komunikatif	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Menggunakan kalimat jelas dan mudah dimengerti	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

B. Saran

Perbaiki Taha tulis penulisan Some seperti B
 Catatan format Some pas tese

C. Rekomendasi

Penilaian secara umum (berilah tanda ✓)

- Layaak untuk dipakai tanpa revisi
 Layaak untuk dipakai dengan revisi sesuai saran
 Tidak layaak dipakai

Gemerang 6 Juli 2011
 Validator

[Signature]
 Pabo Bus pememrio.

LAMPIRAN 9

Rekapitulasi Hasil Wawancara Guru Fisika

LEMBAR WAWANCARA GURU

Asal Sekolah : MAN Demak

Tanggal : 3 Mei 2021

No	Pertanyaan	Jawaban
A. Kurikulum		
1.	Apakah sekolah ini sudah menetapkan kurikulum 2013? Jika iya, dari tahun dan kelas berapa mulai diterapkan?	<i>Iya, dari tahun 2014</i>
2.	Berapa jam pelajaran mata pelajaran fisika dalam seminggu?	<i>Untuk kelas X ada 3 JP. Untuk kelas XI ada 4 JP. Untuk kelas XII ada 4 JP.</i>
B. Materi Fisika		
3.	Apakah materi alat-alat optik tergolong sulit/ mudah dipahami oleh siswa?	<i>Agak sulit karena banyak rumus yang harus dipahami oleh siswa</i>
4.	Apakah materi alat-alat optik membutuhkan penjelasan secara visual yang lebih mendetail?	<i>Ya supaya bisa lebih jelas tentang materi itu</i>
5.	Apakah guru melakukan praktikum pada materi alat-alat optik?	<i>Ya kalau yang dipraktikumkan hanya lensa</i>
C. Media Pembelajaran		
6.	Apakah media pembelajaran berbantuan komputer yang digunakan untuk menyampaikan materi alat-alat optik?	<i>PPT, flashplayer</i>

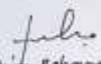
Scanned by TapScanner

7.	Apakah media tersebut sudah dapat membantu siswa memahami materi alat-alat optik?	belum banyak membantu siswa karena daya tangkap yang berbeda-beda
8.	Media pembelajaran seperti apa yang dibutuhkan oleh siswa pada materi alat optik?	Yang menarik, ringan, tidak terlalu banyak materi yang harus ada ada game
9.	Media pembelajaran seperti apa yang dapat menunjang pembelajaran untuk kurikulum 2013?	Menarik, ringan, ada gamarnya
10.	Menurut Bapak/ Ibu Guru, seberapa penting media pembelajaran yang berifat virtual?	perlu supaya siswa bisa mengikat. Kemajuan teknologi, komputer
11.	Apakah siswa diperbolehkan membawa handphone ke sekolah?	salah PDM saat pandemi Covid-19 diperbolehkan
12.	Apakah Bapak/ Ibu Guru mengetahui teknologi <i>Augmented Reality</i> ?	tidak tahu
13.	Apakah Bapak/ Ibu Guru pernah menggunakan teknologi tersebut untuk pembelajaran fisika di kelas?	belum pernah

14.	Bagaimana menurut Bapak/ Ibu Guru jika media <i>Augmented Reality</i> menggunakan <i>handphone</i> digunakan dalam pembelajaran fisika terutama pada materi alat-alat optik? (ditunjukkan contoh aplikasi AR berbasis Android)	Bagus, karena sudah bisa mengetahui secara ilmiah gambar alat optik secara nyata
15.	Bagaimana menurut Bapak/ Ibu Guru bahwa media pembelajaran fisika berbasis AR sudah dapat meningkatkan ketrampilan berpikir kritis siswa?	Bisa, dibutuhkan aplikasi pembelajaran tersebut untuk beberapa kali pertemuan untuk mengetahui penguasaan ts.

Demak, 2 Mei 2021

Narasumber


Rizka Rahmawati

LAMPIRAN 10

Soal Pretest Siswa Kelas XI MIPA

Nama : Maely Aljina Rurinda
No Absen : 19

LEMBAR SOAL PRETEST

Mata Pelajaran	: Biologi
Jenjang	: SMA/MA
Alokasi Waktu	: 15 menit
Jumlah Soal	: 10 Soal
Menyeri Pokok	: Anatomi Optik

PETUNJUK MENGERJAKAN SOAL :

1. Bacalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal.
2. Tulis identitas dan kelas anda pada lembar jawab yang tersedia.
3. Periksalah nomor soal.
4. Memulai dan selesai mengerjakan sesuai dengan waktu yang diberikan.
5. Kerjakanlah soal di lembar jawaban yang telah tersedia.
6. Berilah satu tanda silang (X) pada pilihan jawaban a, b, c, d atau e yang menurut kalian benar.
7. Jika ingin mengganti jawaban maka berilah tanda dua strip pada jawaban sebelumnya.

Contoh : a b c d e

**SELAMAT MENGERJAKAN
SEMOGA SUKSES**

Jawablah pertanyaan - pertanyaan di bawah ini dengan tepat!
Perhatikan gambar bola mata berikut ini!



Bagian dan fungsi dari gambar diatas yang tepat adalah

- (1) pembesaran bayangan benda yang dilihat
- (2) pengaturan cahaya yang masuk
- (3) memutar lensa ke atas dan ke bawah
- (4) memfokuskan cahaya sehingga jatuh tepat di retina
- (5) mengatur besar kecilnya bayangan benda

Scanned by TapScanner

8. 8 cm

Perhatikan gambar di bawah ini!



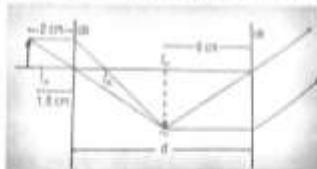
Fungsi bagian yang ditunjukkan oleh huruf A, yaitu ...

- A. memperbesar bayangan preparat dan objek
- B. memperbesar bayangan dari lensa objektif
- C. tempat memasang lensa objektif
- D. mengatur banyak sedikitnya cahaya
- E. memantarkan cahaya ke arah kondensator

Sebuah benda di letakkan 1,2 cm di depan lensa objektif sebuah mikroskop. Jika $f_{ok} = 1 \text{ cm}$ dan $f_{ok} = 10 \text{ cm}$ dan jarak kedua lensa 15 cm, maka perbesaran total mikroskop adalah ...

- A. 10 kali
- B. 20 kali
- C. 30 kali
- D. 40 kali
- E. 50 kali

Perhatikan gambar jalannya sinar pembentukan bayangan pada mikroskop berikut!



Jarak lensa objektif dan lensa okuler dari mikroskop tersebut adalah ...

- A. 4,8 cm
- B. 7,8 cm

9. 8 cm

13. 20 cm

1. 24 cm

Sehat dan kedudukan bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif sebuah teropong bintang adalah ...

- A. nyata, terbalik dan tepat di fokus lensa objektif
- B. nyata, tegak dan tepat di fokus lensa okuler
- C. nyata, tegak dan tepat di fokus lensa objektif
- D. maya, terbalik dan tepat di fokus lensa okuler
- E. maya, terbalik dan tepat di titik lensa objektif

Soal Posttest Siswa Kelas XI MIPA

Nama : Yimar Tsanatuji Zakra
No Absen : 20

SOAL POST-TEST

Mata Pelajaran : Fisika
Satuan Pendidikan : Sekolah Menengah Atas
Alokasi Waktu : 25 menit
Jumlah Soal : 13 Soal
Materi Pokok : Alat-alat Optik

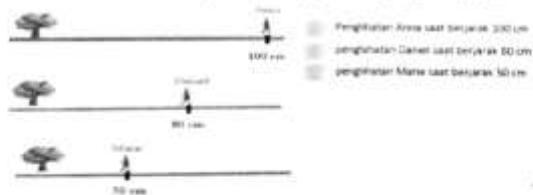
PETUNJUK MENERJAKAN SOAL

- Berdahulu terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal.
 - Memulai dan selesai mengerjakan sesuai dengan waktu yang diberikan.
 - Kerjakanlah soal dengan sungguh-sungguh dan bertanggungjawab.
 - Berilah satu tanda silang (X) pada pilihan jawaban a, b, c, d atau e yang menurut kalian benar.
 - Jika ingin mengganti jawaban maka berikanlah tanda dua strip pada jawaban sebelumnya.
- Contoh : ~~→~~ → ~~→~~ → X

✓ Pada saat mempelajari materi tentang alat optik, peserta didik membahas tentang mata. Guru memberikan tugas proyek pada peserta didik untuk membicarakan kondisi lensa mata saat melihat benda pada posisi yang berbeda-beda yaitu pada jarak 25 cm, 50 cm dan 100 cm. Setelah melakukan proyek itu, ternyata Bayu tidak dapat melihat benda pada jarak normal (25 cm), tetapi dia bisa melihat benda pada jarak 50 cm dan 100 cm. Cacat mata yang dialami oleh bayu adalah...

- a. Miopi (rabun jauh)
X b. Hipermetropi (rabun dekat)
c. Presbiopi (mata tua)
d. Silinder
e. Normal

✓ Anna, Daniel dan Maria tidak dapat melihat dengan jelas benda yang jaraknya jauh.



Suatu hari mereka memutuskan untuk pergi ke toko optik panda untuk membeli kacamata agar mereka bisa melihat benda yang jaraknya jauh dengan jelas. Maka diantara kacamata yang ada, kacamata yang dapat membantu penglihatan Anna, Daniel dan Maria berukuran

3. a. Anna (-1 D), Daniel (-1,25 D) dan Maria (-2 D)
 b. Anna (-2 D), Daniel (-1,25 D) dan Maria (-1 D)
 c. Anna (-1,5 D), Daniel (-1, D) dan Maria (-2 D)
 d. Anna (-1 D), Daniel (-2 D) dan Maria (-2,5 D)
 e. Anna (-1,25 D), Daniel (-1 D) dan Maria (-2 D)
4. Nindi dan wati mengeluhkan gangguan penglihatannya pada anwar karna tidak dapat melihat dengan jelas tulisan di papan tulis saat pembelajaran. Pada saat istirahat, anwar meminta Nindi dan Wati membaca tulisan yang Anwar tulis di papan tulis pada beberapa jarak yang Anwar temukan menggunakan penggaris kayu sepanjang 1 m. dari hasil pengujian tersebut didapatkan hasil observasi sebagai berikut :

Pengukuran	40 cm	45 cm	50 cm	55 cm	60 cm	65 cm	70 cm	75 cm
Nindi								
Wati								

Berdasarkan catatan observasi tersebut, Anwar mendapatkan hasil kekuatan lensa kacamata yang harus di pakai oleh Nindi dan wati adalah...

- a. Nindi (2 D) dan Wati (-1,25 D)
 b. Nindi (2,33 D) dan Wati (-1,5 D)
 c. Nindi (2,5 D) dan Wati (-1 D)
 d. Nindi (2,33 D) dan Wati (-1,25 D)
 e. Nindi (2 D) dan Wati (-2,5 D)
4. Andi diberi tugas untuk mengamati bagian-bagian rayap menggunakan lup saat pembelajaran fisika dengan mata tak berakomodasi sehingga terbentuk bayangan yang bersifat maya, tegak dan mengalami perbesaran angular 2 kali. Namun perbesaran yang dihasilkan masih kecil sehingga belum memperlihatkan bagian-bagian rayap dengan jelas.



Agar memperoleh perbesaran angular lebih dari 2 kali, maka yang dilakukan Andi adalah...

- a. Mengganti lup dengan lensa cekung yang mempunyai jarak fokus lensa lebih kecil dari jarak fokus lup yang pertama
- b. Mengganti lup dengan lensa cembung yang mempunyai jarak fokus lebih besar dari jarak fokus lup yang pertama
- c. Mengganti lup dengan lensa cembung yang mempunyai jarak fokus lebih kecil dari jarak fokus lup yang pertama
- d. Tidak mengganti lup dengan lensa cembung
- e. Mengganti lup dengan lensa cembung dan lensa cekung bersamaan

3. Wawan melakukan eksperimen sederhana untuk mengetahui perbesaran bayangan benda yang dihasilkan oleh lup. Kegiatan yang Wawan lakukan adalah dengan melakukan pengamatan perbesaran bayangan menggunakan tiga lup yang memiliki jarak fokus yang berbeda. Di dapatkan hasil observasi sebagai berikut :

Percobaan pertama



Lup 1

Perubahan kedua



Lup 2

Perubahan ketiga



Lup 3

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan oleh Wawan, asumsi yang tepat mengenai Lup 2 adalah

- a. Memiliki perbesaran yang sedang, maka lup digunakan memiliki panjang fokus lensa lebih besar dari fokus lensa Lup 1, namun lebih kecil dari fokus Lup 3

8. Sebuah mikroskop mempunyai jarak fokus lensa objektif 5 mm dan jarak fokus lensa okuler 5 cm. Seorang siswa mengamati benda kecil dengan mikroskop tersebut, dan perbesaran bayangan yang dihasilkan untuk mata berakomodasi sebesar 18 kali. Letak benda tersebut di depan lensa objektif adalah.. ($S_o=25$ cm)
- 20 mm
 - 15 mm
 - 12 mm
 - 6 mm
 - 4 mm
9. Sebuah mikroskop, jarak fokus okulemtya 2 cm dan jarak fokus objektifnya 1 cm digunakan oleh mata tak berakomodasi. Jika benda diletakkan pada jarak 2 cm, perbesaran yang terjadi adalah
- (1) Perbesaran untuk mata tak berakomodasi adalah 12,5 kali
 - (2) Panjang mikroskop mata tak berakomodasi 5 cm
 - (3) Perbesaran untuk mata berakomodasi adalah 13,5 kali
- Pernyataan yang benar adalah ...
- (1) dan (2) benar
 - (1) dan (3) benar
 - (2) dan (3) benar
 - Semua benar
 - Semua salah
10. Pak mamat adalah seorang tukang reparasi jam tangan yang menderita cacat mata hipermetropi. Pak mamat menggunakan kacamata dengan kekuatan +2 Dioptri. Ketika akan mereparasi jam tangan milik Wulan, pak mamat menggunakan lup dengan kekuatan 10 Dioptri sehingga menghasilkan perbesaran. Perbesaran yang dihasilkan oleh Lup ketika pak mamat mengamati dalam kondisi mata tak berakomodasi adalah...
- 2,5 kali
 - 3,0 kali
 - 2,8 kali
 - 3,2 kali
 - 2,0 kali
11. Jarak fokus lensa sebuah kamera adalah 50 mm. Kamera tersebut diatur untuk memfokuskan bayangan benda pada jauh tak berhingga. Jarak lensa kamera harus digeser agar dapat memfokuskan bayangan yang terletak pada jarak 2,5 m adalah...
- 1,02 mm
 - 1,02 cm
 - 1,05 mm
 - 1,05 cm
 - 1,00 mm

12. Pada saat pelajaran Biologi, kelas XI MIPA 1 ditugaskan untuk mengamati sampel bakteri pada tempe menggunakan mikroskop. Guru memerintahkan siswa untuk mengatur lensa objektif berada 16 mm dari preparat. Di laboratorium tersedia satu buah lensa objektif seperti pada tabel berikut

Jenis lensa	Spesifikasi
Lensa objektif	$f_{ob} = 80 \text{ mm}$

Perbesaran yang dihasilkan oleh lensa objektif adalah...

- a. 1,1 kali
 b. 2,1 kali
 c. 1,25 kali
 d. 3,55 kali
 e. 2 kali

13. Perhatikan tabel berikut ini.

No.	Alat Optik	Lensa Objektif	Lensa Okuler	Lensa Tambahan
1.	Teropong Bintang	+	+	Lensa prisma
2.	Teropong panggung	+	-	Lensa pembalik (+)
3.	Teropong Bumi	+	+	Lensa pembalik (+)

Dari tabel tersebut, pernyataan yang benar adalah...

- a. 1,2, dan 3
 b. 1 dan 3
 c. 1 dan 2
 d. 2 saja
 e. 3 saja

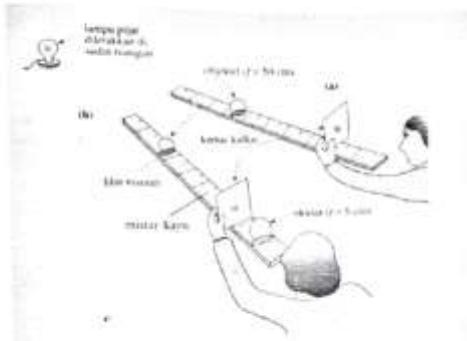
14. Ani, Budi dan Caca mendapatkan tugas proyek membuat teropong panggung sederhana yang memiliki perbesaran maksimum 5 kali. Ani ditugaskan membeli lensa untuk pembuatan teropong oleh kelompoknya. Ani membeli 1 buah lensa negatif, dan 1 buah lensa positif seperti pada tabel berikut

No.	Jenis lensa	Kekuatan lensa
1.	Lensa positif	+2 Dioptri
2.	Lensa negatif	-5 Dioptri

Sehingga dapat dicari nilai jarak fokus lensa masing-masing adalah...

- a. 100 cm dan -20 cm
 b. 70 cm dan -25 cm
 c. 80 cm dan -10 cm

- 50 cm dan -20 cm
 e. 40 cm dan -25 cm
 15. Perhatikan gambar (a) dan (b) berikut ini !



Hipotesis dari rancangan tersebut adalah...

- a. Hasil pengamatan pada gambar (a) lebih besar dari hasil pengamatan pada gambar (b)
 b. Hasil pengamatan pada gambar (a) lebih kecil dari hasil pengamatan pada gambar (b)
 c. Hasil pengamatan pada gambar (a) sama besar dari hasil pengamatan pada gambar (b)
 d. Hasil pengamatan pada gambar (a) lebih fokus dibandingkan hasil pengamatan pada gambar (b)
 e. Hasil pengamatan pada gambar (a) kurang fokus dibandingkan hasil pengamatan pada gambar (b)

LAMPIRAN 11**Tabel Hasil Data Nilai Pretest dan Posttest**

No.	Nama	Nilai Pretest	Nilai Posttest
1.	Afiz Khoiruz Zaman	60	73
2.	Afrikhatul Khulda	70	93
3.	Ainun Nafisah	50	67
4.	Ali Ainun Najib Al-Farisi	70	87
5.	Arsila Salsabila Khoirun N	60	73
6.	Ayu Milatin Nadia	40	53
7.	Dewi Fatimah	50	80
8.	Fasya Fatihatul Muna	70	67
9.	Feldi Hilyawan	70	93
10	Fina Anisatul Faridah	80	87
11.	Fitri Ajriyani Khoiriyah	70	87
12.	Helmi Aghibrizki	50	73
13.	Hessa Rahma Maula	60	87
14.	Khamidatun Nafisah	50	60
15.	Lilis Handayani	50	60
16.	Lutfi Khoirun Nisa	70	67
17.	Maely Alfina Ruslinata	80	87
18.	Najwa Putri Aulia	40	67
19.	Nilla Izzatur Rohmah	80	100
20.	Nimas Tsaniatuz Zahra	60	87
21.	Nur Laili Zuniyati	70	80
22.	Putri Nurul Hidayah	90	87
23.	Qitrotul Fikriyah	80	93
24.	Ratna Hasnarani Aziza	80	87
25.	Salamah Ainur Rohmah	90	100
26.	Silvina Nurul Wahidah	70	93
27.	Sofi Awaludin	60	80
28.	Sonia Nurkhayati	60	67
29.	Uswatun Khasanah	90	93
30.	Zulfa Rosyadah	80	87

LAMPIRAN 12**Analisis Data Uji Gain**

$$g = \frac{(\%S_{post} - \%S_{pre})}{100 - \%S_{pre}}$$

S_{pre} = skor rata-rata *pre tes*

S_{post} = skor rata-rata *post test*

$$g = \frac{80,5 - 66,67}{100 - 66,67} = \frac{13,83}{33,33} = 0,415$$

LAMPIRAN 13

Analisis Data Uji Normalitas pada Soal Pretest

Data	Titik tengah (x_i)	Frekuensi (f_i)	$f_i x_i$	x_i^2	$f_i (x_i)^2$
40 - 48	44	2	88	1936	3872
49 - 57	53	5	265	2809	14045
58 - 66	62	5	310	3844	19220
67 - 75	71	9	639	5041	45369
76 - 84	80	6	480	6400	38400
85 - 92	89	3	267	7921	23763
Jumlah		$\sum f_i = 30$	$\sum f_i x_i = 2049$		$\sum f_i (x_i)^2 = 144669$

Data	Frekuensi Observasi (O_i)	Batas Kelas (BK)	Nilai Z	Luas tiap kelas interval	Frekuensi yang diharapkan (E_i)	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
40 - 48	2	39,5 - 48,5	-2,29 dan -1,58	0,0461	1,383	0,275
49 - 57	5	48,5 - 57,5	-1,58 dan -0,86	0,1378	4,134	0,181
58 - 66	5	57,5 - 66,5	-0,86 dan -0,14	0,2494	7,482	0,823
67 - 75	9	66,5 - 75,5	-0,14 dan 0,57	0,2714	8,142	0,09
76 - 84	6	75,5 - 84,5	0,57 dan	0,1858	5,574	0,033

			1,29			
85 - 92	3	84,5 - 92,5	1,29 dan 1,93	0,0717	2,151	0,335
	$\sum f_i = 30$					1,738

Nilai Z	Luas 0-Z	Luas tiap kelas interval
-2,29 dan -1,58	0,4890 dan 0,4429	0,0461
-1,58 dan -0,86	0,4429 dan 0,3051	0,1378
-0,86 dan -0,14	0,3051 dan 0,0557	0,2494
-0,14 dan 0,57	0,0557 dan 0,2157	0,2714
0,57 dan 1,29	0,2157 dan 0,4015	0,1858
1,29 dan 1,93	0,4015 dan 0,4732	0,0717

Analisis Data Uji Normalitas pada Soal Posttest

Data	Titik tengah (x_i)	Frekuensi (f_i)	$f_i x_i$	x_i^2	$f_i(x_i)^2$
53 - 60	56,5	3	169,5	3192,25	9576,75
61 - 68	64,5	5	322,5	4160,25	20801,25
69 - 76	72,5	3	217,5	5256,25	15768,75
77 - 84	80,5	3	241,5	6480,25	19440,75
85 - 92	88,5	9	796,5	7832,25	70490,25
93 - 100	96,5	7	675,5	9312,25	65185,75
Jumlah		$\sum f_i = 30$	$\sum f_i x_i = 2423$		$\sum f_i(x_i)^2 = 201263,5$

Data	Frekuensi Observasi (O_i)	Batas Kelas (BK)	Nilai Z	Luas tiap kelas interval	Frekuensi yang diharapkan (E_i)	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
53 - 60	3	52,5 - 60,5	-2,07 dan -1,49	0,0489	1,467	1,601
61 - 68	5	60,5 - 68,5	-1,49 dan -0,90	0,116	3,48	0,663
69 - 76	3	68,5 -	-0,90 dan -	0,1942	5,826	1,370

		76,5	0,31			
77 - 84	3	76,5 - 84,5	-0,31 dan 0,27	0,2281	6,843	2,158
85 - 92	9	84,5 - 92,5	0,27 dan 0,86	0,1987	5,961	1,549
93 - 100	7	92,5 - 100, 5	0,86 dan 1,45	0,1214	3,642	3,096
	$\sum f_i = 30$					10,437

Nilai Z	Luas 0-Z	Luas tiap kelas interval
-2,07 dan - 1,49	0,4808 dan 0,4319	0,0489
-1,49 dan - 0,90	0,4319 dan 0,3159	0,116
-0,90 dan - 0,31	0,3159 dan 0,1217	0,1942
-0,31 dan 0,27	0,1217 dan 0,1064	0,2281
0,27 dan 0,86	0,1064 dan 0,3051	0,1987
0,86 dan 1,45	0,3051 dan 0,4265	0,1214

LAMPIRAN 14

Tabel Hasil Analisis Data pada Soal Pretest

NO	NAMA SISWA	NO BUTIR SOAL										Skor	Skor ²	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	AFIZ KHOIRUZ ZAMAN	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	7	49	
2	AFRIKHATUL KHULDA	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	7	49	
3	AINUN NAFISAH	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	5	25	
4	ALI AINUN NAJIB AL-FARISI	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	7	49	
5	ARSILA SALSABILA KHOIRUN N.	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	6	36	
6	AYU MILATIN NADIA	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	4	16	
7	DEWI FATIMAH	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	5	25	
8	FASYA FATIHATUL MUNA	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	7	49	
9	FELDI HILYAWAN	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	7	49	
10	FINA ANISATUL FARIDAH	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	64	
11	FITRI AJRIYANI KHOIRIYAH	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	7	49	
12	HELMI AGHIB RIZKI	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	5	25	
13	HESSA RAHMA MAULA	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6	36	
14	KHAMIDATUN NAFISAH	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	5	25	
15	LILIS HANDAYANI	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	5	25	
16	LUTFI KHOIRUN NISA	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	7	49	
17	MAELI ALFINA RUSUNATA	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	64	
18	NAJWA PUTRI AULIA	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	4	16	
19	NILLA IZZATUR ROHMAH	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64	
20	NIMAS TSANIATUZ ZAHRA	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6	36	
21	NUR LAILI ZUNIYATI	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	7	49	
22	PUTRI NURUL HIDAYAH	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81	
23	QITROTUL FIKRIYAH	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	64	
24	RATNA HASNARANI AZIZA	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64	
25	SALAMAH AINUR ROHMAH	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81	
26	SILVINA NURUL WAHIDAH	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	7	49	
27	SOFI AWALUDIN	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	6	36	
28	SONIA NURKHAYATI	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6	36	
29	USWATUN KHASANAH	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81	
30	ZULFA ROSYADAH	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	64	
Jumlah Benar		28	28	20	28	7	23	29	6	6	26	201	1405	
VALIDITAS	p	0,9333	0,9333	0,6667	0,9333	0,2333	0,7667	0,9667	0,2	0,2	0,8667			
	q	0,0667	0,0667	0,3333	0,0667	0,7667	0,2333	0,0333	0,8	0,8	0,1333			
	Mp	6,8571	6,75	7,35	6,8571	7,7143	7,1739	6,6897	7,3333	8,3333	6,8462			
	Mt	6,7												
	St	1,394034911												
	rpbi	0,4218	0,1342	0,6594	0,4218	0,4014	0,6162	-0,04	0,2272	0,5858	0,2673			
r tabel	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361			
kriteria	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Invalid	Valid	Invalid				
RELIABILITAS	k	10												
	k-1	9												
	pi	0,9333	0,9333	0,6667	0,9333	0,2333	0,7667	0,9667	0,2	0,2	0,8667			
	qi	0,0667	0,0667	0,3333	0,0667	0,7667	0,2333	0,0333	0,8	0,8	0,1333			
	pi.qi	0,0622	0,0622	0,2222	0,0622	0,1789	0,1789	0,0322	0,16	0,16	0,1156			
	$\sum p_i q_i$	1,234444444												
	Varians total	2,010344828												
	KR 20	0,428837643												
	r tabel	0,361												
	kriteria	Reliabel												
TINGKAT KESUKARAN	B	28	28	20	28	7	23	29	6	6	26			
	JS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30			
	P	0,9333	0,9333	0,6667	0,9333	0,2333	0,7667	0,9667	0,2	0,2	0,8667			
	kriteria	Mudah	Mudah	Sedang	Mudah	Sukar	Mudah	Mudah	Sukar	Sukar	Mudah			
DAYA PEMBEDA	PA	1	1	0,9333	1	0,2667	0,9333	1	0,2667	0,4	1			
	PB	0,8667	0,8667	0,4	0,8667	0,2	0,6	0,9333	0,1333	0	0,7333			
	D	0,1333	0,1333	0,5333	0,1333	0,0667	0,3333	0,0667	0,1333	0,4	0,2667			
	kriteria	Jelek	Jelek	Baik	Jelek	Jelek	Cukup	Jelek	Jelek	Baik	Cukup			

Tabel Hasil Analisis Data pada Soal Posttest

No Responden	No Butir Soal															Skor	Skor*2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	11	121
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
3	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	10	100
4	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	169
5	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	11	121
6	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	8	64
7	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	12	144
8	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	10	100
9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
10	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	13	169
11	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13	169
12	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	11	121
13	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	13	169
14	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	9	81
15	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9	81
16	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	10	100
17	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	13	169
18	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	10	100
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
20	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	169
21	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	12	144
22	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	169
23	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
24	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	169
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
26	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
27	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	12	144
28	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	10	100
29	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
30	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	169
Jumlah Benar	28	8	28	18	27	28	27	26	18	26	28	20	28	26	26	362	4472
VALIDITAS	p	0,9333	0,2667	0,9333	0,6	0,9	0,9333	0,9	0,86667	0,6	0,86667	0,9333	0,66667	0,9333	0,86667	0,8667	
	q	0,0667	0,7333	0,0667	0,4	0,1	0,06667	0,1	0,13333	0,4	0,13333	0,0667	0,33333	0,0667	0,13333	0,1333	
	Mp	12,25	13,625	12,25	12,6667	12,407	11,9643	12,296	12,3077	12,6667	12,3077	12,286	12,75	12,25	12,1154	12,385	
	Mt	12,0666667															
	St	1,860704765															
	rpbi	0,3687	0,505	0,3687	0,39493	0,5494	-0,2059	0,3702	0,33025	0,39493	0,33025	0,4405	0,51936	0,3687	0,06675	0,4356	
r tabel	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361	0,361		
kriteria	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Valid	Invalid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Valid		
RELIABILITAS	k	15															
	k-1	14															
	pl	0,9333	0,2667	0,9333	0,6	0,9	0,93333	0,9	0,86667	0,6	0,86667	0,9333	0,66667	0,9333	0,86667	0,8667	
	ql	0,0667	0,7333	0,0667	0,4	0,1	0,06667	0,1	0,13333	0,4	0,13333	0,0667	0,33333	0,0667	0,13333	0,1333	
	pl,ql	0,0622	0,1956	0,0622	0,24	0,09	0,06222	0,09	0,11556	0,24	0,11556	0,0622	0,22222	0,0622	0,11556	0,1156	
	$\sum_{i=1}^n p_i q_i$	1,851111111															
	Varians total	3,581609195															
	KR 20	0,517673758															
	r tabel	0,361															
	kriteria	Reliabel															
TINGKAT KESUKARAN	B	28	8	28	18	27	28	27	26	18	26	28	20	28	26	26	
	JS	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	P	0,9333	0,2667	0,9333	0,6	0,9	0,93333	0,9	0,86667	0,6	0,86667	0,9333	0,66667	0,9333	0,86667	0,8667	
	kriteria	Mudah	Sukar	Mudah	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	Mudah	Sedang	Mudah	Mudah	Sedang	Mudah	Mudah	Mudah	
DAYA PEMBEDA	PA	1	0,4667	1	0,8	1	0,86667	1	0,93333	0,73333	1	1	0,86667	1	0,93333	1	
	PB	0,8667	0,0667	0,8667	0,4	0,8	1	0,8	0,8	0,46667	0,73333	0,8667	0,46667	0,8667	0,8	0,7333	
	D	0,1333	0,4	0,1333	0,4	0,2	-0,1333	0,2	0,13333	0,26667	0,26667	0,1333	0,4	0,1333	0,13333	0,2667	
	kriteria	Jelek	Baik	Jelek	Baik	Cukup	Jelek	Cukup	Jelek	Cukup	Cukup	Cukup	Jelek	Baik	Jelek	Jelek	Cukup

LAMPIRAN 15**Dokumentasi Observasi**

LAMPIRAN 16**Dokumentasi Pembelajaran Dikelas XI MIPA MAN
Demak**

LAMPIRAN 17**Dokumentasi Siswa Mengerjakan Soal**



LAMPIRAN 18

Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Prof. Hamka kampus II Ngaliyan Semarang Telp. 024-7643366 Semarang 50185

Semarang, 11 Januari 2021

Nomor: B.0037/Un.10.8/J6/PP.00.9/1/2021

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth. :

1. Muhammad Ardi Khalif, M.Sc
2. Affa Ardhi Saputri, M.Pd.

di Semarang

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Hannatus Nusroh

NIM : 1708066047

Judul : Pengembangan Media Pembelajaran Fisika berbasis Augmented Reality untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA

Dan menunjuk Saudara :

1. Muhammad Ardi Khalif, M.Sc sebagai pembimbing I
2. Affa Ardhi Saputri, M.Pd. sebagai pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

A.n Dekan
 Ketua Jurusan Pendidikan Fisika

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

Tembusan:

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

LAMPIRAN 19

Surat Izin Riset



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

Alamat: Jl. Prof. Dr. H. Soekarno, 1 Semarang Telp. 0291-76413366 Semarang 50185

Nomor : B.1119/Un.10.8/D1/TL.00/03/2021 Semarang, 29 Maret 2021
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah MAN Demak
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Hannatun Nusroh
NIM : 1708066047
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Skripsi : Pengembangan Media Pembelajaran Fisika berbasis Augmented Reality untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA.
Pembimbing : 1. Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc.
2. Affa Ardhi Saputri, M.Pd.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinakan melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan I

Sambianto

Tembusan Yth.

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

LAMPIRAN 20

Surat Izin Validasi



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

Alamat: Jl. Prof. Dr. Harna Kim, 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.2303/Un.10.8/D1/SP.01.06/07/2021 Semarang, 2 Juli 2021
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi

Kepada Yth.

1. Sdr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
2. Sdr. Irman Said Prastyo, M.Sc
3. Sdri, Susilawati, M.Pd
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Hannatun Nusroh
NIM : 1708066047
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis
Augmented Reality untuk Meningkatkan Keterampilan
Berpikir Kritis Siswa Kelas XI SMA/MA.

Dengan ini kami mohon kesediaan **Sdr. Joko Budi Poernomo, M.Pd menjadi validator soal test, Sdr. Irman Said Prastyo, M.Sc menjadi validator materi** dan **Sdri. Susilawati, M.Pd untuk menjadi validator media** pada produk skripsi mahasiswa kami tersebut.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan I

Semarang

Tembusan Yth.

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

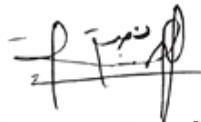
A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Hannatun Nusroh
2. Tempat & Tgl. Lahir : Demak, 11 April 2000
3. Alamat Rumah : Desa Tridonorejo Kecamatan
Bonang Kabupaten Demak
4. No. Hp : 088233414402
5. Email : hannatunnusroh04@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Tarbiyatul athfal Demak
 - b. SDN Tridonorejo 02 Demak
 - c. MTsN Bonang Demak
 - d. MA NU Banat Kudus
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. PTQ Al-Mubarak Kudus
 - b. Ma'had Al-Jami'ah UIN Walisongo Semarang
 - c. YPMI Al-Firdaus

Semarang, 20 Desember 2021



Hannatun Nusroh

NIM. 1708066047