

**PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN
FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT OPTIK YANG
DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY***

SKRIPSI

**Disusun untuk melengkapi syarat – syarat guna memperoleh gelar
sarjana pendidikan**



Fahruroji Saputra

3215126547

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2017

ABSTRAK

Fahruroji Saputra. Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*”. Skripsi, Jakarta: Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Juli 2017

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku pengayaan pengetahuan fisika yang dilengkapi dengan *augmented reality* pada pokok bahasan alat optik yang layak untuk digunakan. Buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” membahas materi mengenai beberapa alat optik yang dikupas mulai dari sejarah, konsep fisika, hingga jenis - jenisnya. Sesuai dengan metode pengembangan yang digunakan yaitu Model Pengembangan Instruksional (MPI), dilakukan uji kelayakan dan uji coba penggunaan produk. Uji kelayakan dilakukan kepada ahli materi dan ahli media. Berdasarkan hasil uji kelayakan, diperoleh rata-rata persentase hasil ahli materi 88,50% dan ahli media 88,90%. Uji coba penggunaan produk dilakukan kepada seorang guru fisika dan 25 orang siswa SMAN 33 Jakarta. Berdasarkan hasil uji coba produk kepada guru fisika, didapatkan persentase rata-rata hasil 88,10%. Sedangkan hasil uji produk kepada siswa memperoleh rata-rata persentase 82,80%. Uji efektivitas menggunakan uji gain ternormalisasi memperoleh rata-rata skor sebesar 0,71 yang menyatakan terjadi penambahan pengetahuan dengan interpretasi tinggi. Berdasarkan uji kelayakan dan uji coba produk yang telah dilakukan, buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” dinyatakan layak sebagai buku pengayaan pengetahuan dan dapat menambah pengetahuan siswa.

Kata Kunci: *buku pengayaan pengetahuan, alat optik, augmented reality*

ABSTRACT

Fahruroji Saputra. Pengembangan Buku Pengayaan Fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*”. Skripsi, Jakarta: Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Juli 2017

This research is aimed to physics knowledge enrichment books equipped with augmented reality on the subject of optical instruments as a feasible enrichment book. Physics knowledge enrichment book "Alat Optik yang dilengkapi dengan Augmented Reality" discusses material about some optical instruments that are peeled from history, physics concepts, to the types. In accordance with the development method used is Model Pengembangan Instruksional (MPI), feasibility test and trial use of the product is performed. The feasibility test is carried out to material experts and media experts. Based on the results of feasibility test, obtained average percentage of material expert results 88.50% and media experts 88.90%. Trial of product test was done to a physics teacher and 25 students of SMAN 33 Jakarta. Based on the result of product test to physics teacher, got the average percentage of result 88,10%. While the result of the product test to the student get the average percentage of result 82,80%. The effectiveness test using the normalized gain test obtained an average score of 0.71, which indicated an increased knowledge with high interpretation. Based on the feasibility test and product trials that have been conducted, physics knowledge book "Alat Optik yang dilengkapi dengan Augmented Reality" is considered feasible as a knowledge enrichment book and can increase students' knowledge.

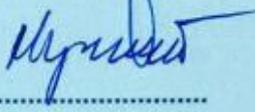
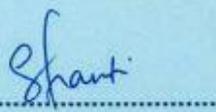
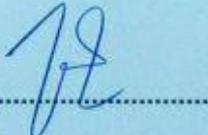
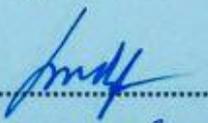
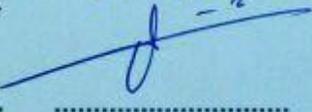
Keywords: : *knowledge enrichment book, optical instruments, augmented reality*

PERSETUJUAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika Pada Pokok Bahasan Alat Optik Yang Dilengkapi Dengan *Augmented Reality*

Nama : Fahruroji Saputra

No. Reg : 3215126547

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab Dekan : <u>Prof. Dr. Suyono, M.Si</u> NIP. 19671218 199303 1 005		28/08 2017
Wakil Penanggung Jawab Wakil Dekan I : <u>Dr. Muktiningsih N, M.Si</u> NIP. 19640511 198903 2 001		28/08 2017
Ketua : <u>Dr.rer.nat Bambang Heru I, M.Si</u> NIP. 19680401 199403 1 002		24/08 2017
Sekretaris : <u>Dwi Susanti, M.Pd</u> NIP.198106212005012004		23/08 2017
Anggota Pembimbing I : <u>Dr. Ir. Vina Serevina, M.M</u> NIP.19651002 199803 2 001		22/08 2017
Pembimbing II : <u>Prof.Dr.I Made Astra, M.Si</u> NIP. 19581212 198 403 1 004		22/08 2017
Penguji : <u>Fauzi Bakri, S.Pd, M.Si</u> NIP. 19710716 199803 1 002		22/08 2017

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal : 16 Agustus 2017

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya yang bertandatangan di bawah ini, mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta:

Nama : Fahrurroji Saputra

No.Reg : 3215126547

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat dengan judul **"PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*"**, adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan oleh saya sendiri, berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian pada bulan Februari-Juli 2017.
2. Bukan merupakan duplikat skripsi yang pernah dibuat oleh orang lain atau jiplakan karya tulis orang lain dan bukan terjemahan karya tulis orang lain.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan saya bersedia menanggung segala akibat yang timbul jika pernyataan saya ini tidak benar.

Jakarta, Agustus 2017

Yang membuat pernyataan



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan kehadiran ALLAH *subhanahu wata ala*, atas segala rahmat, kesempatan, nikmat, serta barokah yang senantiasa tercurah sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini yang isinya ALLAH dibuat dengan sebaik-baiknya. Skripsi yang berjudul "Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika Pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*" ini saya kerjakan dengan sungguh-sungguh, sepenuh hati, dengan segenap kelebihan dan kekurangan yang saya miliki dengan harapan layak untuk dapat dipergunakan sebagai salah satu syarat kelulusan guna mendapatkan gelar sarjana pendidikan Strata 1 dari Universitas Negeri Jakarta. Adapun dalam penyusunannya tentu tak lepas dari bantuan-bantuan berbagai pihak, baik bantuan ilmu pengetahuan, pinjaman buku, maupun support secara moril. Oleh karena itu, tak lupa saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Vina Serevina selaku dosen pembimbing pertama sekaligus pembimbing akademik untuk segala dukungan, saran, maupun masukan yang diberikan untuk kebaikan penulis.
2. Bapak Prof. Dr. I Made Astra, M.Si selaku dosen pembimbing kedua untuk bimbingan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
3. Wenggita Maulani Putri selaku sahabat saya yang senantiasa memberikan dukungan secara tulus, masukan, saran, dan semangat sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Teman – teman PFNR 2012, khususnya untuk sahabat-sahabat saya Aal Awaliah, Stefanus Reno Saputra, M. Ghifari, Windi Widayanti, Winda Rahmadini, Frasetia Budi, Farah Nidya Safitri, dan Atika Amalia Widiantoro yang selalu setia untuk memberikan dukungan, kritik, saran, dan motivasi untuk membuat saya tetap semangat.
5. Orang tua saya, khususnya Ibu saya yang selalu memberikan dukungan terhadap apapun yang saya lakukan ditengah – tengah keterbatasan pengetahuannya.

Demikian skripsi ini saya buat dan tentunya masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan maupun penyusunannya. Untuk itu kritik dan saran dari berbagai pihak saya nantikan demi kesempurnaan skripsi ini, baik dari segi materi, sistem penulisan, maupun bahasa.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, Juli 2017

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu? Dan Kami telah menghilangkan dari padamu bebanmu, yang memberatkan punggungmu? Dan Kami tinggikan bagimu sebutan (nama)mu. Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(QS: Al-Insyirah: 1-8)

Alhamdulillah. Segala puji syukur bagi ALLAH subhanahu wata'ala untuk segala kebaikan, kesempatan, serta barokah yang selalu tercurahkan. Akhirnya, dengan pertolongan, kemudahan dan ridho dari ALLAH SWT, tugas akhir ini dapat diselesaikan..

Ku persembahkan karya ini untuk mereka yang tak henti menguntai doa, memberi kekuatan, serta dukungan.

Ku persembahkan karya ini untuk Almarhumah TanteKu, Juwairiah. Seseorang yang pertama kali mendukungku untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang Universitas. Ditengah semua keterbatasan yang kumiliki, ia memberikanku dukungan serta doa agar aku bisa menjadi manusia yang bermanfaat dan mengangkat derajat kedua orang tuaku. Ku persembahkan karya ini dengan setulus hati, sebagai ucapan terima kasihku untuk semua kebaikanmu dalam menyayangiku, menjadi temanku, orang tua ku, pengasuhku, dan tempatku mencurahkan isi hatiku.

Ku persembahkan karya ini untuk IbuKu, Siti Hani'ah. Orang yang selalu mendukungku, mencurahkan kasih sayangnnya, dan tak pernah henti menyertai setiap langkahku dengan doa. Terimakasih, telah mau berjuang bersamaku dalam menjalani lika-liku kehidupan ini. Terimakasih, telah mau berjuang bersamaku untuk sama-sama bekerja keras demi mendukungku menjalani perkuliahan selama ini.

Ku persembahkan karya ini untuk Pamanku, Taufik Qurahman. Terimakasih, telah sudi membukakan jalan untukku untuk bisa mengenyam pendidikan di Universitas. Terimakasih, untuk semua kebaikan dan kasih sayang yang telah diberikan selama ini. Terimakasih, untuk segala dukungan moral maupun materil yang diberikan dalam rangka mendukung kesuksesanku mengenyam pendidikan di Universitas.

Ku persembahkan karya ini untuk kakak-kakakku, Awaludin Arif, Ulfah Turosidah, dan M. Abie Afifuddin. Terimakasih atas segala dukungan dan bantuan kalian baik secara moral maupun materil, yang senantiasa kalian berikan untuk kesuksesanku menjadi satu-satunya sarjana di keluarga kita.

Ku persembahkan karya ini untuk ketiga TanteKu, Bi Zakiah, Bi Edah, dan Bi Yati. Terimakasih atas semua kebaikan kalian kepadaku. Terimakasih untuk kasih sayang yang

kalian berikan kepadaku selama ini. Terima kasih untuk semua dukungan yang telah kalian berikan padaku selama ini.

Ku persembahkan karya ini untuk Kakak Sepupuku, Kak Siti Djubaedah. Terima kasih untuk semua kebaikan dan kasih sayang telah diberikan selama ini. Terima kasih sudah banyak membantuku dalam berbagai hal, terutama ketika aku baru lulus SMA dan belum berkesempatan untuk berkuliah. Terima kasih telah sudi menjadi Kakak sekaligus sahabatku dalam suka dan duka.

Untuk sahabat-sahabatku tercinta yang senantiasa selalu setia berada di sampingku, menerima segala cacat dan kurangkku, dan sudi mencintaiiku dengan tulus dengan segala keterbatasanku. Terima kasih kuucapkan kepada sahabatku Wenggita Maulani Putri, orang yang telah membukakan jalankku untuk mengambil Judul yang kugunakan sekarang ini sebagai skripsi. Terima kasih untuk segala dukungan, bantuan, saran, kritikan, omelan, dan kasih sayang yang kau berikan padaku. Terima kasih kuucapkan kepada Aal Awaliah, Stefanus Reno Saputra, dan M. Ghifari untuk semua ketulusan kalian kepadaku selama ini. Terima kasih untuk semua kebaikan dan bantuan kalian kepadaku. Terima kasih kuucapkan kepada Winda Widayanti, Winda Rahmadini, dan Frasetia Budi untuk kesudian kalian mau menerimaku dan mendukungku selama ini. Terima kasih kuucapkan kepada Farah Nidya Safitri dan Atika Amalia Widiantoro teman seperjuangankku dalam menyelesaikan tugas akhir di semester ini, terima kasih untuk semangat dan dukungan kalian kepadaku dalam menyelesaikan skripsi ini.

Untuk sahabat-sahabatku sedari SMA Anipa Nur Safitri, Yan Bachtiar Muslih, Rendi Agung Permana, Febriani Sofyan, Awandary Yuniana Lestari, Soleha, Izzah Imaniah, dan Maulia Abdi Pratiwi. Terima kasih selama ini telah sudi menerimaku dengan segala kekurangan dan keterbatasankku. Terima kasih masih sudi mendukung dan menyemangatiiku hingga sekarang.

Untuk sahabat-sahabat dari satu komunitas beasiswa Sobat Bumi Indonesia Febby Meilany Tanjung, Tri Dharmayanti Dharmatanna, Kak Anggun Meilandari, dan Kak Fajri. Terima kasih untuk doa dan dukungannya selama ini. Terima kasih untuk segala perhatian dan saran-sarannya selama ini.

Untuk kawan-kawankku dari komunitas beasiswa Sobat Bumi Indonesia yang telah banyak membantuku dalam menyelesaikan karya ini, Suharyadi Syahramadhan, Chairunnisa Larasati Dewi, Vetty Alfiarnika, Diah Jayantari, dan Clara Listyadewi.

Untuk kawan-kawan seperjuangankku, teman-teman PFB 2012. Terima kasih untuk kisah yang telah kalian torehkan dalam lembar kehidupankku, untuk semua kebersamaan yang kita jalin sekitar kurang lebih empat tahun.

Untuk Dosen Pembimbingku Bu Vina dan Pak Made. Terima kasih telah sudi menerimaku menjadi mahasiswa bimbingan kalian. Terima kasih karena selalu mau menerimaku disela kekurangan dan keterbatasankku.

Terimakasih kuucapkan sebesar-besarnya kepada Yayasan Beasiswa Jakarta yang membantu membiayaiiku kuliah di semester ke 3 dan 4. Terimakasih kepada Pertamina Foundation yang telah memberiku kesempatan untuk bergabung menjadi penerima beasiswa Sobat Bumi Indonesia dan memenuhi kebutuhan perkuliahaniku dari semester 5 hingga 8. Terimakasih kepada Pak Hatta selaku Direktur Bukit Asam Foundation dan Bukit Asam Foundation yang telah memberikan bantuan dana skripsi padaku sehingga aku dapat menyelesaikan kewajibanku dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Yang terakhir, ku persembahkan karya ini untuk Bangsaaku, untuk saudaraku, untuk mereka yang haus akan ilmu, untuk mereka yang mau berjuang, dan untuk mereka yang cinta akan kebijaksanaan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Fokus Penelitian	6
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian.....	7
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN TEORI	8
A. Penelitian dan Pengembangan	8
B. Buku Pengayaan	13
C. Alat Optik.....	21
D. Augmented Reality	29
E. Peneltian Relevan.....	31
F. Kerangka Berpikir	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
A. Tujuan Operasional	34

B. Tempat dan Waktu Peneltian.....	34
C. Responden	34
D. Metode Penelitian.....	34
E. Desain Peneltian.....	35
F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian Pengembangan MPI	35
G. Perencanaan Kegiatan.....	37
H. Instrumen Penelitian.....	38
I. Teknik Pengumpulan Data	43
J. Teknik Analisis Data.....	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil	46
B. Pembahasan	72
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	77
A. Kesimpulan.....	77
B. Implikasi.....	77
C. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN	81
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Polling Mata Pelajaran Paling Sulit di SMA 3 Bandung	4
Tabel 2.1 Bagian – bagian Mata dan Fungsinya	22
Tabel 2.2 Indeks Bias tiap Komponen Sistem Lensa	23
Tabel 2.3 Bagian – bagian Mikroskop dan Fungsinya	25
Tabel 2.4 Bagian – bagian Proyektor dan Fungsinya	28
Tabel 3.1 Perencanaan Kegiatan Pengembangan	37
Tabel 3.2 Kisi – kisi Instrumen Validasi Ahli Materi	38
Tabel 3.3 Kisi – kisi Instrumen Validasi Ahli Materi	39
Tabel 3.4 Kisi – kisi Instrumen Validasi Guru Fisika	40
Tabel 3.5 Kisi – kisi Instrumen Uji Coba Lapangan	42
Tabel 3.6 Interpretasi Skor Skala Likert	44
Tabel 3.7 Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi	45
Tabel 4.1 Tahapan dan Hasil Penelitian Pengembangan Produk	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian – bagian Mata	22
Gambar 2.2 Bagian – bagian Mikroskop.....	25
Gambar 2.3 Periskop.....	27
Gambar 2.4 Proyektor	28
Gambar 4.1 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi	64
Gambar 4.2 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Media	66
Gambar 4.3 Diagram Batang Hasil Uji Kelompok Kecil	69
Gambar 4.4 Diagram Batang Nilai Rata-rata Pretest dan Posttest Uji Kelompok Kecil	69
Gambar 4.5 Diagram Batang Hasil Uji Coba Guru Fisika	70
Gambar 4.6 Diagram Batang Uji Coba Siswa	71
Gambar 4.7 Diagram Batang Nilai Rata-rata Pretest dan Posttest	72

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu tolak ukur kemajuan suatu bangsa. Negara – negara yang maju memiliki kualitas mutu pendidikan yang baik, karena dengan pendidikan yang baik akan menghasilkan sumber daya manusia yang cerdas, berkualitas, dan kompeten. Kualitas sumber daya manusia yang tinggi akan melahirkan produktivitas yang tinggi, dan akhirnya mencerminkan daya saing bangsa yang tinggi (Supardi, 2015: 113). Dengan kata lain, untuk memajukan suatu bangsa diperlukan sumber daya manusia yang baik, dan sumber daya manusia yang baik dapat diperoleh dengan pendidikan yang baik pula. Untuk mencapai hal tersebut, tentu suatu bangsa perlu meningkatkan mutu pendidikan di negaranya. Di era globalisasi ini, dimana ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang begitu pesat memberikan tantangan tersendiri bagi para tenaga pendidik. Tantangan kemajuan teknologi dan arus globalisasi menuntut para pendidik untuk dapat menghasilkan siswa sebagai sumber daya manusia yang memiliki pengetahuan tinggi dan keterampilan agar mampu menjawab tantangan tersebut (Anita, 2008: 8).

Pendidikan di Indonesia dilalui dengan proses pembelajaran. Untuk meningkatkan mutu pendidikan, berarti perlu diperhatikan proses pembelajarannya. Permasalahan yang sering muncul dalam pembelajaran adalah kesulitan siswa dalam menghubungkan antara apa yang ia pelajari dengan bagaimana pemanfaatannya dalam kehidupan nyata. Pembelajaran yang selama ini diterima siswa hanyalah berada tingkat hafalan dari sekian rentetan topik atau pokok bahasan tanpa diikuti dengan pemahaman yang mendalam (Masnur, 2007: 40). Data dari UNESCO melalui *Program for*

Programme for International Student Assessment (PISA) pada tahun 2003 menunjukkan bahwa keterampilan membaca anak-anak Indonesia usia 15 tahun ke atas, berada pada urutan ke-39 dari 41 negara yang diteliti. Sebagian besar siswa yang diteliti memperoleh skor tes membaca pemahaman berada pada kategori rendah, dengan menjawab secara benar rata-rata di bawah 36,1% (Anwar, 2009: 320-321). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pemahaman sebagian besar siswa Indonesia masih rendah. Proses pembelajaran didukung oleh banyak hal antara lain kurikulum, program pengajaran, pendekatan pembelajaran, kualitas guru, materi pembelajaran, strategi pembelajaran, sumber belajar dan teknik/bentuk penilaian. Komponen pendukung tersebut dapat menjadi penentu keberhasilan suatu pembelajaran (Masnur, 2007: 40) dan berpengaruh terhadap hasil belajar (Arijani, 2005: 138).

Sumber belajar juga berpengaruh dalam mendukung terbentuknya pemahaman siswa selain materi pembelajaran yang dikaitkan dengan kehidupan siswa seperti yang telah disebutkan sebelumnya. Buku adalah salah satu sumber belajar pegangan utama siswa. Buku sudah terstruktur sedemikian rupa dan pada umumnya sudah disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku (Suhardi, 2007: 18). Buku teks atau buku ajar siswa memegang peranan penting di dalam proses pembelajaran, yaitu antara lain menjadi sumber belajar, menunjang implementasi kurikulum sekolah, membantu meningkatkan minat baca siswa dan memfasilitasi terjadinya proses berpikir analitis (Suhardi, 2007: 25). Jumlah buku ajar siswa yang tersedia di pasaran sangat banyak dan beragam serta dengan kualitas yang berbeda. Menurut Yusuf dan Oom (2007: 1), beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa masih ditemukan konsep-konsep yang kurang tepat dan miskonsepsi sehingga diperlukan konsepsi alternatif pada buku ajar. Oleh karena itu diperlukan buku penunjang lain yang dapat memperkaya penguasaan ilmu pengetahuan dan dapat menjadi pelengkap buku teks pelajaran.

Buku pengayaan dapat digunakan sebagai sumber belajar yang dapat menunjang proses pembelajaran. Hal ini sesuai dengan Permendiknas RI Nomor 2 Tahun 2008 Tentang Buku Pasal 6 Ayat 2 yang menyatakan bahwa selain buku teks, pendidik dapat menggunakan buku panduan pendidik,

buku pengayaan, dan buku referensi .dalam proses pembelajaran. Sedangkan ayat 3 menyatakan bahwa pendidik dapat menganjurkan peserta didik (siswa) untuk membaca buku pengayaan dan buku referensi untuk menambah pengetahuan dan wawasan peserta didik. Buku pengayaan adalah buku yang memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pendidikan dasar, menengah dan perguruan tinggi (Permendiknas RI Nomor 2 Tahun 2008 Tentang Buku Pasal 1 Ayat 5). Buku pengayaan memiliki beberapa kelebihan dibandingkan buku teks atau buku ajar. Beberapa kelebihan tersebut antara lain mempunyai cakupan materi yang lebih luas, masa edar yang lebih lama, kajian hanya fokus ke topik/judul sehingga tidak melelahkan dan dapat ditulis tanpa batas waktu (deadline) (Johan, 2010: 1). Buku pengayaan memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan IPTEK dan keterampilan, membentuk kepribadian peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan dan masyarakat pembaca lainnya (Suherli, 2008: 8).

Dalam Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra yang ditulis Ana Rediati pada tahun 2015 dengan judul “Pengembangan Buku Pengayaan Cara Menulis Teks Penjelasan Bermuatan Nilai Budaya Lokal Untuk Peserta Didik Kelas V Sekolah Dasar” menunjukkan bahwa keterampilan siswa mengalami peningkatan setelah membaca buku pengayaan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan rata-rata skor siswa dari 64,93 menjadi 72,49. Kaitan jurnal ini dengan penelitian adalah menunjukkan bahwa buku pengayaan memberikan pengaruh dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam bidang bahasa, sehingga perlu untuk membuat buku pengayaan di bidang fisika guna meningkatkan pengetahuan fisika siswa.

Fisika merupakan salah satu rumpun ilmu pengetahuan alam yang menjelaskan konsep gejala atau fenomena alam. Ilmu pengetahuan alam secara klasikal dibagi menjadi dua bagian, yaitu (1) ilmu-ilmu fisik (physical sciences) yang objeknya zat, energi, dan transformasi zat dan energi, (2) ilmu-ilmu biologi (biological sciences) yang objeknya adalah makhluk hidup dan lingkungannya . Secara garis besar pembelajaran fisika adalah proses belajar yang bersifat untuk menentukan konsep, prinsip, teori, dan hukum - hukum alam, serta untuk dapat menimbulkan reaksi, atau jawaban yang

dapat dipahami dan diterima secara objektif, jujur dan rasional (Sulistiyono, 1998).

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang dianggap paling sulit oleh siswa. Kebanyakan dari siswa menganggap fisika adalah suatu ilmu yang sulit dimengerti dan memerlukan banyak energi serta waktu untuk memahaminya (Fitra Suci Arista, 2013). Melalui web resminya (www.sman3-bdg.net), hasil polling yang dilakukan oleh SMA Negeri 3 Bandung mengenai mata pelajaran paling sulit, sebanyak 109 dari 356 siswa memilih fisika sebagai mata pelajaran paling sulit.

Tabel 1.1 Hasil polling mata pelajaran paling sulit di SMA Negeri 3 Bandung

Mata pelajaran	Jumlah responden dan persentase
Fisika	103 siswa (28,9 %)
Matematika	85 siswa (23,9 %)
Kima	58 siswa (16,3 %)
B. Indonesia	50 siswa (14 %)
Biologi	34 siswa (9,6 %)
B. Inggris	26 siswa (7,3 %)
Total jumlah responden =	356

(sumber : www.sman3-bgd.net)

Sejak awal perkembangannya di tahun 1920-an, teknologi pendidikan selalu dikaitkan dengan peralatan multimedia. Perkembangan ini oleh Dorris (dalam Muh. Yusuf, 2012: 66) disebut sebagai “*the enrichment of education through the seeing experiences*”. Sejalan dengan itu, Dale (dalam Riska, 2014: 2) memperkirakan bahwa pemerolehan hasil belajar melalui media indera pandang berkisar 75%, melalui indera dengar 13% dan melalui indera lainnya sekitar 12%. Berlandaskan hasil survei tersebut, dalam proses pembelajaran guru dituntut untuk dapat memanfaatkan berbagai teknologi untuk melakukan inovasi yang dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan yaitu penggunaan

multimedia sebagai media pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Waldopo (2005: 252), didapatkan bahwa setelah menyaksikan demonstrasi pemanfaatan program multimedia interaktif dalam kegiatan pembelajaran, baik guru maupun siswa sependapat bahwa program multimedia interaktif sangat membantu dalam memahami materi pelajaran yang sedang dipelajari. Dalam penelitian tersebut, Waldopo mendapatkan bahwa menurut para siswa Fisika menempati urutan kedua untuk mata pelajaran yang membutuhkan penyajian materi dalam bentuk multimedia. Adapun urutan dari mata pelajaran yang membutuhkan program multimedia untuk menyajikan materi yaitu: 1) Biologi (72%), 2) Fisika (62%), 3) Matematika (54%), 4) Kimia (50%), 5) Bahasa Inggris (30%), 6) Sejarah (22%), 7) Geografi (20%), 8) Akutansi (10%), 9) Mata pelajaran lainnya (4%). Kaitannya dengan penelitian ini adalah perlu dibuatnya program multimedia dalam pembelajaran fisika guna meningkatkan kemampuan siswa.

Media pembelajaran berbasis multimedia salah satunya yaitu Augmented Reality. Kangdon Lee (2012: 19) menyatakan bahwa Augmented Reality berpotensi dalam meningkatkan efisiensi dari pendidikan dan pelatihan akademik, dan korporasi sekitar dengan memberikan informasi pada waktu dan tempat yang tepat serta menawarkan konten yang kaya dengan menghasilkan citra 3D. Penggunaan media pembelajaran berbasis Augmenteed Reality memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan metode mengajar tradisional yaitu memberikan stimulasi beberapa indera: peraba, penglihatan, dan pendengaran, sehingga siswa menjadi aktif terlibat dalam proses pembelajaran (David, 2013: 26). Selain itu, Augmented Reality juga dapat membuat lingkungan pendidikan lebih produktif, menyenangkan dan interaktif dari sebelumnya (Kangdon Lee, 2012: 19). Augmented Reality memiliki banyak peluang untuk terus dikembangkan. Hannes Kaufmann (2003: 4) dalam papernya yang berjudul "Collaborative Augmented Reality in Education" mengungkapkan karena kemajuan dalam perkembangan konsep pedagogis, aplikasi dan teknologi, dan penurunan biaya perangkat keras, penggunaan skala kecil teknologi Augmented Reality untuk lembaga pendidikan menjadi sangat memungkinkan dalam dekade ini (dengan asumsi pembangunan berkelanjutan di tingkat yang sama). Namun

sayangnya di Indonesia masih belum banyak pengembangan multimedia *Augmented Reality* dalam bidang pendidikan.

Berdasarkan uraian tersebut, menjadi dasar pemikiran untuk mengembangkan buku pengayaan Fisika yang tidak hanya berisi informasi untuk memperkaya ilmu pengetahuan, melainkan juga memanfaatkan kemajuan teknologi dengan menambahkan program multimedia *Augmented Reality* di dalamnya. Adapun pokok bahasan yang dipilih untuk buku pengayaan ini adalah Alat Optik, karena pada pokok bahasan tersebut membahas berbagai macam alat optik yang dekat dengan kita, namun tidak kita ketahui secara pasti ilmu yang berkaitan dengan alat optik tersebut, baik secara fisika ataupun ilmu – ilmu lainnya sehingga perlu untuk dibahas serta divisualisasikan dalam bentuk 3D dan video agar menambah ketertarikan pembaca dengan pokok bahasan yang diangkat. Oleh karena itu, munculah ide “Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika Pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*”.

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan buku pengayaan pengetahuan fisika pada pokok bahasan alat optik yang dilengkapi dengan *augmented reality* yang layak untuk digunakan. Adapun alat – alat optik yang dibahas dibatasi hanya beberapa saja sesuai dengan kebutuhan berdasarkan dari analisis kebutuhan.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian yaitu “Apakah buku pengayaan pengetahuan fisika pada pokok bahasan alat optik yang dilengkapi dengan *augmented reality* yang dikembangkan layak untuk digunakan?”

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku pengayaan pengetahuan fisika pada pokok bahasan alat optik yang dilengkapi dengan *augmented reality* yang layak untuk digunakan.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Peserta didik

- a. Dapat membantu peserta didik dalam memperkaya ilmu pengetahuan melalui pembelajaran secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru.
- b. Membantu peserta didik untuk mengenali beberapa alat optik yang dipelajari di sekolah secara lebih mendalam ataupun yang tidak dipelajari di sekolah.

2. Guru

- a. Mengatasi keterbatasan waktu dalam pelaksanaan pembelajaran.
- b. Mengatasi keterbatasan wawasan ilmu pengetahuan pada pokok bahasan Alat Optik yang dibahas di sekolah.
- c. Sebagai sumber belajar alternatif yang membantu guru untuk memperkaya pengetahuan murid dengan ataupun tanpa bimbingan guru.

3. Peneliti

- a. Menambah keterampilan dalam mengembangkan bahan ajar berupa buku pengayaan.
- b. Menambah keterampilan di bidang teknologi dalam mengembangkan keterampilan membuat aplikasi *Augmented Reality* berupa 3D dan video.
- c. Sebagai prasyarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2013: 407). Richey dan Klein (2007: XV) mengatakan bahwa penelitian dan pengembangan merupakan studi sistematis dari desain, pengembangan dan proses evaluasi dengan tujuan mendirikan dasar empiris untuk penciptaan produk pembelajaran dan bukan pembelajaran serta alat-alat dan model yang diperbaharui atau baru yang mengatur perkembangan mereka. Penelitian dan pengembangan didefinisikan juga sebagai suatu penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan atau mengembangkan suatu produk-produk yang berhubungan dengan pendidikan yang diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan melalui tahap analisis kebutuhan, menguji keefektifan produk, dan memvalidasi produk yang disertai dengan evaluasi revisi produk (Lumy, 2011: 17). Berdasarkan uraian tersebut didapatkan bahwa penelitian dan pengembangan merupakan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan atau mengembangkan produk-produk pendidikan yang dapat digunakan pada proses pembelajaran dimana penelitian ini melalui tahap-tahap dari mulai analisis kebutuhan sampai produksi massal.

Tujuan utama penelitian dan pengembangan dalam bidang pendidikan menurut Gay, Mills, dan Airasian dalam Emzir (2011: 263) bukan untuk merumuskan atau menguji teori, tetapi untuk mengembangkan produk-produk yang efektif untuk digunakan di sekolah-sekolah. Sejalan dengan hal tersebut, Asim dalam Rina (2013: 4) juga mengemukakan bahwa model penelitian dan pengembangan ini digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam proses pembelajaran. Produk-produk yang dihasilkan oleh penelitian dan pengembangan mencakup materi pelatihan guru, materi ajar, seperangkat tujuan perilaku, materi media, dan sistem-sistem manajemen (Emzir, 2011: 263).

Menurut Depdiknas dalam Lumy (2011: 17) penelitian dan pengembangan memiliki beberapa langkah-langkah yang dilakukan pada saat melakukan penelitian yaitu analisis kebutuhan, tahap pengembangan dan tahap uji coba serta dilengkapi dengan penyebaran bahan ajar. Adapun langkah-langkah penelitian dan pengembangan menurut Borg dan Gall dalam Emzir (2011: 270-271) meliputi: (1) penelitian dan pengumpulan informasi, (2) perencanaan, (3) pengembangan bentuk awal produk, (4) uji lapangan dan revisi produk, (5) revisi produk akhir, dan (6) diseminasi dan implementasi. Sedangkan menurut Sugiono (2013: 409) langkah-langkah penelitian dan pengembangan yaitu: (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan informasi, (3) desain produk, (4) validasi desain, (5) perbaikan desain, (6) uji coba produk, (7) revisi produk, (8) uji coba pemakaian, (9) revisi produk tahap akhir, dan (10) produksi massal.

1. Potensi dan Masalah

Penelitian dapat berangkat dari adanya potensi dan masalah. Potensi adalah segala sesuatu yang bila didayagunakan akan memiliki nilai tambah. Sedangkan masalah adalah penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi. Potensi dan masalah yang dikemukakan dalam penelitian harus ditunjukkan dengan data empirik.

2. Pengumpulan Informasi

Setelah potensi dan masalah dapat ditunjukkan secara faktual dan *uptodate*, maka selanjutnya perlu dikumpulkan berbagai informasi yang dapat digunakan sebagai bahan untuk perencanaan produk tertentu yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Pada tahap ini penting yang dilakukan adalah analisis kebutuhan terhadap produk yang akan dikembangkan.

3. Desain Produk

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, langkah selanjutnya yaitu membuat desain dari produk yang akan akan dikembangkan. Desain produk harus diwujudkan dalam gambar atau bagan, sehingga dapat digunakan sebagai pegangan untuk menilai dan membuatnya.

4. Validasi desain

Validasi desain merupakan proses kegiatan untuk menilai apakah rancangan produk yang dilakukan dengan memberi penilaian berdasarkan pemikiran rasional, tanpa uji coba lapangan. Validasi produk dapat dilakukan dengan cara menghadirkan beberapa pakar atau tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai produk baru yang dirancang tersebut. Validasi desain dapat juga dilakukan dalam forum diskusi.

5. Perbaiki desain

Setelah desain produk divalidasi, maka akan dapat diketahui kelemahannya. Kelemahan tersebut selanjutnya dicoba untuk dikurangi dengan cara memperbaiki desain.

6. Uji Coba Produk

Setelah melakukan revisi terhadap desain produk, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji coba produk. Uji coba dilakukan untuk mengetahui efektivitas dari produk yang dikembangkan. Uji coba dapat dilakukan pada kelompok terbatas.

7. Revisi Produk

Revisi produk perlu dilakukan karena beberapa alasan, yaitu uji coba yang dilakukan masih bersifat terbatas sehingga tidak mencerminkan situasi dan kondisi yang sesungguhnya, dalam uji coba ditemukan kelemahan dan kekurangan produk yang dikembangkan.

8. Uji Coba Pemakaian

Setelah dilakukan revisi terhadap produk yang akan dikembangkan, selanjutnya dilakukan uji coba dilakukan pada kelompok yang lebih luas untuk mengetahui efektivitas produk yang akan dikembangkan dan memperoleh masukan untuk melakukan revisi produk tahap akhir.

9. Revisi Produk tahap Akhir

Setelah dilakukan uji coba produk pada kelompok yang lebih luas, dilakuakn revisi produk akhir berdasarkan masukan yang diperoleh.

10. Produksi Massal

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam penelitian pengembangan. Dalam bidang pendidikan produksi massal dari produk yang dikembangkan merupakan suatu pilihan yang berimplikasi pada pemanfaatan yang lebih luas.

Sementara itu, langkah penelitian dan pengembangan yang dirancang oleh Dick and Carey yang kemudian dimodifikasi oleh Atwi Suparman dalam buku desain instruksional modern (2014) menjadi model pengembangan instruksional (MPI) antara lain:

1. Mengidentifikasi Kebutuhan Instruksional dan Menulis Tujuan Instruksional Umum (TIU)

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis kebutuhan instruksional dengan melakukan studi literatur dari penelitian-penelitian yang ada untuk mengetahui kesenjangan antara media pembelajaran yang sudah dikembangkan dengan media pembelajaran yang dibutuhkan oleh siswa dan guru pada masa sekarang.

Tujuan instruksional umum terdiri dari empat bagian. Pertama, orang yang belajar, tujuan ini berorientasi pada peserta didik. Kedua, istilah yang digunakan adalah “akan dapat”, istilah “akan dapat” dihubungkan dengan kata kerja yang menunjukkan hasil belajar bukan kepada proses belajar. Ketiga, kata kerja dalam tujuan instruksional haruslah berbentuk kata kerja aktif dan dapat diamati. Keempat, tujuan instruksional mengandung objek seperti desain pembelajaran, rencana kegiatan pembelajaran dan kegiatan pembelajaran.

2. Melakukan Analisis Instruksional

Analisis instruksional adalah proses menjabarkan kompetensi umum menjadi subkompetensi, kompetensi dasar atau kompetensi khusus yang tersusun secara logis dan sistematis. Berikut adalah langkah-langkah praktis yang digunakan dalam melakukan analisis instruksional.

- a. Mengklasifikasi tujuan ke dalam ranah belajar Gagne

- b. Menentukan langkah-demi-langkah apa yang dilakukan seseorang ketika mereka melakukan tujuan tersebut (mengenal keterampilan bawahan / *subordinat*)
- c. Menentukan keterampilan, pengetahuan, dan sikap, yang dikenal sebagai perilaku masukan (*entry behaviors*), yang diperlukan peserta didik untuk dapat memulai instruksional. Peta konsep akan menggambarkan hubungan di antara semua keterampilan yang telah diidentifikasi.

3. Mengidentifikasi Perilaku dan Karakteristik Awal Peserta Didik

Pada langkah dilakukan analisis terhadap pembelajar, analisis konteks di mana mereka akan belajar, dan analisis konteks di mana mereka akan menggunakannya. Keterampilan pembelajar, pilihan, dan sikap yang telah dimiliki pembelajar akan digunakan untuk merancang strategi instruksional.

4. Menulis Tujuan Instruksional Khusus (TIK)

Tujuan instruksional khusus berasal dari keterampilan yang diidentifikasi dalam analisis Instruksional, akan mengidentifikasi keterampilan yang harus dipelajari, kondisi di mana keterampilan yang harus dilakukan, dan kriteria untuk kinerja yang sukses.

5. Menyusun Alat Penilaian Hasil Belajar

Berdasarkan tujuan yang telah ditulis, langkah ini adalah mengembangkan butir-butir penilaian yang sejajar (tes acuan patokan) untuk mengukur kemampuan siswa seperti yang diperkirakan dari tujuan. Penekanan utama berkaitan diletakkan pada jenis keterampilan yang digambarkan dalam tujuan dan penilaian yang diminta.

6. Menyusun Strategi Instruksional

Bagian-bagian siasat instruksional menekankan komponen untuk mengembangkan belajar pembelajar termasuk kegiatan pra-instruksional, presentasi isi, partisipasi peserta didik, penilaian, dan tindak lanjut kegiatan.

7. Mengembangkan Bahan Instruksional

Ketika kita menggunakan istilah bahan instruksional kita sudah termasuk segala bentuk instruksional seperti panduan guru, modul, *overhead* transparansi, kaset video, komputer berbasis multimedia, dan halaman web untuk instruksional jarak jauh. maksudnya bahan memiliki konotasi.

8. Menyusun Desain dan Melaksanakan Evaluasi Formatif

Ada tiga jenis evaluasi formatif yaitu penilaian satu-satu, penilaian kelompok kecil, dan penilaian uji lapangan. Setiap jenis penilaian memberikan informasi yang berbeda bagi perancang untuk digunakan dalam meningkatkan Instruksional. Teknik serupa dapat diterapkan pada penilaian formatif terhadap bahan atau instruksional di kelas.

9. Sistem Instruksional

Strategi Instruksional ditinjau kembali dan akhirnya semua pertimbangan ini dimasukkan ke dalam revisi instruksional untuk membuatnya menjadi media instruksional lebih efektif.

10. Implementasi, Evaluasi Sumatif dan Difusi Inovasi

Hasil-hasil pada tahap di atas dijadikan dasar untuk menulis perangkat yang dibutuhkan. Hasil perangkat selanjutnya divalidasi dan diujicobakan di kelas atau diimplementasikan di kelas dengan evaluasi sumatif.

B. Buku Pengayaan

1. Pengertian Buku Pengayaan

Buku pengayaan di masyarakat sering dikenal dengan istilah buku bacaan atau buku perpustakaan. Buku ini dimaksudkan untuk memperkaya wawasan, pengalaman, dan pengetahuan pembacanya. Buku pengayaan dapat diartikan sebagai buku yang memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan ipteks dan keterampilan; membentuk kepribadian peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan, dan masyarakat pembaca lainnya (Suherli, 2008: 8). Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia

Nomor 2 Tahun 2008 Tentang Buku pasal 1 ayat 5, buku pengayaan adalah buku yang memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pendidikan dasar, menengah dan perguruan tinggi. Buku pengayaan dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu buku pengayaan pengetahuan, buku pengayaan keterampilan, dan buku pengayaan kepribadian.

Buku pengayaan memiliki sifat penyajian yang khas, berbeda dengan buku teks pelajaran. Buku pengayaan dapat disajikan secara bervariasi, baik dengan menggunakan variasi gambar, ilustrasi, atau variasi alur wacana. Buku pengayaan bersifat mengembangkan dan meluaskan kompetensi siswa, baik dalam aspek pengetahuan, keterampilan, maupun kepribadian.

Buku pengayaan mampu memberikan tambahan pengetahuan kepada pembacanya, baik yang bersentuhan langsung dengan materi yang dipelajari dalam lembaga pendidikan maupun di luar itu. Dalam konteks lembaga pendidikan, buku pengayaan akan memosisikan peserta didik agar memperoleh tambahan pengetahuan dari hasil membaca buku-buku tersebut yang dalam buku teks pelajaran tidak diperoleh informasi pengetahuan yang lebih lengkap dan luas sebagaimana tertuang dalam buku pengayaan.

Adapun karakteristik buku pengayaan adalah (1) Materi dapat bersifat kenyataan atau rekaan; (2) Pengembangan materi tidak terkait langsung dengan kurikulum atau kerangka dasarnya; (3) Materi disajikan secara populer atau teknik lain yang inovatif; (4) Penyajian materi dapat berbentuk deskripsi, eksposisi, argumentasi, narasi, puisi, dialog, dan/atau menggunakan penyajian gambar; (5) Penggunaan media bahasa atau gambar dilakukan secara inovatif dan kreatif.

2. Jenis-jenis Buku Pengayaan

Dalam buku pedoman penulisan buku nonteks, buku pengayaan dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu kelompok buku pengayaan: (1) pengetahuan, (2) keterampilan, dan (3) kepribadian.

a. Buku Pengayaan Pengetahuan

Buku pengayaan pengetahuan adalah buku yang memuat materi yang dapat memperkaya penguasaan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni, dan menambah kekayaan wawasan akademik pembacanya. Konsep dasar pengetahuan yang dikembangkan harus dapat dipertanggungjawabkan secara keilmuan, baik dari konsep dasar ilmu maupun perkembangan keilmuan yang dirunut. Konsep dasar yang dimaksud harus sistematis, objektif, dan terbuka. Sistematis berarti bahwa materi yang disajikan itu merupakan suatu kesatuan yang bertemali dengan ilmu lain, baik dari sisi isi maupun wilayah garapannya. Objektif berarti bahwa materi yang disajikan dapat dipertanggungjawabkan secara material. Terbuka berarti bahwa materi itu dapat dijelaskan secara ilmiah.

Buku pengayaan pengetahuan dapat mengembangkan pengetahuan (*knowledge development*) pembaca, bukan sebagai *science* (baik untuk ilmu pengetahuan alam maupun sosial) yang merupakan bidang kajian. Buku pengayaan pengetahuan bagi pelajar akan berhubungan dengan upaya-upaya memperkaya pencapaian tujuan pendidikan secara umum dan dapat membantu peningkatan kompetensi kognitifnya.

Buku pengayaan pengetahuan di antaranya memiliki fungsi pengaya pengetahuan, yaitu (1) dapat meningkatkan pengetahuan (knowledge) pembaca; dan (2) dapat menambah wawasan pembaca tentang ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni. Ciri-ciri buku pengayaan pengetahuan adalah:

- 1) Materi atau isi buku bersifat kenyataan
- 2) Pengembangan isi tulisan tidak terikat pada kurikulum
- 3) Pengembangan materi bertumpu pada perkembangan ilmu terkait
- 4) Bentuk penyajian berupa deskriptif dan dapat disertai gambar
- 5) Penyajian isi buku dilakukan secara populer

Penulisan buku pengayaan pengetahuan harus memperhatikan komponen-komponen yang ada di dalamnya, baik komponen materi, penyajian, maupun bahasa. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam buku pengayaan pengetahuan berdasarkan instrumen penilaian buku pengayaan yang diterbitkan oleh pusat kurikulum dan buku, antara lain:

- 1) Materi mendukung pencapaian minimal salah satu tujuan pendidikan nasional.
- 2) Materi tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.
- 3) Materi merupakan karya orisinal dan tidak menimbulkan masalah SARA serta tidak mendiskriminasi gender.
- 4) Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.
- 5) Materi memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang sesuai dengan kondisi Indonesia dan erat dengan konteks ke-Indonesian.
- 6) Materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.
- 7) Materi disajikan agar dapat mencapai sikap spiritual dan sosial.
- 8) Materi disajikan agar dapat mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh dan inovatif.
- 9) Materi disajikan agar dapat mengembangkan keterampilan dan memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.
- 10) Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi.
- 11) Istilah yang digunakan dalam buku pengayaan harus baku.
- 12) Bahasa (ejaan, kosakata, kalimat, dan paragraf) digunakan dengan tepat, lugas, dan jelas.

b. Buku Pengayaan Keterampilan

Buku pengayaan keterampilan adalah buku-buku yang memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan kemampuan dasar para pembaca dalam rangka meningkatkan aktivitas yang praktis dan mandiri. Dalam buku tersebut termuat materi yang dapat meningkatkan, mengembangkan dan memperkaya dalam kemampuan menghitung, memberi nama, menghubungkan, dan mengkomunikasikan kepada orang lain sehingga mendorong untuk berkarya dan bekerja secara praktis.

Buku pengayaan keterampilan tersebut dibuat untuk menjadi bahan bacaan bagi seluruh peserta didik, para pendidik, para pengelola pendidikan dan anggota masyarakat lainnya yang meminati dan menginginkan kemampuan dasarnya menjadi bertambah kaya, khususnya dalam kecakapan praktis yang dibutuhkan dalam hidupnya.

Buku pengayaan keterampilan memuat materi yang dapat memperkaya penguasaan keterampilan bidang tertentu. Ciri-ciri buku pengayaan keterampilan adalah:

- 1) Materi/isi buku mengembangkan keterampilan yang bersifat faktual
- 2) Materi/isi buku berupa prosedur melakukan suatu jenis keterampilan
- 3) Penyajian materi dilakukan secara prosedural
- 4) Bentuk penyajian dapat berupa narasi atau deskripsi yang dilengkapi gambar/ilustrasi
- 5) Bahasa yang digunakan bersifat teknis

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam buku pengayaan keterampilan berdasarkan instrumen penilaian buku pengayaan yang diterbitkan oleh pusat kurikulum dan buku, antara lain:

- 1) Materi mendukung pencapaian minimal salah satu tujuan pendidikan nasional.
- 2) Materi tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.
- 3) Materi merupakan karya orisinal dan tidak menimbulkan masalah SARA serta tidak mendiskriminasi gender.
- 4) Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.
- 5) Materi mengembangkan kecakapan akademik, sosial, dan kejujuran (vokasional) untuk memecahkan masalah dan mengembangkan jiwa kewirausahaan.
- 6) Materi disajikan secara runtut, sistematis, lugas, dan mudah dipahami.
- 7) Materi disajikan agar dapat mencapai sikap spiritual dan sosial.
- 8) Materi disajikan agar dapat mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh dan inovatif.
- 9) Materi disajikan agar dapat mengembangkan aktivitas fisik, memotivasi untuk berkreasi, berinovasi, dan menerapkan berdasarkan bahan, alat, dan tahapan kerja.
- 10) Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi.
- 11) Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif, dan fungsional sesuai dengan pembaca sasaran.
- 12) Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku.

c. Buku Pengayaan Kepribadian

Buku pengayaan kepribadian adalah buku yang memuat materi yang dapat memerkaya dan meningkatkan kepribadian atau pengalaman batin pembaca. Buku pengayaan kepribadian berfungsi sebagai bacaan bagi peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan,

dan masyarakat lain pada umumnya yang dapat memerkaya dan meningkatkan kepribadian atau pengalaman batin.

Konsep dasar kepribadian yang dikembangkan dalam buku-buku pengayaan kepribadian juga mengacu kepada "*insan Indonesia cerdas dan kompetitif*". Tentu saja hal ini harus sesuai dengan lingkungan sosial budaya Indonesia. Dalam konteks ini, "*insan Indonesia cerdas dan kompetitif*" merupakan pribadi yang cerdas spiritual dan kematangan beragama, cerdas emosional dan sosial, serta cerdas intelektual. Selain itu, buku yang ditulis juga mendorong kecerdasan kinestetik (karya) dan mampu membangun jiwa produktif dan kompetitif.

Dari perspektif buku pendidikan, buku pengayaan kepribadian diharapkan dapat mendukung pencapaian tujuan pendidikan secara umum. Pemaknaan buku pengayaan kepribadian adalah mampu meningkatkan kualitas kepribadian pembaca, selain yang tertuang di dalam tujuan pendidikan. Pada akhirnya, buku pengayaan kepribadian diharapkan juga dapat memosisikan pembaca dalam kerangka pembentukan kepribadian yang mantap, stabil, dewasa, arif, berwibawa, dan menjadi teladan bagi sesamanya dari hasil membaca buku-buku tersebut yang dalam buku pelajaran tidak diperoleh uraian dan contoh yang lebih lengkap dan luas. Ciri-ciri buku pengayaan kepribadian adalah:

- 1) Materi/isi buku dapat bersifat faktual atau rekaan
- 2) Materi/isi buku meningkatkan dan memperkaya kualitas kepribadian atau pengalaman batin
- 3) Penyajian materi/isi buku dapat berupa narasi, deskripsi, puisi, dialog atau gambar
- 4) Bahasa yang digunakan bersifat figurative

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam buku pengayaan kepribadian berdasarkan instrumen penilaian buku pengayaan yang diterbitkan oleh pusat kurikulum dan buku, antara lain:

- 1) Materi mendukung pencapaian minimal salah satu tujuan pendidikan nasional.
- 2) Materi tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.
- 3) Materi merupakan karya orisinal dan tidak menimbulkan masalah SARA serta tidak mendiskriminasi gender.
- 4) Materi memiliki kedalaman isi dan memiliki nilai kreativitas tinggi.
- 5) Materi membangun karakter bangsa Indonesia yang mantap, stabil, dan diidamkan sesuai dengan tujuan Pendidikan Nasional.
- 6) Untuk jenis fiksi materi disajikan dengan memperhatikan unsur-unsur instrinsik seperti puisi, pantun, novel dan cerita, serta drama sedangkan untuk jenis nonfiksi materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, mudah dipahami, serta memperhatikan unsur-unsur instrinsik seperti sistematika, fakta, keteladanan, motivasi, latar belakang tokoh, alur, perwatakan, klimaks.
- 7) Materi disajikan agar dapat mencapai sikap spiritual dan sosial.
- 8) Untuk jenis fiksi materi disajikan secara orisinal, kreatif, inovatif, dan inspiratif sedangkan untuk jenis nonfiksi materi disajikan untuk mengembangkan pengetahuan dan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh.
- 9) Materi disajikan agar dapat mengembangkan aktivitas dan memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.
- 10) Ilustrasi sesuai dengan pembaca sasaran dan memperjelas isi.
- 11) Bahasa yang digunakan etis, estetis, komunikatif, dan fungsional sesuai dengan pembaca sasaran.
- 12) Bahasa (ejaan, tanda baca, kosakata, kalimat, dan paragraf) sesuai dengan kaidah dan istilah yang digunakan baku.

3. Langkah Menulis Buku Pengayaan

Adapun tahapan-tahapan tersebut antara lain:

- a. Membaca buku-buku pengayaan (pengetahuan, keterampilan, dan kepribadian) yang dianggap bagus secara berulang-ulang.
- b. Membuat tulisan asli, jangan meniru gagasan atau struktur dari buku-buku pengayaan yang sudah dikenal.
- c. Memastikan tulisan akan memberi dampak emosional (pembaca harus mengalami perubahan karena membaca).
- d. Memastikan bahwa isi bacaan menarik untuk pembaca di berbagai usia, sekalipun pembaca sasaran telah ditetapkan.
- e. Menulis deskripsi dengan memerhatikan pesan “tunjukkanlah, jangan hanya menceritakan”.
- f. Penulis harus selalu ingat bahwa rahasia menulis yang baik adalah menulis ulang.
- g. Penulis harus memastikan bahwa naskah ditulis secara efektif, baik ejaan, kata, istilah, kalimat, maupun paragraf sesuai dengan kaidah bahasa dan berbahasa.
- h. Penulis pemula harus tetap yakin jika terjadi “penolakan naskah” dari penerbit maka lakukan penulisan ulang, berpikir ulang, dan kirim ke percetakan/penerbit lain.

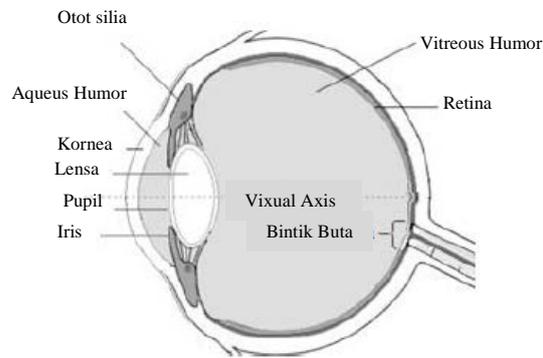
C. Alat Optik

Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik, di antaranya adalah pemantulan dan pembiasan. Alat optik banyak digunakan, baik untuk keperluan praktis dalam kehidupan sehari-hari maupun untuk keperluan keilmuan. Beberapa contoh alat optik antara lain:

1. Mata

Mata adalah alat optik alami yang juga merupakan alat indra manusia. Mata memiliki seperangkat komponen optik yang mampu membiaskan sinar yang melaluinya. Komponen optik tersebut adalah sistem lensa, terdiri atas kornea, *aqueous humor*, lensa, dan *vitreous*

humor. Selain itu, mata juga memiliki bagian-bagian lain yang saling bekerja sama sehingga proses melihat bisa terjadi.



Gambar 2.1 Bagian-bagian mata.

Tabel 2.1 Bagian-bagian mata dan fungsinya

No	Bagian Mata	Fungsi
1.	Kornea	Menerima dan meneruskan cahaya yang masuk pada mata, serta melindungi bagian mata yang sensitive di bawahnya
2.	Pupil	Tempat masuknya cahaya ke dalam mata
3.	Iris	Mengatur besar kecilnya pupil
4.	Aquaeus Humour	Untuk membiaskan cahaya ke dalam mata
5.	Otot Akomodasi	Mengatur tebal dan tipisnya lensa
6.	Lensa Mata	Membiaskan cahaya dari benda supaya terbentuk bayangan pada retina
7.	Retina	Tempat terbentuknya bayangan
8.	Vitreous Humour	Meneruskan cahaya dari lensa ke retina

9.	Bintik Kuning	Tempat terbentuknya bayangan yang jelas
10.	Bintik Buta	Tempat terbentuknya bayangan yang tampak tidak jelas atau kabur
11.	Saraf Mata	Meneruskan rangsangan bayangan dari retina menuju ke otak

Pembiasan sistem lensa bersifat konvergen menuju ke retina. Konvergensi pembiasan sistem lensa menjamin tajam penglihatan (visus) normal manusia. Konvergensi adalah proses pembiasan sinar yang memusat, dihasilkan dari sebuah sistem lensa positif. Positif atau negatif merupakan ukuran indeksi bias (refraction index), yaitu rasio antara kecepatan rambat cahaya melalui media hampa dibandingkan dengan kecepatan rambat cahaya melalui media tertentu yang spesifik. Pembiasan terjadi ketika sinar melalui dua atau lebih media dengan indeks bias yang berbeda. Data indeks bias setiap komponen sistem lensa dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Tabel indeks bias tiap komponen sistem lensa

Sistem Lensa	Kornea	Aquous Humor	Korteks Lensa	Medulla Lensa	Vitreous Humor
N	1,37	1,33	1,38	1,42	1,33

Setiap perubahan indeks bias yang terjadi pada komponen system lensa mata menyebabkan kelainan pembiasan (refraksi). Gangguan pembiasan menyebabkan sinar hasil refraksi tidak tepat pada retina, sehingga menyebabkan tajam penglihatan (visus) mengalami penurunan. Beberapa gangguan pada mata atau yang biasa kita sebut sebagai cacat mata antara lain:

- a. Miopi (Rabun Jauh)
- b. Hipermetropi (Rabun Dekat)

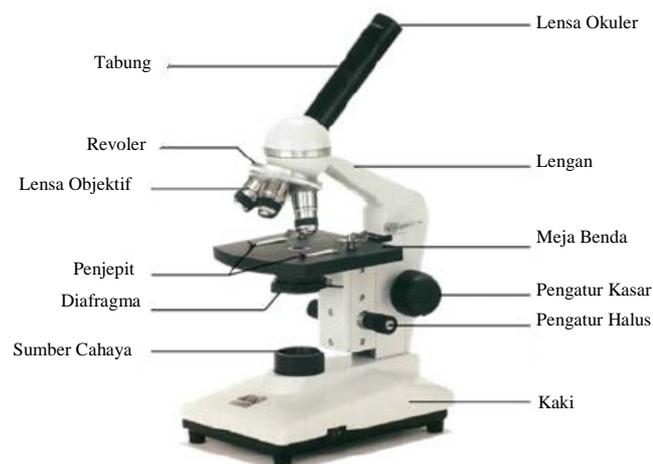
- c. Presbiopi (Mata Tua)
- d. Astigmatisme (Silinder)
- e. Xerophthalmia
- f. Katarak
- g. Glaukoma
- h. Buta Warna
- i. Konjungtivitis
- j. *Age Related Macular Degeneration (ARMD)*

2. Kacamata

Kacamata merupakan alat optik yang menggunakan lensa untuk membantu penglihatan manusia yang mengalami gangguan. Adapun gangguan yang dimaksud adalah gangguan penglihatan akibat kelainan refraksi (*refraction error*) pada mata. Tidak hanya itu, seiring perkembangan zaman kacamata juga digunakan sebagai salah satu penunjang penampilan seseorang serta memiliki fungsi-fungsi lain seperti pelindung mata dari radiasi. Kacamata juga memiliki model dengan yang bermacam-macam.

3. Mikroskop

Mikroskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda kecil agar tampak jelas dan besar. Mikroskop terdiri atas dua buah lensa cembung. Lensa yang dekat dengan benda yang diamati (objek) disebut *lensa objektif* dan lensa yang dekat dengan pengamat disebut *lensa okuler*. Mikroskop yang memiliki dua lensa disebut *mikroskop cahaya lensa ganda (Mikroskop Compound)*.



Gambar 2.2 Bagian-bagian mikroskop

Tabel 2.3 Bagian-bagian mikroskop dan fungsinya

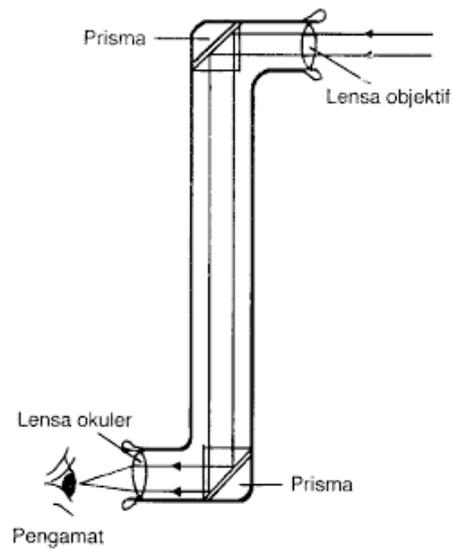
No	Bagian Mikroskop	Fungsi
1.	Tabung	Mengatur focus serta menghubungkan lensa okuler dengan lensa objektif
2.	Revolver/Nosepiece	Mengatur perbesaran lensa objektif
3.	Lensa Objektiv	Membentuk bayangan pertama suatu objek
4.	Lensa Okuler	Memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif
5.	Lensa Kondensor	Mengumpulkan serta memfokuskan cahaya dari sumber kepada objek yang akan diamati
6.	Penjepit	Penahan objek agar tidak bergeser-geser ketika diamati
7.	Diafragma	Mengontrol intensitas cahaya yang masuk ke lensa kondensor

8.	Pengatur Kasar	Mendekatkan lensa objektif ke spesimen
9.	Pengatur Halus	Mendapatkan bayangan dengan kualitas maksimal
10.	Lengan	Sebagai pegangan pada mikroskop
11.	Meja Benda	Tempat meletakkan objek yang akan diamati
12.	Kaki	Sebagai penyangga atau penopang mikroskop
13.	Sumber Cahaya	Sebagai sumber cahaya pada proses pengamatan

Seiring perkembangan zaman, banyak pula jenis-jenis mikroskop yang dikembangkan, sehingga tidak hanya mikroskop cahaya tetapi juga ada mikroskop elektron, mikroskop x-ray, mikroskop neutron, scanning probe mikroskop, dan mikroskop-mikroskop lainnya.

4. Periskop

Periskop adalah alat optik yang berfungsi untuk mengamati objek dari posisi tersembunyi. Prinsip kerja periskop ialah dengan memanfaatkan sifat pemantulan pada cermin atau prisma. Periskop bekerja dengan bantuan dua cermin atau prisma yang diposisikan di kedua lengkungan periskop dengan sudut 45° . Kedua cermin atau prisma ini akan memantulkan cahaya dengan sedemikian rupa, sehingga objek yang diamati dapat terlihat oleh mata secara tersembunyi. Tidak hanya itu, pada periskop modern biasanya juga ditambahkan lensa pada bagian okuler dan objektifnya guna memberikan efek perbesaran pada objek yang diamati.



Gambar 2.3 Periskop

Cahaya yang dipantulkan oleh objek masuk pada cermin/prisma yang pertama kemudian dipantulkan tegak lurus menuju cermin yang kedua. Cermin kedua memantulkan kembali bayangan tersebut tegak lurus menuju mata pengamat. Pantulan inilah yang membuat pengamat bisa melihat objek yang sulit dijangkau oleh mata.

5. Proyektor

Proyektor adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan suatu bayangan yang lebih besar dari objek aslinya pada layar. Objek tersebut berupa gambar dan tulisan. Komponen – komponen utama dari proyektor antara lain sumber cahaya, cermin, lensa kondenser, lensa proyeksi, dan pada proyektor modern terdapat image engine serta mainboard. Proyektor terdiri dari berbagai jenis sesuai dengan perkembangannya. Dari proyektor yang biasa digunakan untuk presentasi hingga proyektor film.



Gambar 2.4 Proyektor

Tabel 2.4 Komponen-komponen utama proyektor dan fungsinya

No	Komponen Utama Proyektor	Fungsi
1.	Sumber Cahaya (Lampu)	Memancarkan cahaya
2.	Image Engine	Menghasilkan gambar yang akan di proyeksikan ke layar
3.	Lensa Kondensor	Mengumpulkan dan memfokuskan cahaya sebanyak mungkin dari sumber cahaya
4.	Lensa Proyeksi	Membentuk atau memproyeksikan gambar slide pada layar dan mengoreksi penyimpangan berkas cahaya
5.	Mainboard	mengendalikan proses internal proyektor

Proyektor memiliki berbagai macam jenis dengan kualitas yang berbeda-beda, karena memiliki komponen yang berbeda pula, baik dari sumber cahaya, image engine, dan yang lainnya. Berikut beberapa jenis proyektor, yaitu:

- a. OHP
- b. Opaque Proyektor

- c. CRT Proyektor
- d. LCD Proyektor
- e. DLP Proyektor
- f. LED Proyektor
- g. LCoS Proyektor
- h. Hanheld Proyektor
- i. Profile Proyektor

D. Augmented Reality

Augmented Reality atau dalam Bahasa Indonesia disebut realitas ditambah merupakan teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut secara *realtime* (Azuma, 1997: 356). Benda-benda maya berfungsi menampilkan informasi yang tidak dapat diterima oleh manusia secara langsung. Informasi yang ditampilkan oleh benda maya membantu pengguna melaksanakan kegiatan-kegiatan dalam dunia nyata. Adapun tiga prinsip pada *Augmented Reality* menurut Ronald T. Azuma (1997: 356), yaitu:

1. *Augmented Reality* merupakan penggabungan dunia nyata dan virtual
2. Berjalan secara interaktif dalam waktu nyata (*real-time*)
3. Terdapat integrasi antara benda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata

Adapun karakteristik yang dimiliki oleh *Augmented Reality* yaitu kombinasi pada dunia nyata dan virtual, interaksi yang berjalan secara *realtime* dan bentuk objek berupa model tiga dimensi. Bentuk data kontekstual dalam sistem *Augmented Reality* dapat berupa data lokasi, audio, video ataupun dalam bentuk data model tiga dimensi. Secara sederhana *Augmented Reality* didefinisikan sebagai lingkungan nyata yang ditambahkan objek virtual.

Penerapan teknologi *Augmented Reality* saat ini sudah cukup luas, setidaknya sudah mencakup 17 bidang dan terus bertambah, salah satunya yaitu bidang pendidikan. Dalam artikel *7 Things You Should Know About Augmented Reality* (Ebducause, 2005: 2) dituliskan mengenai potensi penerapan *Augmented Reality* dalam dunia pendidikan. Pendapat tersebut sejalan dengan kesimpulan Hannes Kaufmann (2003 :4) dalam papernya yang berjudul *Collaborative Augmented Reality in Education*. Dalam kedua tulisan tersebut diungkapkan bahwa seiring dengan kemajuan dalam perkembangan konsep pedagogis, aplikasi dan teknologi, dan penurunan biaya *hardware*, penggunaan skala kecil teknologi *Augmented Reality* untuk lembaga pendidikan menjadi sangat memungkinkan dalam dekade ini. Namun demikian, potensi teknologi ini membutuhkan perhatian yang seksama agar benar-benar dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keberhasilan pendidikan. Adapun keuntungan dari penerapan teknologi *Augmented Reality* menurut Hamilton dan Jorge (2010), yaitu:

1. Menyediakan pembelajaran kontekstual yang kaya bagi individu dalam mempelajari suatu skill
2. Merealisasikan konsep pendidikan dimana siswa memegang kendali dalam proses pembelajaran mereka sendiri
3. Membuka kesempatan dalam menciptakan pembelajaran yang lebih otentik dan dapat diterapkan dalam berbagai gaya pembelajaran
4. Memiliki kekuatan untuk menarik siswa dengan cara yang sebelumnya tidak memungkinkan
5. Memberikan kebebasan bagi siswa dalam melakukan proses penemuan dengan cara mereka sendiri
6. Tidak ada konsekuensi nyata (dengan kata lain aman bagi siswa) jika terjadi kesalahan saat kegiatan pembelajaran/pelatihan skill

Pada *Augmented Reality* terdapat dua metode dalam memunculkan benda-benda maya yaitu *marker based tracking* dan *markerless* (Ari Rosemalatriasari: 2). *Marker based tracking* biasanya merupakan ilustrasi hitam-putih persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih dimana komputer akan mengenali posisi dan orientasi marker dan

menciptakan dunia virtual tiga dimensi, yaitu titik (0,0,0) dan 3 sumbu X, Y, Z. Sedangkan pada metode *markerless* pengguna tidak perlu menggunakan sebuah marker untuk menampilkan objek-objek virtual seperti *face tracking* dan *motion tracking*. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode *marker based tracking*.

Dalam mempelajari *Augmented Reality* akan dikenalkan dengan beberapa *software* yang biasa digunakan untuk membuat aplikasi *Augmented Reality*, seperti Unity3D, ARToolKit, FLARToolKit, Junaio, IN2AR, D'Fusion Studio, OpenSpace3D, dan Qualcomm. *Software-software* tersebut ada yang diperuntukan untuk komersil maupun non-komersil. Dalam pembuatan *Augmented Reality* peneliti hanya menggunakan *software* Unity3D.

Unity3D adalah tool untuk membuat 3D video game atau konten interaktif lainnya seperti visualisasi arsitektur atau real-time 3D animasi. Editor berjalan pada Windows dan Mac OS X dan dapat menghasilkan game untuk Windows, Mac, Wii, iPad, iPhone, serta Android platform. Adapun fitur scripting yang disediakan mendukung 3 bahasa pemrograman *JavaScript*, C#, dan Boo. Pada pengembangan *Augmented Reality* ini peneliti menggunakan Bahasa pemrograman C#.

E. Penelitian yang Relevan

1. Hasil penelitian dari Desy Adasty (2012) dari Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang berjudul "Pengembangan Buku Pengayaan Biologi Materi Sistem Pernapasan Manusia Untuk Siswa MA/SMA Kelas XI Semester II" menunjukkan bahwa buku pengayaan biologi materi sistem pernapasan manusia dapat digunakan sebagai alternatif bahan ajar bagi siswa dalam mendukung proses pembelajaran.
2. Hasil penelitian dari Aan Rofiah (2015) dari Universitas Negeri Jakarta "Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Berbasis Kontekstual Pada Materi Optik" menunjukkan bahwa buku pengayaan pengetahuan berbasis kontekstual pada materi optik layak dijadikan sebagai media pembelajaran di SMA dan dapat menambah pengetahuan siswa.

3. Hasil penelitian dari Riska Septiana (2014) dari Universitas Negeri Malang yang berjudul “Pengembangan Media Belajar Buku Saku Fisika dengan Teknologi Augmented Reality Berbasis Android pada Materi Fluida Statis untuk Siswa Kelas X SMA IPA” menunjukkan bahwa aplikasi Fluida Statis dengan Augmented Reality ini dinilai sangat menarik untuk digunakan sebagai media pembelajaran oleh siswa.

F. Kerangka Berfikir

Pendidikan merupakan salah satu tolak ukur kemajuan suatu bangsa. Suatu negara dengan kualitas pendidikan yang baik, akan menghasilkan sumber daya manusia yang baik pula. Sumber daya manusia merupakan hal penting dalam pembangunan nasional. Dengan sumber daya manusia yang berkualitas, tentu akan memajukan pembangunan nasional suatu negara. Dengan kata lain, untuk meningkatkan sumber daya manusia dapat dilakukan dengan meningkatkan mutu pendidikan.

Pendidikan diperoleh melalui proses pembelajaran. Dalam proses pembelajaran dibutuhkan komponen-komponen penunjang guna meningkatkan hasil belajar. Salah satu komponen penunjang pembelajaran adalah sumber belajar. Sumber belajar yang paling banyak digunakan adalah buku pelajaran, akan tetapi cakupan materi yang dibahas dalam buku pelajaran terlalu banyak yaitu terdiri dari beberapa pokok bahasan, sehingga terkadang informasi yang dimuat dalam pokok bahasan terkesan alakadarnya. Oleh karena itu, dibutuhkan buku penunjang lain guna memperkaya ilmu pengetahuan siswa. Salah satu buku penunjang pembelajaran adalah buku pengayaan. Buku pengayaan berisi pokok bahasan tertentu yang dibuat untuk memperkaya ilmu pengetahuan selain dari buku pelajaran.

Seiring dengan perkembangan jaman, berkembang pula teknologi pendidikan. Banyak sekali aplikasi-aplikasi hasil teknologi bermunculan yang dapat digunakan sebagai media penunjang pembelajaran. Salah satunya adalah *Augmented Reality*. *Augmented Reality* merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan suatu objek baik dalam dua ataupun tiga dimensi. Dengan aplikasi ini, siswa dapat melihat objek yang

biasanya hanya divisualisasikan dibuku dengan gambar menjadi objek visual tiga dimensi dan juga dapat menampilkan video dengan bantuan lensa kamera.

Salah satu pelajaran yang paling sulit dipahami adalah fisika. Banyak konsep yang terkesan abstrak sehingga diperlukan penunjang untuk membantu memahami konsep fisika. Tidak hanya itu, terkadang banyak pula alat-alat yang menggunakan aplikasi konsep fisika akan tetapi tidak diketahui langsung oleh siswa dikarenakan keterbatasan media. Salah satu contohnya adalah alat optik yang masuk dalam pembahasan materi optik.

Untuk menunjang pembelajaran dan mengatasi keterbatasan tersebut, dibutuhkan buku pengayaan yang tidak hanya memberikan informasi dan gambar-gambar mengenai suatu pokok bahasan, tetapi juga menampilkan objek visual tiga dimensi yang dapat membantu pemahaman siswa. Diharapkan melalui buku pengayaan ini, pengetahuan siswa tidak hanya dapat bertambah secara hafalan, tetapi juga dapat memahami secara lebih dalam, sehingga akan meningkatkan motivasi siswa dalam menggali ilmu pengetahuan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Operasional Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku pengayaan pengetahuan fisika pada pokok bahasan alat optik yang dilengkapi dengan *augmented reality* yang layak digunakan sebagai penunjang dalam proses pembelajaran.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Universitas Negeri Jakarta dan diujicobakan pada siswa di SMA Negeri 33 Jakarta. Waktu uji coba produk dilakukan pada bulan Juli 2017.

C. Responden

1. Ahli (*Expert Review*), yang termasuk responden ahli adalah ahli materi dan ahli media.
2. Uji lapangan (*Field Test*), yang termasuk responden uji lapangan adalah guru fisika dan siswa-siswi SMA Negeri 33 Jakarta kelas XII.

D. Metode Penelitian

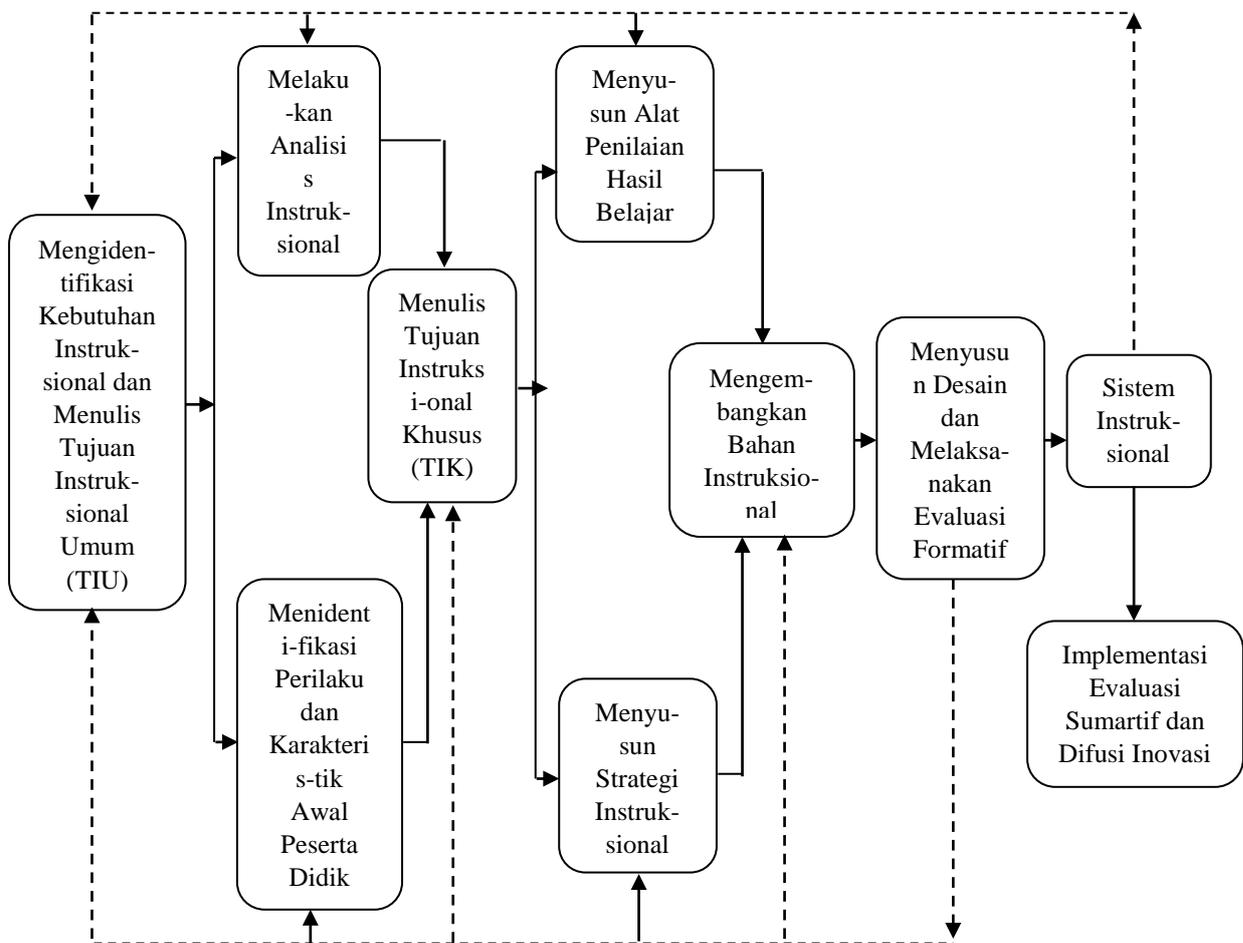
Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yaitu dengan mengembangkan suatu produk dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2013: 407).

Pengembangan yang digunakan adalah model pendekatan sistem yang dirancang oleh Walter Dick dan Lou Carey (Borg&Gall, 2003: 570). Model Dick & Carey dimodifikasi oleh Atwi Suparman dalam buku desain

instruksional modern (2014) menjadi model pengembangan instruksional (MPI).

E. Desain Penelitian

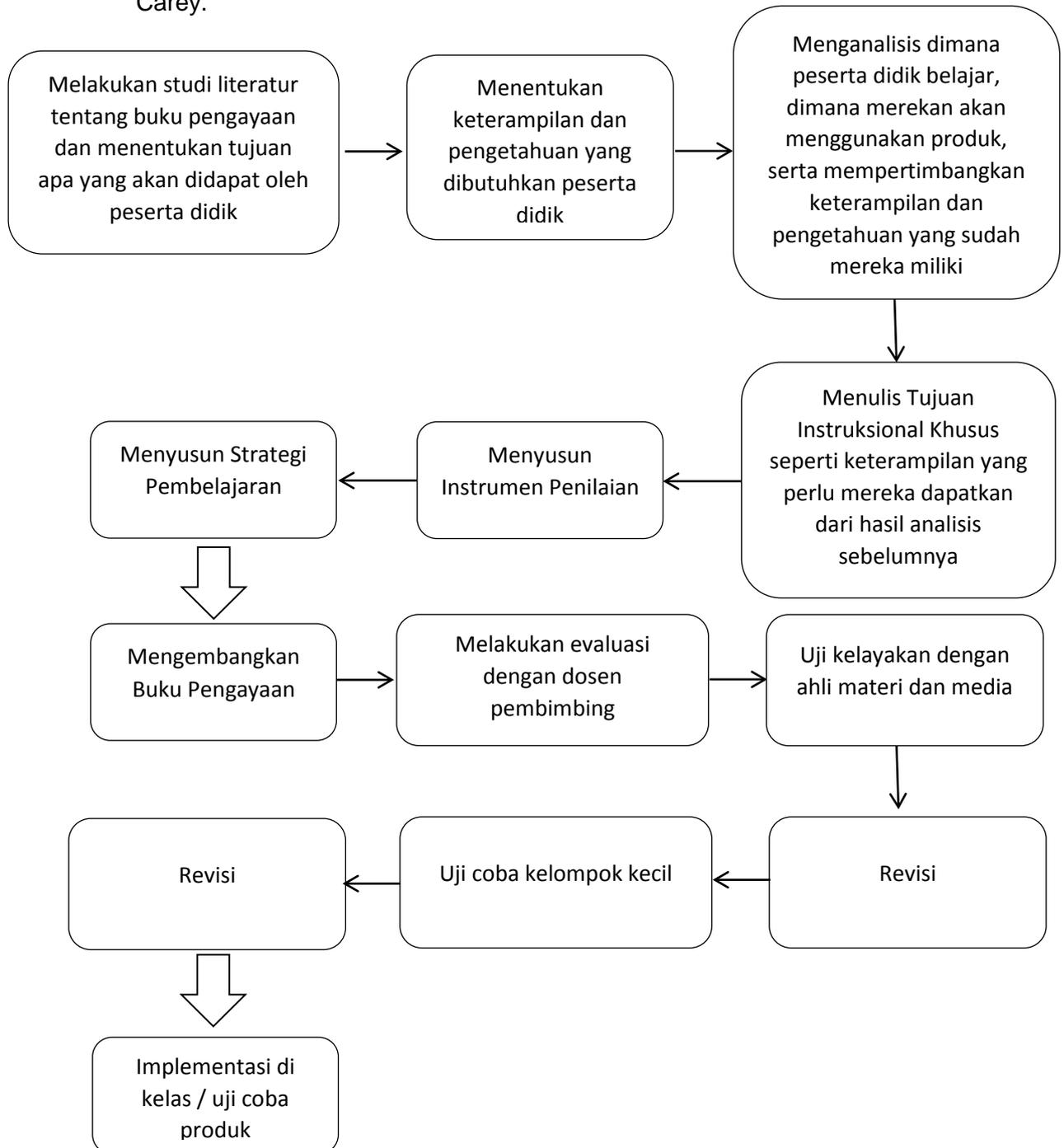
Model penelitian pengembangan instruksional yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan instruksional yang dikembangkan oleh Atwi Suparman (2014: 130).



Bagan 3.1 Langkah-Langkah Model Pengembangan Instruksional

F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian Pengembangan MPI

Prosedur penelitian dalam mengembangkan buku pengayaan pengetahuan ini mengacu kepada Model Pengembangan Instruksional (MPI) oleh Atwi Suparman yang merupakan modifikasi dari rancangan Dick and Carey.



Bagan 3.2 Prosedur Penelitian yang mengacu pada Model Pengembangan Instruksional

Penyajian Materi	Materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, mudah dipahami, dan sesuai dengan sasaran pembaca.	7,11
	Materi yang disajikan menambah wawasan pengetahuan, menumbuhkan motivasi berpikir inovatif, dan mengembangkan keterampilan.	8,9,10
	Materi disajikan secara menarik, meningkatkan minat pembaca, dan memiliki kelengkapan informasi.	12,13

Tabel 3.3 Kisi-kisi instrument validasi Ahli Media

Aspek yang dinilai	Butir Penilaian	Nomor Butir
Penyajian Cover	Disain cover yang disajikan mewakili isi, menarik, dan harmonis.	1,2,3
	Disain cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian.	4
	Disain cover disajikan dengan komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) yang harmonis dan proporsional.	5,6
Penyajian Isi Buku	Isi buku disajikan dengan disain layout yang menarik, tidak berlebihan, dan memiliki komposisi warna yang harmonis.	7,8
	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) sesuai dan memperjelas isi materi.	9,10
	Penyajian tata letak konten buku (kata pengantar, daftar isi, daftar pustaka, dan sejenisnya) konsisten dan proporsional.	11
Penyajian Penulisan	Penulisan bab dan tiap sub bab pada isi buku disajikan secara hierarki dengan konsisten dan proporsional.	12

	Penulisan isi buku disajikan dengan komposisi jenis font huruf yang menambah daya tarik tampilan isi, mudah dibaca, dan harmonis.	13,14
Penyajian Ilustrasi	Ilustrasi disajikan dengan ukuran yang proporsional sesuai dengan kebutuhan pada buku pengayaan.	15
	Ilustrasi yang disajikan tertata rapih, jelas, dan disertai dengan nama serta sumber.	16,17,18
Penyajian Media <i>Augmented Reality</i>	Media aplikasi <i>augmented reality</i> berfungsi dengan baik terhadap <i>image target</i> .	19
	Objek 3D memiliki ukuran yang proporsional terhadap latar <i>image target</i> dan komposisi warna yang harmonis	20,21
	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat dan dapat dibaca dengan jelas.	22,23
	Resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> sudah tepat dan kualitas suaran jelas.	24,25

2. Kuesioner Uji Coba Lapangan

Instrumen kuesioner uji coba produk dalam pembelajaran digunakan untuk memperoleh penilaian guru fisika dan siswa terhadap manfaat media pembelajaran yang dikembangkan dalam pembelajaran.

Tabel 3.4 Kisi-kisi instrument validasi Guru Fisika

Aspek yang dinilai	Butir Penilaian	Nomor Butir
Penyajian Cover	Disain cover yang disajikan mewakili isi, menarik, dan harmonis.	1,2,3
	Disain cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian.	4

	Disain cover disajikan dengan komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) yang harmonis dan proporsional.	5,6
Penyajian Isi Buku	Isi buku disajikan dengan disain layout yang menarik, tidak berlebihan, dan memiliki komposisi warna yang harmonis.	7,8
	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) sesuai dan memperjelas ini materi.	9,10
	Penyajian tata letak konten buku (kata pengantar, daftar isi, daftar pustaka, dan sejenisnya) konsisten dan proporsional.	11
Penyajian Ilustrasi	Ilustrasi disajikan dengan ukuran yang proporsional sesuai dengan kebutuhan pada buku pengayaan.	12
	Ilustrasi yang disajikan tertata rapih, jelas, dan disertai dengan nama serta sumber.	13,14,15
Penyajian Media <i>Augmented Reality</i>	Media aplikasi <i>augmented reality</i> berfungsi dengan baik terhadap <i>image target</i> .	16
	Objek 3D memiliki ukuran yang proporsional terhadap latar <i>image target</i> dan komposisi warna yang harmonis	17,18
	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat dan dapat dibaca dengan jelas.	19,20
	Resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> sudah tepat dan kualitas suaranya jelas.	21,22
Komposisi Materi	Materi mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional dan tujuan pembelajaran.	23,24

	Materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.	25
	Materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, mudah dipahami, dan sesuai dengan sasaran pembaca.	26,29
	Materi yang disajikan menambah wawasan pengetahuan dan memiliki kelengkapan informasi.	27,31
	Materi yang disajikan dapat mengembangkan keterampilan dan meningkatkan minat pembaca.	28,30
Tata Bahasa	Bahasa yang digunakan baku, komunikatif, jelas, dan mudah dipahami.	32,33,34

Tabel 3.5 Instrument uji coba lapangan

Aspek yang dinilai	Butir Penilaian	Nomor Butir
Penyajian Cover	Disain cover yang disajikan mewakili isi dan menarik.	1,2
	Disain cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian.	3
Penyajian Isi Buku	Isi buku disajikan dengan disain layout yang menarik dan tidak berlebihan.	4
	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) yang sesuai dan memperjelas isi materi.	5,6
Penyajian Ilustrasi	Tata letak ilustrasi yang disajikan tertata rapih, jelas, dan disertai nama serta sumber.	7,8,9
Penyajian Media <i>Augmented Reality</i>	Media aplikasi <i>augmented reality</i> berfungsi dengan baik terhadap <i>image target</i> .	10

	Objek 3D memiliki ukuran yang proporsional terhadap latar <i>image target</i> dan komposisi warna yang harmonis	11,12
	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat dan dapat dibaca dengan jelas.	13,14
	Resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> sudah tepat dan kualitas suaranya jelas.	15,16
Komposisi Materi	Materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.	17
	Materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.	18
	Materi yang disajikan menambah wawasan pengetahuan dan memiliki kelengkapan informasi.	19,22
	Materi yang disajikan dapat mengembangkan keterampilan dan meningkatkan minat pembaca.	20,21
Tata Bahasa	Bahasa yang digunakan baku, komunikatif, jelas, dan mudah dipahami.	23,24,25
	Penggunaan istilah asing (bahasa Inggris, ilmiah, dan bahasa lainnya) sesuai dengan proporsinya.	26

I. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang akan digunakan adalah berupa hasil uji kelayakan oleh ahli, uji coba oleh guru fisika maupun siswa. Data diperoleh dengan menggunakan instrumen berupa angket *rating scale*. Produk yang telah dihasilkan diperlihatkan kepada responden, yaitu ahli materi, ahli media, guru fisika dan siswa-siswi di SMA Negeri 33 Jakarta. Setelah mencermati produk, responden mengisi angket yang telah diberikan. Data yang diperoleh berupa angket yang telah diisi responden.

J. Teknik Analisis Data

1. Uji Kelayakan dan Uji Coba Lapangan

Setelah hasil data diperoleh melalui angket validasi ahli materi, media, guru fisika, dan siswa, data yang diperoleh dianalisis dengan perhitungan skala Likert dengan opsi poin 4. Menurut Sidik dan Musi (dalam Danang Sunyoto, 2013: 53) skala ini mengukur ordinal karena hanya dapat membuat ranking tetapi tidak dapat diketahui berapa kali satu responden lebih baik atau lebih buruk dari responden lainnya didalam nilai skala. Dari beberapa indikator yang divalidasi dengan skala 1 sampai 4, data dianalisis secara deskriptif presentase menggunakan rumus:

$$P_s = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P_s = Presentase Skor

n = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimum

Hasil angket akan dianalisis dengan interpretasi sebagai berikut:

Tabel 3.6 Interpretasi Skor Skala Likert

Presentase Skor	Interpretasi
0 % - 25 %	Kurang Baik
26 % - 50 %	Cukup Baik
51 % - 75 %	Baik
76 % - 100 %	Sangat Baik

2. Uji Gain Ternormalisasi

Uji gain ternormalisasi dilakukan untuk mengetahui bertambah atau tidaknya pengetahuan siswa dan seberapa besar pertambahan

pengetahuan yang dialaminya. Dengan menggunakan hasil *pretest* dan *posttest*, uji gain ternormalisasi dilakukan terlebih dahulu dengan melakukan uji normalisasi. Rumus untuk uji gain ternormalisasi menurut Hake (1999) yaitu:

$$\text{uji gain ternormalisasi } (g) = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

Skor ideal yang digunakan dalam perhitungan adalah 100. Hasil gain berikutnya diinterpretasikan ke dalam kategori sebagai berikut:

Tabel 3.7 Interpretasi Skor Gain Ternormalisasi

Presentase Skor	Interpretasi
$g < 0.3$	Rendah
$0.3 \leq g \leq 0.7$	Sedang
$g > 0.7$	Tinggi

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Produk Buku Pengayaan Pengetahuan

Buku pengayaan pengetahuan Fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” dikembangkan dengan melakukan studi literatur menggunakan beberapa buku teks dan sumber informasi dari internet serta jurnal. Informasi mengenai materi fisika dan materi lain yang terkait dengan pembahasan alat optik diperoleh dari berbagai buku, mulai dari fisika dasar, buku kedokteran, sejarah dan penemuan-penemuan, hingga buku manual suatu alat optik. Tak hanya itu, untuk menentukan draf buku pengayaan mengenai informasi-informasi apa saja yang diperlukan pembaca tentang materi alat optik, dilakukan pula wawancara kepada beberapa siswa SMA dari berbagai tingkatan yang berasal dari berbagai sekolah.

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan dengan menggunakan buku-buku serta wawacara ringan kepada beberapa siswa, diperoleh informasi bahwa dalam pembahasan alat optik, kita bisa memulainya dengan membahas sejarah dan perkembangan alat optik, prinsip fisika yang digunakan pada alat optik tersebut, hingga jenis-jenis nya.

Buku yang terdiri dari lima bab ini tidak hanya berisi penerapan konsep fisika dalam alat optik. Sebagai buku pengayaan yang juga dapat ditujukan untuk masyarakat umum, buku ini berisi informasi umum terkait sejarah, jenis-jenisnya, dan informasi umum lainnya yang masih berhubungan dengan alat optik tersebut.

Setiap tahapan penelitian menghasilkan sesuatu atau bagian buku secara bertahap. Secara singkat, tahapan dan hasil dari masing-masing tahapan disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tahapan dan Hasil Penelitian Pengembangan Produk

No.	Tahapan	Hasil	Keterangan
a)	Perancangan konsep dan materi	Konsep fisika dan materi umum alat optic	Penelusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web) serta wawancara dengan beberapa siswa SMA
b)	Perencanaan draft buku	Draft isi setiap Bab	Diskusi dengan dosen pembimbing
c)	Penulisan draft buku	Draft buku Bab 1	Penelusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web)
d)	Penulisan draft buku	Draft buku Bab 2	Penelusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web)
e)	Penulisan draft buku	Draft buku Bab 3	Penelusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web)
f)	Penulisan draft buku	Draft buku Bab 4	Penelusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web)
g)	Penulisan draft buku	Draft buku Bab 5	Penelusuran lewat studi literatur (jurnal, buku, web)
h)	Pengumpulan semua draft buku	Evaluasi dan revisi buku	Diskusi dengan dosen pembimbing
i)	Pembuatan instrumen uji kelayakan dan uji coba produk	(1) Instrumen ahli materi dan ahli media. (2) Instrumen uji coba penggunaan produk untuk guru fisika dan siswa. (3) Soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> .	Mengacu kepada pedoman penilaian buku pengayaan pengetahuan menurut Puskurbuk
j)	Uji Kelayakan oleh ahli dan guru fisika	Skor uji kelayakan (1) Ahli materi 88.5 % (2) Ahli media 88.9 %	

k)	Uji Lapangan	<p>(1) Skor uji coba oleh guru fisika 88.1 %.</p> <p>(2) Skor uji coba penggunaan produk, aspek penyajian cover 80.4 %, penyajian isi 89.7 %, penyajian ilustrasi 84.9 %, penyajian media AR 76.8 %, komposisi materi 85.1 %, tata bahasa 79.8 %, dan uji gain 0.71</p> <p>(3) Skor pre test dengan rata-rata 47.47</p> <p>(4) Skor post test dengan rata-rata 85.60</p>	<p>Penilaian uji lapangan oleh guru fisika dan siswa beserta pendapat dan saran mengenai buku pengayaan yang dikembangkan dari persepsi siswa, serta pre test dan post test untuk uji keefektifitasan buku pengayaan yang dikembangkan</p>

Buku pengayaan pengetahuan ini tersusun atas cover depan, halaman judul, kata pengantar dan prakata, daftar isi, petunjuk penggunaan, isi buku (Bab 1 sampai Bab 5), daftar pustaka, serta cover belakang. Buku ini disajikan dengan disain sedemikian rupa serta beberapa konten pendukung yang diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan siswa, antara lain :

1. *Augmented Reality*, pada buku ini terdapat beberapa gambar yang dapat di scan dengan menggunakan aplikasi yang telah dibuat. Adapun hasil scan yang dapat dilihat berupa visualisasi 3D alat optik beserta bagian – bagiannya dan juga video.
2. Ensiklopedia, berisi tentang segala pengetahuan umum terkait dengan pembahasan tiap sub bab nya, seperti biografi ilmuwan ataupun pengetahuan – pengetahuan umum lainnya. Konten ini berada di hampir setiap sub bab.
3. Fenomena, berisi tentang fenomena - fenomena fisika yang berhubungan dengan materi optik. Konten ini diharapkan dapat

menambah daya tarik pembaca untuk membaca buku serta menambah wawasannya tentang fenomena – fenomena fisika optik yang terjadi disekitar kita. Konten ini berada di setiap akhir bab.

4. Teka – teki silang, berisi tentang permainan asah otak yang pertanyaan – pertanyaannya berhubungan dengan materi yang disajikan. Konten ini diharapkan dapat menambah daya tarik pembaca sekaligus memberikan penyegaran otak setelah membaca buku. Konten ini berada di setiap akhir bab.
5. Mari mencoba, berisi tentang percobaan membuat alat optik sederhana. Konten ini diharapkan dapat menambah keterampilan serta daya imajinasi pembaca dalam berpikir kreatif dan berinovasi.

Pada setiap bab nya, buku juga disajikan dengan cover sub bab, tujuan pembelajaran, dan peta konsep. Tiap bab buku disajikan dengan satu warna pokok yang berbeda – beda di tiap bab nya. Warna – warna tersebut mewakili lima warna pelangi yang mana masih berhubungan dengan tema yang diangkat pada materi buku pengayaan pengetahuan ini. Warna – warna tersebut antara lain ungu, biru, hijau, kuning, dan merah.

Berikut beberapa tampilan sajian buku pengayaan pengetahuan fisika yang dikembangkan pada pokok bahasan alat optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*. Tampilan – tampilan yang akan diperlihatkan antara lain cover, daftar isi, materi, serta konten – konten yang terdapat dalam buku pengayaan.



**Buku Pengayaan Pengetahuan
Fisika**

ALAT OPTIK

dilengkapi dengan *Augmented Reality*

Fahruroji Saputra
Dr. Ir. Vina Serevina, M.M
Prof. Dr. I Made Astra, M.Si



*Building
Future
Leaders*

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	_____	i
Pra kata	_____	ii
Daftar Isi	_____	iii
Petunjuk Penggunaan	_____	vi

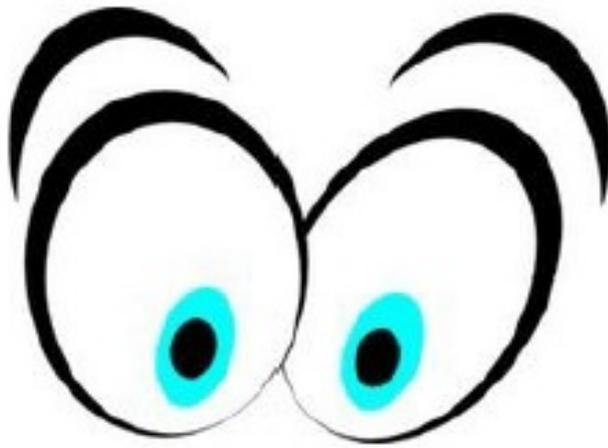


BAB 1

Mata	_____	i
Anatomi Mata	_____	4
Bagaimana Mata Bisa Melihat?	_____	18
Eslainan atau Cacat Pada Mata	_____	24



BAB 1
MATA



© Clipartpanda

✂ Anatomi Mata

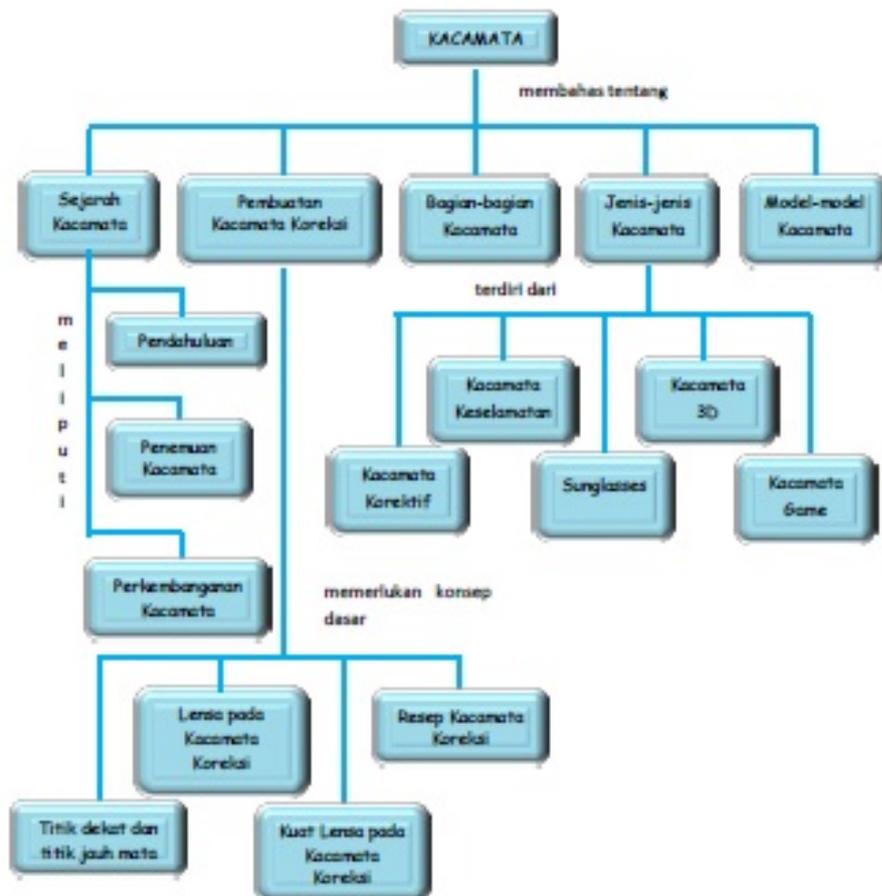
✂ Bagaimana Mata Bisa Melihat?

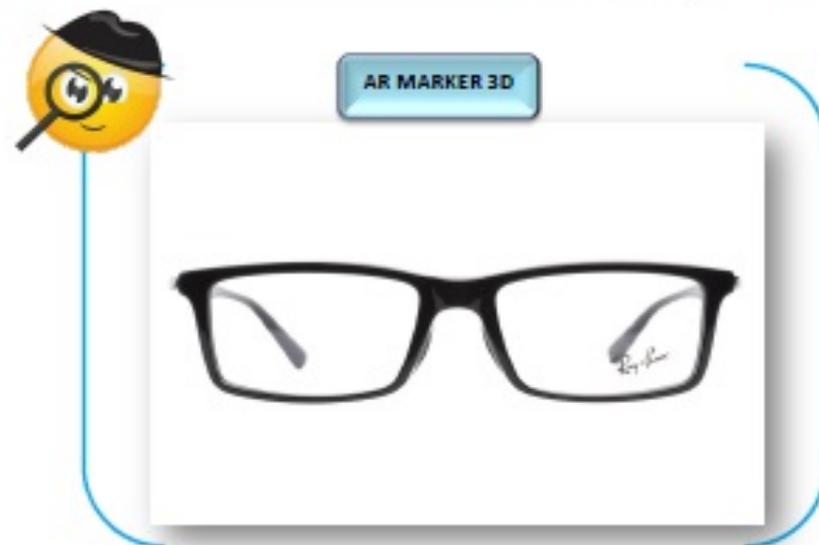
✂ Kelainan atau Penyakit Mata

Setelah membaca bab ini, pembaca diharapkan dapat :

1. Memahami anatomi bagian-bagian mata dan fungsinya
2. Memahami bagaimana cara kerja mata secara fisika
3. Mengetahui kelainan atau penyakit-penyakit pada mata

Peta Konsep



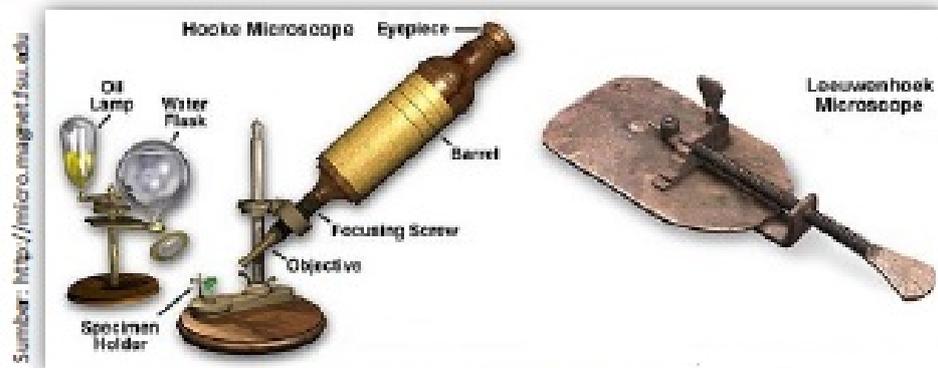


Sebagai alat optik alami sekaligus indera penglihatan, mata memiliki fungsi yang sangat penting. Andai mata mengalami gangguan, penglihatan kita juga terganggu dan segala aktivitas kita tidak akan berjalan lancar. Di bab sebelumnya, kita telah membahas mengenai beberapa kelainan mata beserta penyebabnya. Salah satu penyebab gangguan mata yang banyak dialami adalah karena kesalahan refraksi. Kesalahan refraksi pada mata bisa membuat mata menjadi tidak nyaman, penglihatan terganggu, kabur, dan tidak jelas. Untuk membantu penglihatan pada kelainan mata yang disebabkan oleh kesalahan refraksi, kita bisa menggunakan kacamata. Kacamata adalah alat optik yang digunakan untuk mengoreksi gangguan penglihatan akibat kesalahan refraksi yang terjadi pada mata. Namun, seiring berkembangnya zaman kacamata tidak hanya digunakan sebagai alat untuk membantu penglihatan, melainkan juga digunakan sebagai aksesoris fashion serta pelindung mata dari teriknya matahari. Di bab ini, kita akan menjelajahi tentang kacamata, dari sejarahnya, fungsi – fungsinya, serta jenis – jenis kacamata.

A. Sejarah Kacamata

1. Pendahuluan

Penemuan kacamata didahului dengan penggunaan lensa pada zaman dahulu sebagai alat untuk membantu kegiatan manusia. Alat optik dipercaya



Gambar 3.6 Mikroskop R. Hooke dan Mikroskop Leeuwenhoek

Perkembangan mikroskop selanjutnya tidak terlalu pesat, hingga pada tahun 1674 seorang ilmuwan Belanda Anton Van Leeuwenhoek memperkenalkan mikroskop buatannya. Ia berhasil membuat sebuah lensa yang memiliki perbesaran hingga 270 kali. Terinspirasi mikroskop buatan Hook dari buku *Micrographia*, Leeuwenhoek membuat mikroskopnya sendiri menggunakan lensa buatannya. Ia membuat sebuah mikroskop sederhana yang hanya menggunakan sebuah lensa cembung pada sebuah metal dengan screw sebagai fokusnya. Berkat mikroskopnya, ia juga menjadi orang pertama yang berhasil menggambarkan makhluk hidup ber sel satu. Dengan banyak penemuan – penemuan lainnya dibidang mikrobiologi, Leeuwenhoek djuluki sebagai Bapak Mikrobiologi.

2. Perkembangan Mikroskop

a. Abad 18

Setelah lahir mikroskop buatan Leeuwenhoek, perkembangan mikroskop menjadi cukup pesat. Beberapa inovasi lahir dalam pembuatan mikroskop agar menjadi lebih mudah dan fleksibel untuk digunakan. Mikroskop pun semakin banyak dikenal oleh para ilmuwan. Penemuan penting pada abad



Gambar 3.7 Mikroskop Culpeper dan Cuff

lensa objektif apokromatik (plan) memiliki kedataran area 90% sampai 100 %.

b. Numerical Aperture



Gambar 3.19 Nilai NA

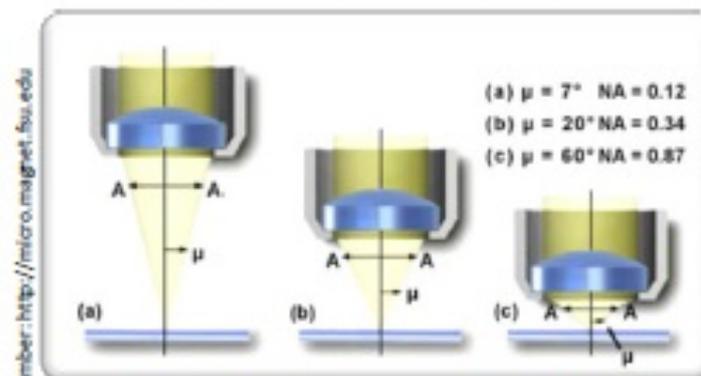
Numerical Aperture atau NA adalah nomor atau ukuran yang menyatakan kemampuan lensa untuk mengumpulkan cahaya dan menyatakan resolusi ketajaman detail suatu spesimen atau objek pada jarak yang telah ditetapkan. Semakin besar nilai NA semakin baik pula resolusi lensa objektif. Numerical Aperture bergantung pada besar sudut celah lensa yang terbentuk dan indeks bias antara lensa dan spesimen.

Secara matematis NA dapat ditulis dengan persamaan:

$$NA = n \sin \mu$$

NA : Numerical Aperture
n : Indeks Bias
 μ : sudut setengah celah lensa

3.1



Gambar 3.20 Nilai NA dengan berbagai sudut celah lensa berbeda

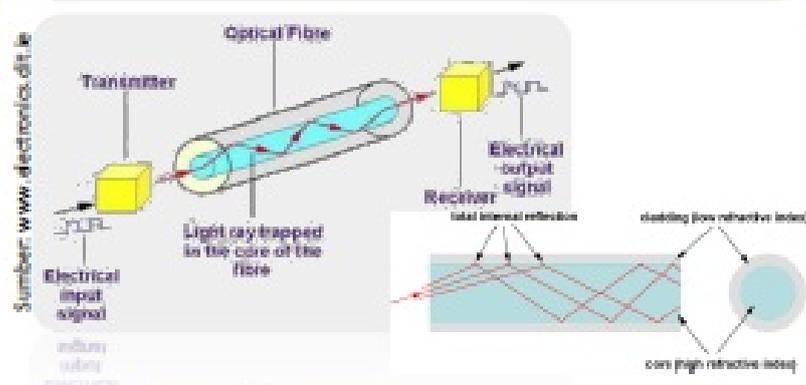
3. Lensa

Lensa biasanya digunakan pada periskop – periskop yang lebih canggih guna membantu mengumpulkan cahaya (lensa kolektor) dan juga memberikan efek perbesaran gambar.

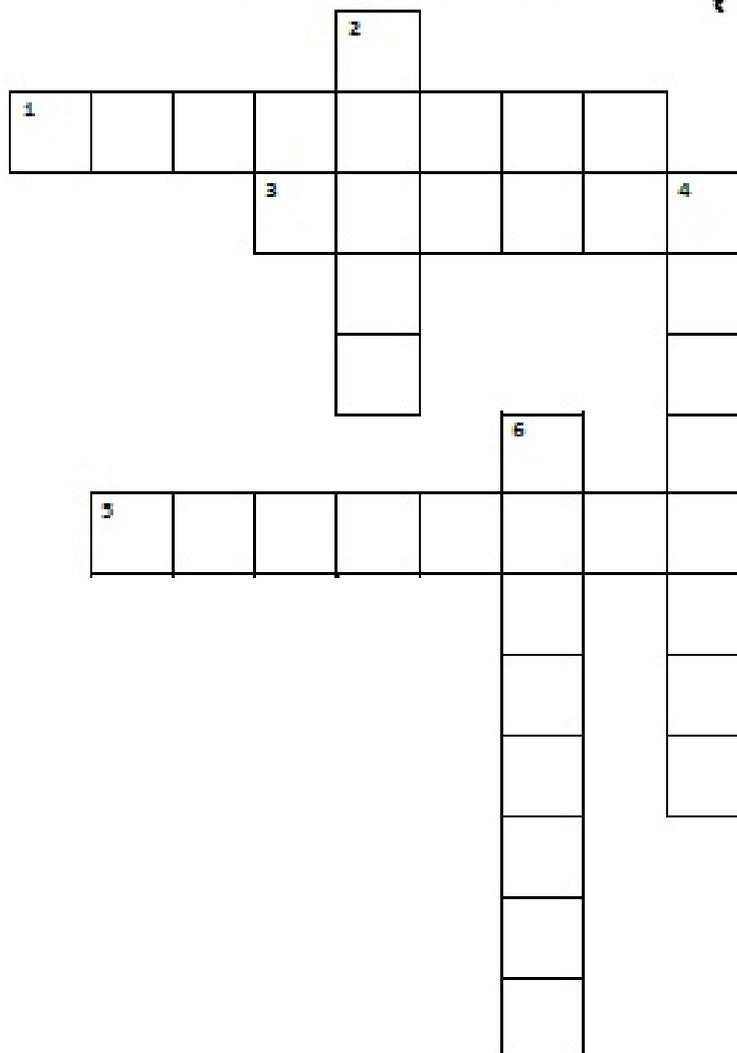
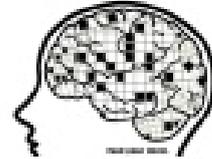


Fiber optik merupakan suatu teknologi untuk mentransmisikan data, suara, dan gambar dengan cahaya melalui serat tipis dan transparan. Teknologi ini digunakan dalam bidang telekomunikasi menggantikan kawat tembaga pada saluran telepon jarak jauh, dan juga digunakan untuk menghubungkan komputer dengan jaringan area lokal. Fiber optik juga merupakan dasar dari fiberoscopes yang digunakan untuk memeriksa bagian dalam tubuh (endoskopi) atau memeriksa interior suatu produk struktural yang diproduksi. Fiber optik biasanya terbuat dari plastik ataupun kaca dengan diameter cladding atau lapisan luar sekitar 0,25 mm dan diameter lapisan inti (core) 10 μm . Adapun prinsip kerja dari fiber optik ini dikenal dengan refleksi internal total dimana sesuai dengan namanya, berkas cahaya yang digunakan untuk mentransmisikan data direfleksikan secara total di dalam serat dengan melakukan pemantulan sempurna. Berkas cahaya yang berada di dalam serat akan dibiasakan oleh lapisan serat cladding dan core yang memiliki indeks bias berbeda dengan sudut bias lebih besar dari sudut kritis, sehingga berkas cahaya akan mengalami pemantulan sempurna sepanjang serat dalam mentransmisikan data, suara, ataupun gambar.

Sumber: *Encyclopedia Britannica*



Teka-teki Silang



mendatar :

1. Pemantulan pada cermin atau prisma

mendatar :

1. Lensa pada proyektor yang berfungsi mengumpulkan memfokuskan cahaya sebanyak mungkin dari sumber cahaya
3. Seorang fisikawan yang menemukan solar mikroskop beberapa tahun sebelum kematiannya
5. Jenis lampu yang dibuat dengan menggabungkan garam logam dan uap merkuri

menurun :

2. Proyektor film pertama
4. Penyimpangan titik jatuh berkas cahaya yang terjadi pada lensa sehingga menyebabkan bayangan yang terbentuk menjadi tidak terfokus
3. Jenis lampu yang memiliki ketahanan dan efisiensi jauh lebih baik dari lampu tradisional, serta ramah lingkungan dan tidak menggunakan merkuri sebagai bahan pembuatnya

RINGKASAN

-  Proyektor merupakan alat optik yang digunakan untuk memproyeksikan suatu gambar dengan tampilan yang lebih besar.
-  Dalam sejarahnya, teknik proyeksi sebenarnya sudah digunakan oleh manusia sejak zaman dahulu kala, namun dikenal dengan istilah kamera obscura.
-  Teknik proyeksi terus menyebar di daratan asia dan dipergunakan dalam bidang seni, seperti penggunaannya pada pertunjukkan *shadow puppet*.
-  Seiring berkembangnya zaman, dibuatlah alat yang menggunakan teknik proyeksi, alat tersebut kini dikenal dengan proyektor.
-  Sama seperti alat-alat optik lainnya, untuk menghasilkan gambar yang lebih besar, proyektor juga menggunakan lensa.

FENOMENA

Glory



Sumber: <http://srbf.co.id>



Sumber: <http://trialisay.com>

Jika kalian sedang bepergian dengan pesawat terbang, lalu dari jendela pesawat kalian melihat seperti ada lingkaran dengan warna yang menyerupai pelangi disertai bayangan pada bagian tengahnya, berada pada awan yang ada di bawah pesawat, maka yang kalian lihat itu adalah Glory. Apakah itu Glory?

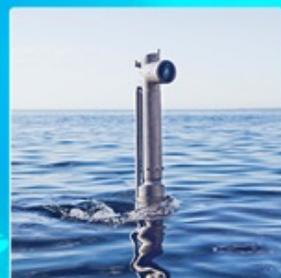
Glory merupakan salah satu fenomena optik yang terjadi akibat adanya interaksi antara cahaya matahari atau bulan dengan tetesan air yang dikandung oleh awan atau kabut. Glory terdiri dari satu atau lebih lingkaran konsentris yang tersusun (seperti lingkaran cincin yang terlihat di sekitar lampu), berwarna ungu pada bagian paling luar, semakin ke dalam menjadi kemerahan dan semakin ke pusat warnanya menjadi kebiruan. Glory sering dianggap sebagai pelangi karena memiliki kemiripan warna, walaupun begitu ukuran, bentuk, dan kecerahan mereka berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bardell, David. 2004. "The Invention of the Microscope". *BIOS: A Quarterly Journal of Biology*. Beta Biological Society. 75, (2), hh.78-84.
- Bellman, Willard F. 1974. *Lighting the Stage : Art and Practice Second Edition*. New York : Thomas Crowell, Harper & Row.
- Carson, Fred A. 1989. *Basic Optics and Optical Instruments Revised Edition*. New York: Dover Publications, Inc.
- Egerton, Ray F. 2005. *Physical Principles of Electron Microscopy*. Canada: Springer Science+Business Media, Inc.
- Fox, Webster L. 1890. *History of Spectacles*. Philadelphia: Ophthalmic Surgeon to the Germantown Hospital.
- Greivenkamp, John E. 2004. *Field Guide to Geometrical Optics*. USA: SPIE Press.
- Hildebrand, Göran Darius, Alistair R. Fielder. 2011. *Anatomy and Physiology of the Retina*. London: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- J. Sebag. 1989. *The Vitreous – Structure, Function, and Pathobiology*. Newyork: Springer – Verlac Inc.
- J. Leboffe, Michael and Burton E. Pierce. *A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory 4th Edition*. USA: Morton Publishing.

Alat Optik

Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik, di antaranya adalah pemantulan dan pembiasan. Selain itu, alat optik juga menggunakan komponen – komponen optik seperti cermin dan lensa sebagai komponennya. Buku ini membahas tentang beberapa alat optik yang tiap satu alat optik dibahas di tiap satu bab. Ada lima alat optik yang dibahas di dalam buku ini, antara lain mata, kacamata, mikroskop, periskop, dan proyektor. Sesuai dengan karakteristiknya sebagai buku pengayaan, buku ini tidak hanya membahas konsep-konsep fisika yang berkaitan dengan alat optik saja, tetapi juga tentang sejarah, cara kerja, hingga ke ragam jenisnya. Buku ini disajikan dengan banyak ilustrasi guna memperjelas isi materi serta konten-konten lainnya. Selain itu, buku ini juga dilengkapi dengan *Augmented Reality* yang dapat membuat suasana belajar menjadi lebih menarik.

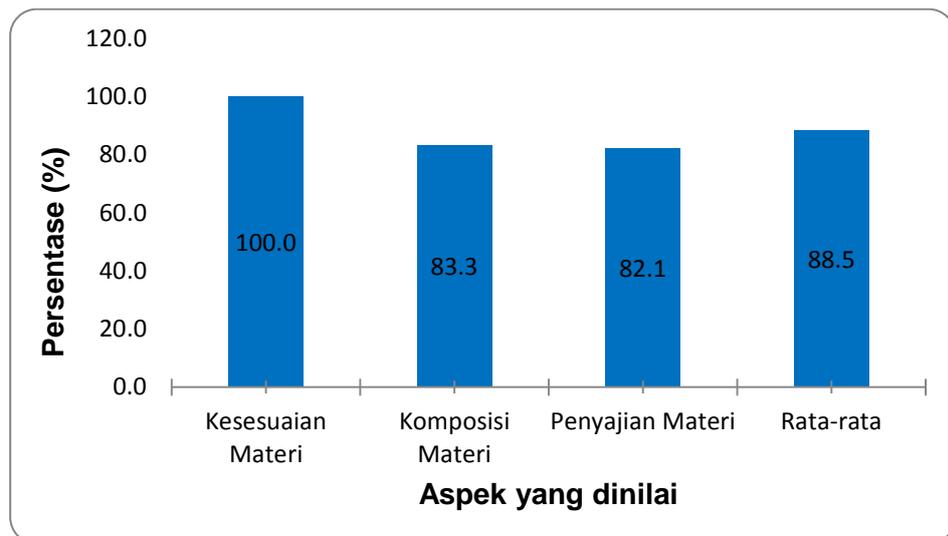


2. Uji Kelayakan

Pengujian kelayakan dilakukan kepada dua ahli, yaitu ahli materi dan ahli media. Pengujian kelayakan bertujuan untuk memperoleh informasi apakah buku buku yang dikembangkan layak sebagai buku pengayaan pengetahuan dan dapat dijadikan bahan ajar khususnya pada program pengayaan. Setelah dilakukan pengujian kelayakan, dilakukan revisi terlebih dahulu dan kemudian dilakukan uji coba penggunaan produk kepada guru fisika dan siswa.

a) Uji Kelayakan oleh Ahli Materi

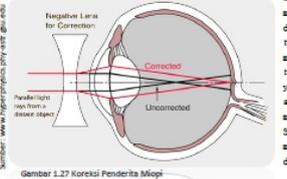
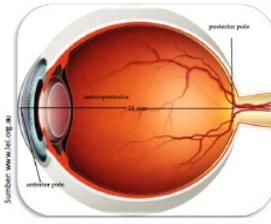
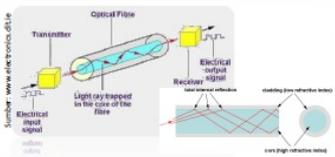
Pengujian kelayakan ahli materi melibatkan satu orang dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Rata-rata hasil penilaian ahli materi untuk setiap kriteria aspek penilaian disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi

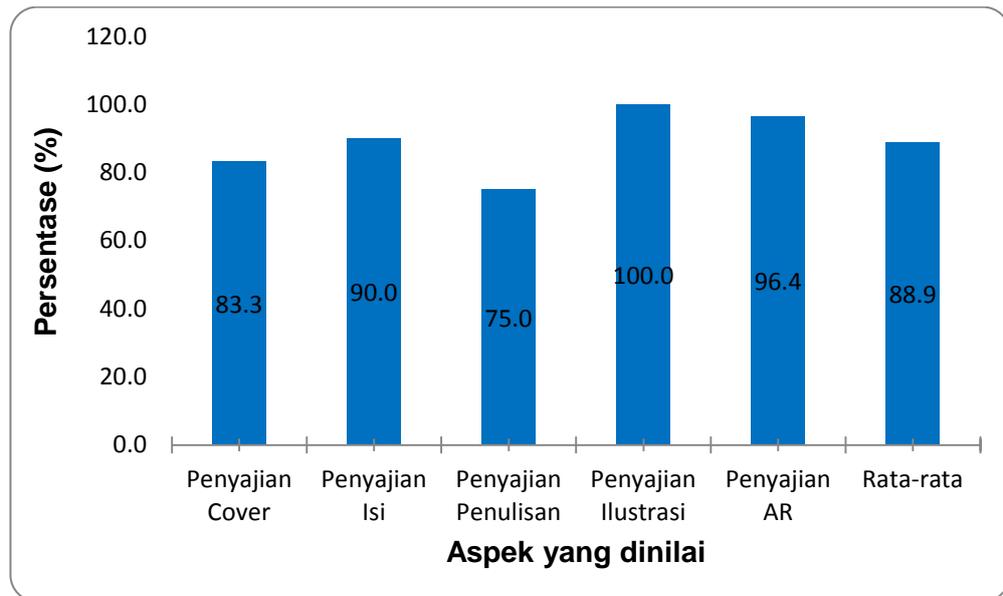
Adapun beberapa masukan dari ahli materi guna memperbaiki buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan, yaitu:

- (1) Menambahkan pembahasan materi mata normal pada Bab Mata dan Fiber Optik pada bahasan konsep fisika pemantulan sempurna.
- (2) Menggunakan kertas yang lebih tebal, agar tidak terjadi pembiasaan ilustrasi.

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
<p style="text-align: center;">ALAT OPTIK MATA</p> <p>C. Kelainan Mata</p> <p>1. Rabun Jauh (Myopia)</p>  <p>Sumber: www.scribd.com/doc/100000000/Myopia</p> <p>Gambar 1.26 Penglihatan Penderita Miopi</p> <p>Rabun jauh atau miopi adalah cacat mata yang terjadi karena kesalahan dalam pembiasan (<i>refraction error</i>). Kesalahan pembiasan ini terjadi karena bola mata yang terlalu memanjang atau kornea dan lensa mata yang terlalu melengkung atau memencembung akibatnya cahaya tidak tepat jatuh pada retina, melainkan di depannya. Penderita miopi tidak dapat melihat objek dengan jarak yang tak terhingga seperti seharusnya, melainkan hanya pada jarak tertentu. Penglihatan penderita terhadap objek yang terlalu jauh menjadi tidak jelas atau kabur. Penyebab miopi bisa dikarenakan oleh faktor turunan ataupun karena kita terlalu sering menggunakan mata kita untuk berakomodasi dengan melihat objek-objek dengan jarak yang terlalu dekat, seperti membaca atau menonton televisi dengan jarak yang terlalu dekat, akibatnya lensa mata menjadi susah mengempis. Seorang anak yang memiliki orang tua dengan kelainan miopi</p>  <p>Sumber: www.tygerphysics.com/phys101/guide</p> <p>Gambar 1.27 Koreksi Penderita Miopi</p> <p style="text-align: center;">22 </p>	<p style="text-align: center;">ALAT OPTIK MATA</p> <p>C. Kelainan Mata</p> <p>Mata normal manusia memiliki bentuk bola mata yang seperti globe atau bola dunia dengan ukuran yang bervariasi, tergantung pada usia dan jenis kelamin. Sering bertambahnya usia, ukuran bola mata manusia akan bertambah. Tidak hanya itu, pada beberapa kasus terdapat orang dengan ukuran bola mata diluar ukuran normal, malah lebih besar atau lebih kecil. Pada orang dewasa, bola mata manusia secara normal memiliki ukuran diameter anteroposterior, sepanjang bagian anterior dan posterior (dari kornea hingga retina) sekitar 24 mm. Pada titik pusat kelengkungan bagian anterior terdapat sebuah kutub yang disebut dengan kutub anterior, begitupun pada pusat kelengkungan bagian posterior terdapat sebuah kutub yang disebut dengan kutub posterior. Bagian tengah diantara keduanya disebut dengan ekuator.</p>  <p>Sumber: www.khanacademy.org/a/normal-eye</p> <p>Gambar 1.28 Dimensi Mata Normal (kenampakan samping)</p> <p>Sementara jika dilihat dari depan, secara normal mata orang dewasa memiliki diameter horizontal kurang lebih 23,5 mm dan diameter vertikal</p> <p style="text-align: center;">24 </p>
<p style="text-align: center;">PERISKOP ALAT OPTIK</p> <p>3. Lensa</p> <p>Lensa biasanya digunakan pada periskop - periskop yang lebih canggih guna membantu mengumpulkan cahaya (lensa kolektor) dan juga memberikan efek perbesaran gambar.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">ENSIKLOPEDIA</p> <p>Dalam pembiasan materi optik, seluruh pembiasan berkaitan dengan satu topik yang tentunya sangat penting, yaitu cahaya. Lalu sebenarnya apakah cahaya itu? bagaimana cahaya dihasilkan? Dan kenapa cahaya sangat penting dalam kehidupan kita?</p> <p>Cahaya adalah gelombang transversal dan juga elektromagnetik yang dapat dilihat oleh manusia. Sifat cahaya pertama kali dilustrasikan melalui percobaan difraksi dan interferensi. Ditetapkan sebagai gelombang elektromagnetik, karena cahaya dapat merambat di ruang hampa udara. Dan ditetapkan sebagai gelombang transversal, karena cahaya dapat terpolarisasi. Cahaya dapat dihasilkan melalui dua cara, pertama disebut incandescence yaitu emisi cahaya yang dihasilkan oleh materi yang panas dengan suhu lebih dari 800 kelvin. Kedua disebut dengan luminescence, yaitu emisi cahaya yang dihasilkan karena elektron yang bertransisi jatuh ke tingkat energi yang lebih rendah. Cahaya memiliki kecepatan dan lecutan cahaya di ruang hampa adalah lecutan yang digunakan sebagai acuan dalam berbagai referensi. Pada ruang hampa, cahaya memiliki lecutan sebesar 299.792.458 m/s, lecutan cahaya pada medium lain berbeda-beda tergantung dari medium apa yang dilewati, yang pasti lecutannya cahaya pada medium lain besarnya kurang dari lecutan cahaya di ruang hampa. Warna cahaya berkaitan dengan frekuensi gelombangnya. Cahaya monokromatik hanya memiliki satu frekuensi saja seperti cahaya merah, kuning, dan biru. Sementara cahaya polikromatik terdiri dari beberapa frekuensi berbeda, seperti cahaya putih. Cahaya disebut juga sebagai cahaya tampak untuk membedakannya dengan sinar UV dan infra merah.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Sumber: http://physics.info</p> </div> <p style="text-align: center;">123 </p>	<p style="text-align: center;">ALAT OPTIK PERISKOP</p> <p>3. Lensa</p> <p>Lensa biasanya digunakan pada periskop - periskop yang lebih canggih guna membantu mengumpulkan cahaya (lensa kolektor) dan juga memberikan efek perbesaran gambar.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: right;"></p> <p>Fiber optik merupakan suatu teknologi untuk mentransmisikan data, suara, dan gambar dengan cahaya melalui serat tipis dan transparan. Teknologi ini digunakan dalam bidang telekomunikasi menggantikan kawat tembaga pada saluran telepon jarak jauh, dan juga digunakan untuk menghubungkan komputer dengan jaringan area lokal. Fiber optik juga merupakan dasar dari fiberoscopes yang digunakan untuk memeriksa bagian dalam tubuh (endoskopi) atau memeriksa interior suatu produk struktural yang diproduksi. Fiber optik biasanya terbuat dari plastik ataupun kaca dengan diameter cladding atau lapisan luar sekitar 0,25 mm dan diameter lapisan inti (core) 10 µm. Adapun prinsip kerja dari fiber optik ini adalah dengan merambat internal total dimana sesuai dengan namanya, kerak cahaya yang digunakan untuk mentransmisikan data direfleksikan secara total di dalam serat dengan melakukan pemantulan sempurna. Berak cahaya yang berada di dalam serat akan dikalikan oleh lapisan serat cladding dan core yang memiliki indeks bias berbeda dengan sudut bias lebih besar dari sudut kritis, sehingga kerak cahaya akan mengalami pemantulan sempurna sepanjang serat dalam mentransmisikan data, suara, ataupun gambar.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Sumber: Encyclopedia Britannica</p>  <p>Sumber: www.electronics-olympia.com</p> </div> <p style="text-align: center;">139 </p>

b) Uji Kelayakan oleh Ahli Media

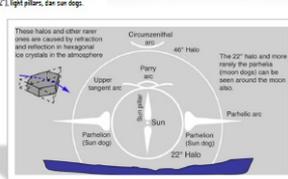
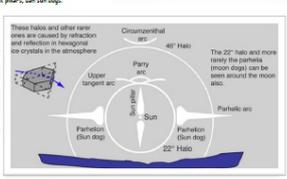
Pengujian kelayakan ahli materi melibatkan satu orang dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Rata-rata hasil penilaian ahli materi untuk setiap kriteria aspek penilaian disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.2.

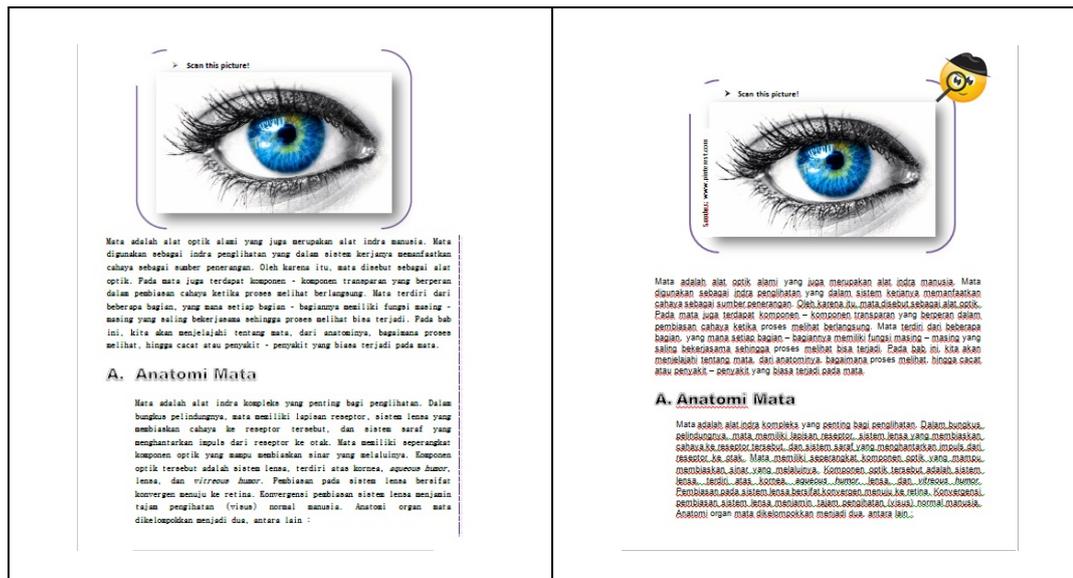


Gambar 4.2 Diagram Batang Hasil Uji Kelayakan Ahli Media

Adapun beberapa masukan dari ahli materi guna memperbaiki buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan, yaitu:

- (1) Melengkapi semua ilustrasi dengan sumber di setiap konten, seperti gambar untuk AR marker, ensiklopedia, dan fenomena.
- (2) Mengubah *shape* penulisan konten Fenomena.
- (3) Penggantian huruf pada isi materi dengan arial.
- (4) Melengkapi aplikasi AR dengan menu dan kulit sampul.

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
<p style="text-align: center;">ALAT OPTIK MIKROSKOP</p> <p>B. Komponen Mikroskop</p> <p style="text-align: center;">➤ Scan this picture!</p>  <p>1. Lensa Objektif</p>  <p>Gambar 3.16 Berbagai jenis Lensa Objektif</p> <p>Lensa objektif adalah lensa yang digunakan untuk mengumpulkan cahaya melewati spesimen dan kemudian memproyeksikan gambar ke tubus mikroskop. Setiap compound microscope memiliki beberapa lensa objektif yang bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan. Sementara stereo microscope memiliki sepasang lensa objektif di tiap masing - masing lensa okuler nya yang akan memberikan efek 3D. Ada beberapa spesifikasi yang perlu diperhatikan pada lensa objektif di</p> <p style="text-align: center;">79 </p>	<p style="text-align: center;">ALAT OPTIK MIKROSKOP</p> <p>B. Komponen Mikroskop</p> <p style="text-align: center;">➤ Scan this picture!</p>  <p>1. Lensa Objektif</p>  <p>Gambar 3.16 Berbagai jenis Lensa Objektif</p> <p>Lensa objektif adalah lensa yang digunakan untuk mengumpulkan cahaya melewati spesimen dan kemudian memproyeksikan gambar ke tubus mikroskop. Setiap compound microscope memiliki beberapa lensa objektif yang bisa digunakan sesuai dengan kebutuhan. Sementara stereo microscope memiliki sepasang lensa objektif di tiap masing - masing lensa okuler nya yang akan memberikan efek 3D. Ada beberapa spesifikasi yang perlu diperhatikan pada lensa objektif di</p> <p style="text-align: center;">91 </p>
<p style="text-align: center;">MIKROSKOP ALAT OPTIK</p> <p style="text-align: center;">FENOMENA</p> <p>Halo</p> <p>Halo adalah salah satu fenomena optik yang terjadi akibat interaksi antara cahaya dengan Kristal es yang tersuspensi di atmosfer. Halo memiliki berbagai bentuk, mulai dari cincin berwarna atau putih, hingga busur dan nada yang terbentuk di langit. Halo biasanya terbentuk di dekat awan atau hujan. Halo tidak sering terlihat dibanding jelajah, di sebagian Amerika Serikat dan Eropa halo muncul rata-rata dua kali seminggu. Halo terdiri dari beberapa jenis, namun jenis halo yang sering muncul antara lain, circular halo (halo 22°), light pillars, dan sun dogs.</p>   <p style="text-align: center;">118 </p>	<p style="text-align: center;">MIKROSKOP ALAT OPTIK</p> <p style="text-align: center;">FENOMENA</p> <p>Halo</p> <p>Halo adalah salah satu fenomena optik yang terjadi akibat interaksi antara cahaya dengan Kristal es yang tersuspensi di atmosfer. Halo memiliki berbagai bentuk, mulai dari cincin berwarna atau putih, hingga busur dan nada yang terbentuk di langit. Halo biasanya terbentuk di dekat awan atau hujan. Halo tidak sering terlihat dibanding jelajah, di sebagian Amerika Serikat dan Eropa halo muncul rata-rata dua kali seminggu. Halo terdiri dari beberapa jenis, namun jenis halo yang sering muncul antara lain, circular halo (halo 22°), light pillars, dan sun dogs.</p>   <p style="text-align: center;">130 </p>

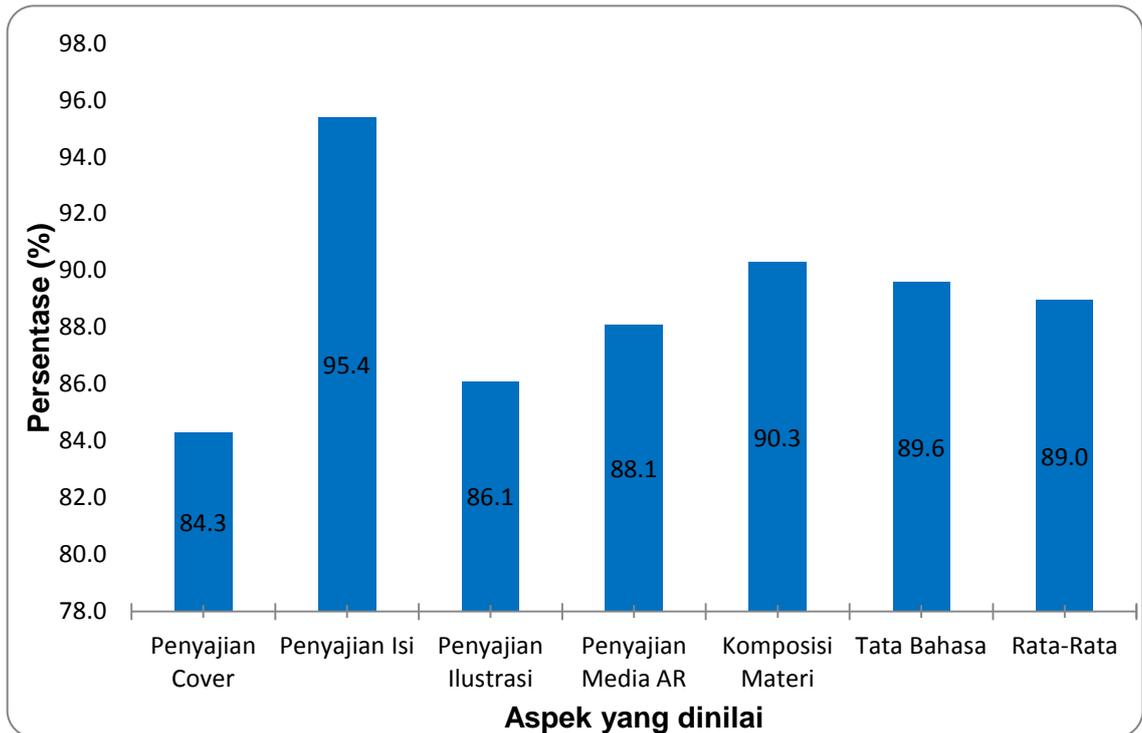


3. Uji Coba Penggunaan Produk

Setelah dilakukan revisi hasil uji kelayakan produk yang dikembangkan, dilakukan uji coba penggunaan produk, Uji coba penggunaan produk dilakukan guna mengetahui pendapat guru fisika dan siswa mengenai buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan. Penilaian pada uji coba penggunaan produk terdiri dari enam aspek penilaian yaitu penyajian cover, penyajian isi, penyajian ilustrasi, penyajian media AR, komposisi materi, dan tata bahasa. Penilaian Uji Coba Penggunaan Produk ini diujikan kepada guru fisika dan 25 siswa SMAN 33 Jakarta kelas XII MIPA. Sebelum dilakukan uji coba produk di lapangan, dilakukan uji coba produk pada kelompok kecil terlebih dahulu. melibatkan 9 siswa yang terdiri dari 4 orang siswa kelas XI dan 5 orang siswa kelas XII SMAN 33 Jakarta. Pada uji coba produk kelompok kecil, produk yang diujikan hanya 1 Bab saja yaitu Bab 3 tentang Mikroskop.

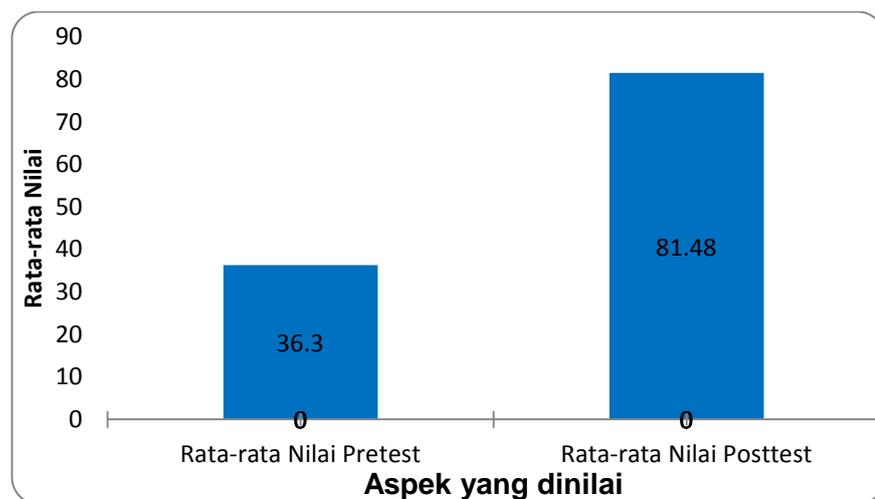
a) Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba kelompok kecil melibatkan 9 orang siswa yang terdiri dari 4 orang siswa kelas XI dan 5 orang siswa kelas XII SMAN 33 Jakarta. Pada uji coba produk kelompok kecil, produk yang diujikan hanya 1 Bab saja yaitu Bab 3 tentang Mikroskop. Dari hasil uji coba kelompok kecil, didapatkan penilaian untuk setiap kriteria aspek penilaian yang disajikan dengan diagram batang pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Diagram Batang Hasil Uji Coba pada Kelompok Kecil

Selain itu, dilakukan pula *pretest* dan *posttest* di hari yang berbeda dengan perlakuan siswa membawa buku yang diberikan untuk dibaca di rumah selama satu hari. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah buku pengayaan yang dikembangkan menambah wawasan pengetahuan siswa atau tidak. Berdasarkan hasil nilai yang diperoleh melalui pre test dan post test, didapatkan peningkatan nilai yang disajikan dengan diagram batang pada gambar 4.4 di bawah ini.

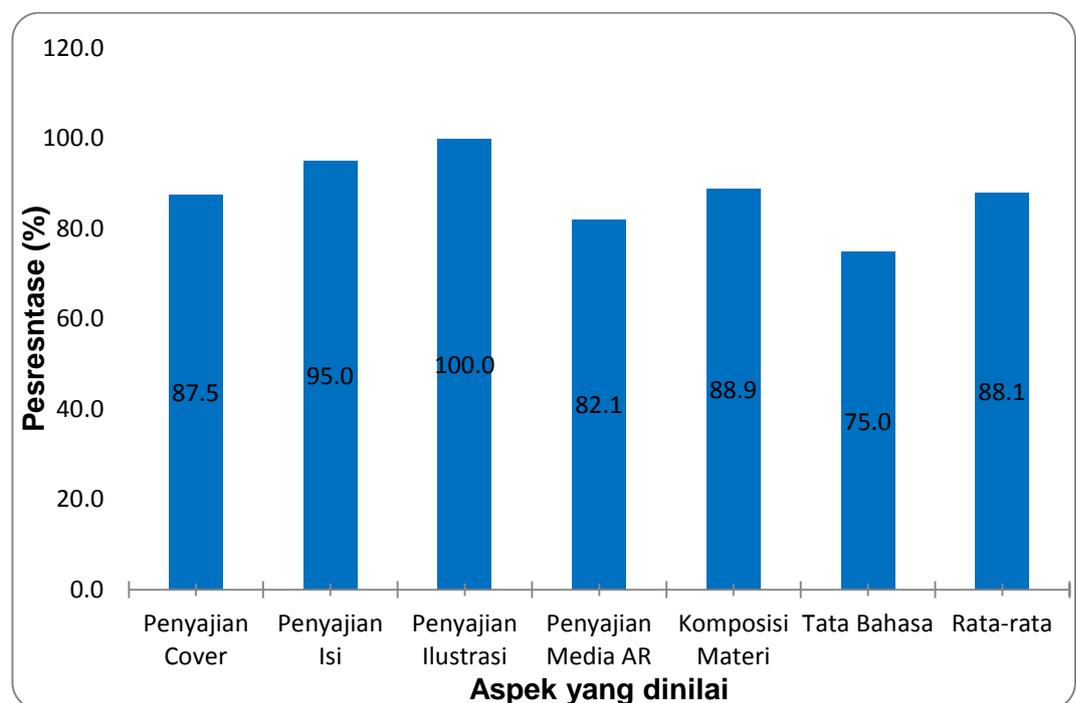


Gambar 4.4 Diagram Batang Rata – rata Nilai *Pre Test* dan *Post Test* pada Uji Kelompok Kecil

Dari hasil pre test dan post test, didapatkan nilai uji gain sebesar 0.67 yang menunjukkan bahwa buku pengayaan pengetahuan fisika ini menambah wawasan dan pengetahuan siswa dengan kategori sedang.

b) Uji Coba oleh Guru Fisika

Uji coba oleh guru fisika melibatkan guru fisika dari Sekolah Menengah Atas Negeri 33 Jakarta Barat. Adapun hasil penilaian uji kelayakan untuk setiap kriteria aspek penilaian oleh kedua guru fisika disajikan dengan diagram batang pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Diagram Batang Hasil Uji Coba Guru Fisika

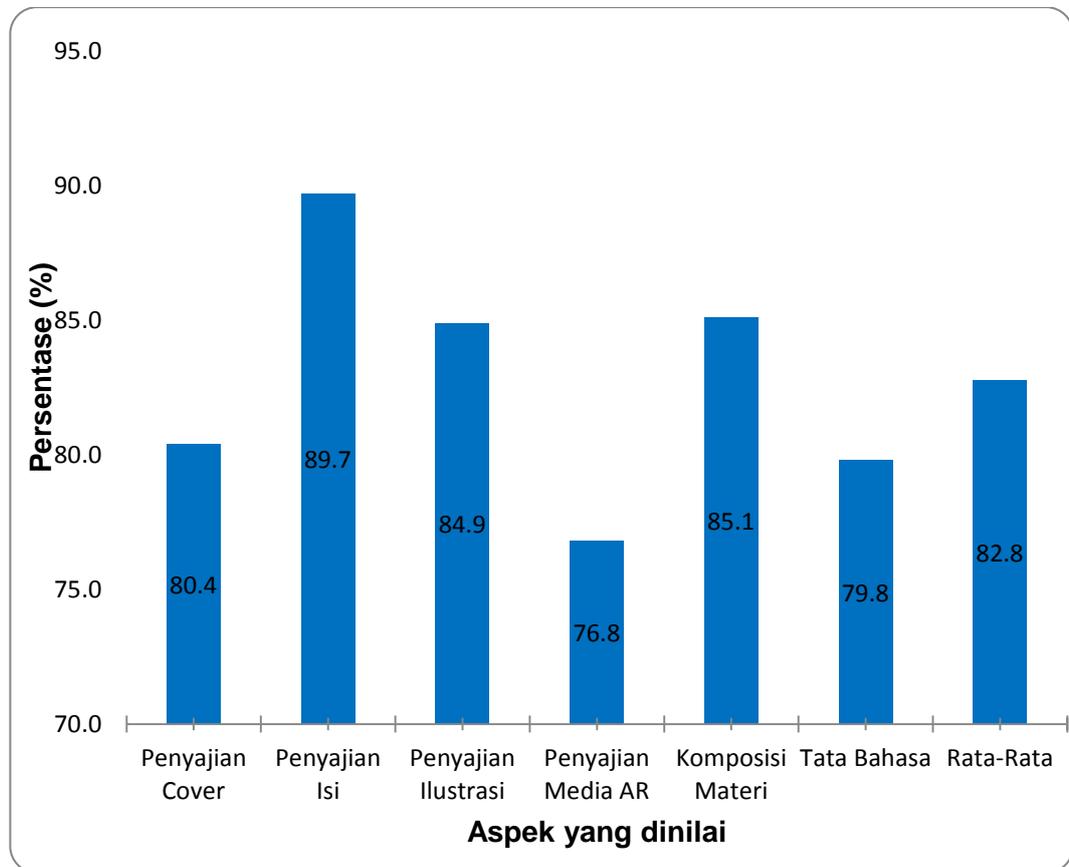
Adapun masukan dari guru fisika guna memperbaiki buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan, yaitu:

- (1) Menambahkan percobaan seperti pembuatan alat optik sederhana agar meningkatkan kreativitas siswa.

c) Uji Coba oleh Siswa

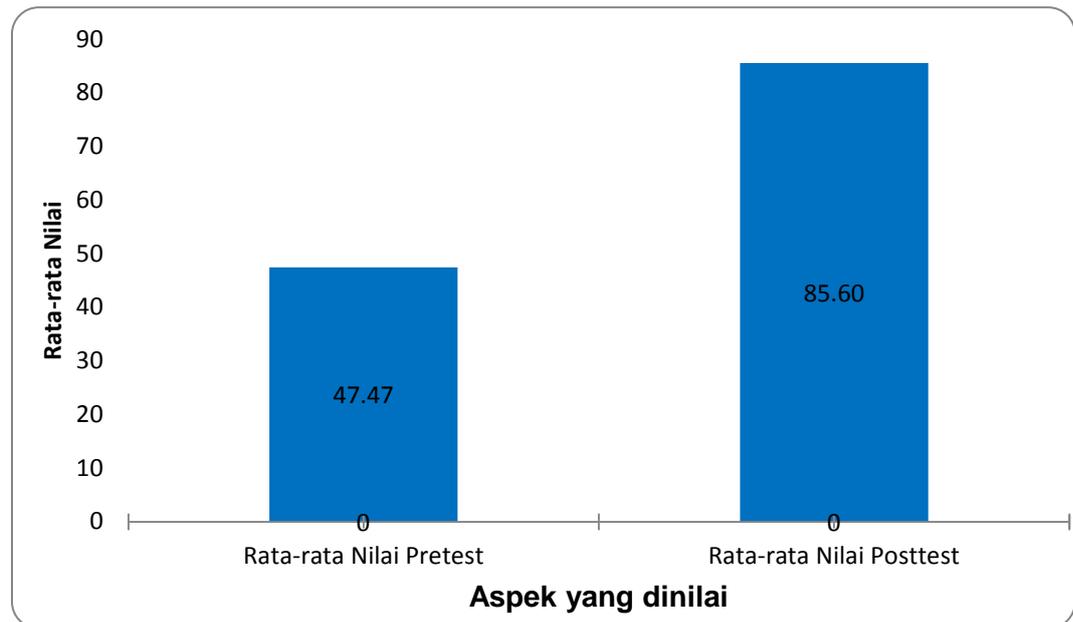
Uji coba oleh siswa melibatkan 25 orang siswa MIPA kelas XII SMAN 33 Jakarta. Berdasarkan uji coba penggunaan produk oleh siswa, diperoleh

persentase untuk masing-masing aspek penilaian yang disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Diagram Batang Hasil Uji Coba Produk oleh siswa SMAN 33 Jakarta

Pada saat uji coba penggunaan produk, siswa juga diberikan soal *pretest* dan *posttest* untuk memperoleh data pendukung guna mengetahui apakah ada penambahan pengetahuan yang terjadi pada siswa setelah membaca buku yang dikembangkan. Dengan melibatkan 25 orang siswa diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 47.47 dan rata-rata nilai *posttest* sebesar 85.60, dari hasil rata-rata nilai *pretest* dan nilai *posttest* didapatkan rata – rata skor uji gain sebesar 0,71. Skor tersebut menunjukkan bahwa terjadi penambahan pengetahuan siswa dengan kategori tinggi.



Gambar 4.7 Diagram Batang Rata-rata Nilai *Pretest* dan *Posttest* Uji Coba pada Siswa

B. Pembahasan

Buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” dapat digunakan sebagai sumber belajar dalam program pengayaan pada proses pembelajaran untuk materi alat optik kelas XI semester dua dan juga untuk umum. Pada buku ini terdapat materi yang tidak dibahas di materi SMA seperti rician bagian – bagian mata dan fungsinya, sejarah alat optik, prinsip kerja alat optik secara lebih mendalam, hingga jenis – jenis alat optik. Selain itu, ada juga pembahasan alat optik yang tidak dibahas di materi SMA, antara lain kacamata, periskop, dan proyektor. Hal ini dikarenakan sifat buku pengayaan yang berisi bahasan tertentu kurikulum yang disajikan secara lebih luas atau lebih dalam.

Untuk menulis isi pada buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*”, digunakan buku – buku referensi terkait, seperti *Basic Optics and Optical Instruments* karangan Fred A. Carson, *Physical Principles of Electron Microscopy* karangan Ray F. Egerton, *History of Spectacles* karangan Webster L. Fox, *Optics and Optical Instruments* karangan B.K. Johnson, *Microscopy from the Very Beginning*

karangan H.G. Kavitza, *Comprehensive Ophthalmologi* karangan A.K Khurana, *Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging* karangan B. Douglas Murphy, *Handbook of Optical Design* karangan Zacharias dan Daniel Malacara, dan *Principle of Physics* karangan Jearl Walker serta masih banyak yang lainnya.

Ukuran kertas yang dipilih untuk buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” yaitu ukuran B5 (18,2 cm x 25,7 cm) agar buku lebih mudah dibawa dan dibaca dimana - mana. Buku disajikan secara runtut dari umum ke khusus, dengan bahasa yang lebih komunikatif dibandingkan dengan buku teks pelajaran. Buku juga disajikan dengan banyak ilustrasi dengan ukuran yang lebih besar dari buku teks pelajaran biasanya serta memperhatikan tata letak dengan tujuan lebih memperjelas isi materi serta membuat nyaman mata pembaca.

Dalam penyajiannya, buku ini dilengkapi dengan konten - konten yang secara keseluruhan bertujuan untuk menarik minat pembaca dan menambah wawasan pembaca. “Media *Augmented Reality*” merupakan aplikasi yang dibuat untuk menarik pembaca dengan melibatkan teknologi dalam pembelajaran. Pada aplikasi ini, setiap gambar yang terdapat di tiap bab dengan tulisan *scan this picture* akan menampilkan visualisasi 3D dari alat optik beserta bagian – bagiannya dan juga video jika di scan dengan kamera aplikasi AR yang sudah diinstall terlebih dahulu. “Ensiklopedia” berisi informasi pengetahuan umum yang berkaitan dengan pembahasan di tiap sub bab nya. “Fenomena” berisi tentang fenomena – fenomena fisika yang berkaitan dengan optik. “Teka – teki silang” dibuat dengan tujuan untuk menarik minat pembaca dengan pertanyaan – pertanyaan asah otak serta mengasah kemampuan pembaca setelah membaca buku pengayaan tersebut. “Ringkasan” berisi simpulan dari satu bab agar pembaca dapat mengingat kembali dan memperoleh gambaran isi satu bab. Penjelasan materi dalam buku dilengkapi dengan ilustrasi berupa gambar, foto, table, dan sejenisnya untuk memudahkan pembaca dalam memahami isi materi.

Buku yang dikembangkan, diuji kelayakannya oleh para ahli, lalu diuji cobakan kepada guru fisika dan siswa. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli materi dan ahli media dengan masing-masing komponen atau aspek penilaian yang berbeda di setiap instrumen penilaiannya.

Aspek penilaian yang terdapat dalam instrumen ahli materi terdiri dari kesesuaian materi, komposisi materi, dan penyajian materi. Kriteria butir untuk uji kelayakan materi memperoleh hasil persentase dengan rentang 82% - 100% dengan interpretasi “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir untuk ahli materi memperoleh skor 88,5% dengan kriteria “sangat baik”.

Aspek penilaian yang terdapat dalam instrumen ahli media terdiri dari penyajian cover, penyajian isi, penyajian tulisan, penyajian ilustrasi, dan penyajian media AR. Kriteria butir untuk uji kelayakan media memperoleh hasil persentase dengan rentang 75% - 100% dengan interpretasi “baik” sampai dengan “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir untuk ahli media memperoleh skor 88,9% dengan kriteria “sangat baik”.

Jika kriteria butir dijabarkan, diperoleh informasi bahwa dengan interpretasi setiap aspek “sangat baik”, buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan tidak terdapat kesalahan konsep baik karena kesalahan ilustrasi ataupun penjabaran materi. Pembahasan materi yang disajikan dalam buku inipun mutakhir, akurat, dan berasal dari sumber yang dapat dipercaya. Isi buku dapat dijadikan sumber pengayaan untuk materi alat optik sekaligus buku bacaan untuk khalayak umum.

Tahapan penelitian selanjutnya setelah uji kelayakan dan revisi yaitu uji coba penggunaan produk. Namun, sebelum melakukan uji coba produk dalam skala besar, dilakukan uji coba produk pada kelompok kecil. Uji coba produk pada kelompok kecil ini melibatkan 9 orang siswa MIPA yang terdiri dari 4 orang siswa kelas XI dan 5 orang siswa kelas XII dari SMAN 33 Jakarta. Dari hasil penilaian uji coba produk kelompok kecil, didapatkan persentase rata – rata aspek penilaian sebesar 89% dengan interpretasi “sangat baik” dan hasil uji gain sebesar 0.67 yang menandakan bahwa buku pengayaan ini memberikan penambahan wawasan pengetahuan siswa dengan kategori sedang.

Setelah itu, baru dilakukan uji coba produk pada skala yang lebih besar. Uji coba penggunaan produk ini melibatkan seorang guru fisika dan 25 siswa kelas XII MIPA SMAN 33 Jakarta. Adapun aspek penilaian pada uji coba produk meliputi penyajian cover, penyajian isi, penyajian ilustrasi, penyajian media AR, komposisi materi, dan tata bahasa. Kriteria butir untuk uji coba

oleh guru fisika memperoleh hasil persentase dengan rentang 75.0% - 100% dengan interpretasi “baik” sampai dengan “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir untuk ahli media memperoleh skor 88,1% dengan kriteria “sangat baik”. Sementara untuk kriteria butir yang terdapat pada aspek penilaian instrument uji coba produk oleh siswa diperoleh hasil persentase dengan rentang 79.8% - 89.7% dengan interpretasi “sangat baik”. Rata-rata hasil persentase kriteria butir pada instrument uji coba produk siswa memperoleh skor 82,8% dengan kriteria “sangat baik”.

Pada tahap uji coba penggunaan produk, dalam penelitian ini juga dilakukan uji efektivitas untuk mendapatkan data pendukung guna mengetahui apakah buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan ini memberikan penambahan wawasan pengetahuan siswa. Hal ini dilakukan karena sesuai dengan fungsi buku pengayaan sendiri yaitu mengembangkan serta menambah wawasan pengetahuan pembaca. Perhitungan untuk memperoleh informasi apakah terjadi atau tidaknya penambahan pengetahuan siswa dilakukan dengan uji gain ternormalisasi. Syarat uji gain ternormalisasi, data harus terdistribusi normal sehingga dilakukan uji normalitas terlebih dahulu dan diperoleh nilai *pretest* dan *posttest* terdistribusi normal. Soal *pretest* dan *posttest* memiliki indikator dan tingkat kesulitan yang sama sehingga dapat menggambarkan terjadi perubahan atau tidak pengetahuan siswa sebelum dan setelah membaca buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan. Dengan uji efektivitas, diperoleh rata-rata nilai *pretest* sebesar 47.47 dari skala tertinggi 100 dengan nilai terendah sebesar 23.33 dan tertinggi 80. Sedangkan nilai *posttest* diperoleh rata-rata nilai sebesar 85.60 dengan nilai terendah 66.67 dan tertinggi 93.33. Dari data yang diperoleh, ada selisih rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* sebesar 38,13 dengan rata-rata nilai *posttest* lebih besar dibandingkan rata-rata nilai *pretest*. Dari hasil nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh, didapatkan bahwa semua siswa mengalami peningkatan nilai yang menandakan bahwa mereka mengalami penambahan wawasan pengetahuan setelah membaca buku pengayaan pengetahuan fisika ini. Adapun peningkatan penilaian yang dialami tiap siswa berbeda – beda, ada yang secara signifikan dan ada juga yang hanya mengalami sedikit peningkatan. Hal ini terjadi mungkin karena dilandasi oleh beberapa factor, seperti perbedaan pengetahuan awal yang dimiliki oleh siswa, perbedaan waktu belajar yang dimiliki oleh tiap siswa,

perbedaan kemampuan atau daya tangkap yang dimiliki oleh siswa, dan masih banyak lagi factor-faktor lainnya.

Penelitian ini dilakukan kurang lebih dalam waktu dua jam pelajaran di hari yang berbeda, dimana di hari pertama siswa melakukan *posttest* terlebih dahulu dan dilanjutkan dengan pengenalan buku pengayaan. Setelah itu, siswa diberikan link download aplikasi yang sebelumnya sudah di upload di google drive dan juga *softcopy* pdf buku pengayaan untuk mereka baca di rumah. Di hari kedua, mereka melakukan *posttest* untuk mengukur sejauh mana pengetahuan mereka bertambah setelah membaca produk buku pengayaan pengetahuan yang dikembangkan ini. Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan terjadi penambahan wawasan pengetahuan siswa dengan rata – rata skor uji gain yang didapat sebesar 0,71. Hasil tersebut menyatakan bahwa terjadi penambahan wawasan pengetahuan siswa setelah membaca buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” dengan kategori tinggi.

Berdasarkan hasil uji kelayakan dan uji coba penggunaan produk, dapat diperoleh informasi bahwa buku pengayaan pengetahuan fisika yang dikembangkan sudah dapat memenuhi kriteria buku pengayaan yang layak untuk digunakan dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa. Adapun kekurangan dalam buku pengayaan ini yaitu penggunaan bahasa yang kurang singkat dan agak kaku, sehingga beberapa siswa merasa penjabaran dalam buku ini kurang langsung menuju pada pokok bahasan serta pada beberapa bagian sulit dipahami.

BAB V

KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil validasi serta uji coba penggunaan produk, dapat disimpulkan bahwa buku pengayaan pengetahuan fisika “Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality*” ini layak untuk dipergunakan dan dapat menambah wawasan pengetahuan siswa.

B. Implikasi

Implikasi dari penelitian pengembangan buku pengayaan pengetahuan ini, yaitu dapat digunakan sebagai sumber belajar guna menambah dan memperkaya wawasan pengetahuan siswa di sekolah serta masyarakat umum.

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis menyampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya, antara lain:

1. Cover dibuat lebih menarik lagi sehingga memberikan kesan baik ketika melihat pertama kali.
2. Penggunaan bahasa yang lebih komunikatif dan interaktif sehingga dapat dipergunakan secara umum oleh masyarakat, baik yang mengerti ataupun tidak mengerti fisika.
3. Penyajian materi disertai dengan informasi – informasi teknologi yang lebih mutakhir.
4. Penyajian media AR dibuat lebih menarik lagi dengan adanya animasi 3D.

DAFTAR PUSTAKA

- Arista, Fitra S., Muhammad Nasir, dan Azhar. *Analisis Kesulitan Belajar Fisika Siswa Sekolah Menengah Atas Negeri Se-Kota Pekanbaru*. Skripsi, Universitas Riau, 2013.
- Arijani. 2005. "Penggunaan Media Herbarium, Kartu Botani, dan Ilustrasi Tumbuhan dalam Penguasaan Materi Perkuliahan". *Jurnal Pendidikan Volume 6, (2)*, hh. 133-143.
- Arsyad, Azhar. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada, 2011.
- Azuma, Ronald. 1997. "A Surfeiy of Augmented Reality". *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*.6, (4), 356.
- Darmawan, Deni. *Inovasi Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2012.
- Daryanto. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media, 2013.
- Departemen Pendidikan Nasional. *Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta, 2004.
- Indriana, Dina. *Ragam Alat Bantu Media Pengajaran*. Jogjakarta: DIVA Press, 2011.
- Efendi, Anwar. 2009. "Beberapa Catatan tentang Buku Teks Pelajaran di Sekolah". *Jurnal Pemikiran Alternatif Kependidikan INSANIA Volume 14, (2)*, hh. 320-333.
- Emzir. *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif & Kualitatif*. Jakarta: Rajawali Pers, 2011.
- Haryoko, Saptoko. 2009. "Efektifitas Pemanfaatan Media Audio-Visual Sebagai Alternatif Optimalisasi Model Pembelajaran". *Jurnal Edukasi@Elektro*. 5, (1), 3.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. *Panduan Rapat Kerja dan Penilaian Buku Nonteks Pelajaran*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Depdiknas, 2015.

- Muslich, Masnur. *KTSP Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Kontekstual*. Jakarta: Bumi Aksara, 2007.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2008 tentang Buku* Pasal 1, ayat 5.
- Prastowo, Andi. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: DIVA Press, 2011.
- Rafflesia, Anita. 2008. "Pemanfaatan Kereta Api Mainan Bekas Sebagai Alternatif Media Tiga Dimensi untuk Pembelajaran Proses Sintesis Protein pada Siswa Kelas XII IPA SMA". *Jurnal Cendekia Jilid 1, (1)*, hh. 7-13.
- Rediati, Ana. 2015. "Pengembangan Buku Pengayaan Cara Menulis Teks Penjelasan Bermuatan Nilai Budaya Lokal Untuk Peserta Didik Kelas V Sekolah Dasar". *Seloka: Jurnal Bahasa dan Sastra Indonesia*, 4, (1), 5.
- Richey, Rita dan Klein, James. *Design and Development Reaserch Methods, Strategies, and Issues*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 2007.
- Romlah, Oom, dan Yusuf Hilmi Adisendjaja. *Analisis Buku Ajar Berdasarkan Literasi Ilmiah Sebagai Dasar untuk Memilih Buku Ajar Sains (Biologi)*. Skripsi, FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia, 2007.
- Rosemaltriasari, Ari, et. al. *AR-Book Sistem Tata Surya Sebagai Sarana Edukasi*. Depok: Universitas Gunadarma.
- Setia, Lumy. *Pengembangan Modul dan CD Pembelajaran pada Materi Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur Berbasis ICT dalam Pembelajaran Bilingual*. Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta, 2011.
- Setya, Iman dan Teguh. *Pemanfaatan Augmented Reality untuk Pembelajaran Pengenalan Alat Musik Piano*. Makalah Seminar Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Sudjana, Nana. *Metode Statistik*. Bandung: Tarsito, 1996.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2013.

- Suhardi. *Pengembangan Sumber Belajar Biologi*. Skripsi, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2007.
- Suherli, Kusmana. *Pedoman Penulisan Buku Nonteks (Buku Pengayaan, Referensi, dan Panduan Pendidik)*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdiknas, 2008.
- Sulistiyono. *Efektivitas Penggunaan Media Modul Tercetak dan Media Transparasi serta Media Konvensional untuk Pokok Bahasan Tata Surya dalam Pengajaran Fisika Kelas 2 SMU Negeri 1 Seyegan*. Skripsi, IKIP Yogyakarta, 1998.
- Supardi. 2015. "Arah Pendidikan di Indonesia dalam Tataran Kebijakan dan Implementasi". *Jurnal Formatif*, 2, (2), 113.
- Wardanik, Tri. *Pembelajaran Fisika dengan Metode Direct Instruction (DI) Ditinjau dari Kemampuan Awal Matematika Siswa pada Pokok Bahasan Gerak Melingkar Beraturan di SMA Tahun 2008/2009*'. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, 2009.

Lampiran 1. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI
BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT
OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*

Petunjuk pengisian :

Judul Penelitian	: Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan <i>Augmented Reality</i>
Peneliti	: Fahruroji Saputra
NIM	: 3215126547
Jurusan/Prodi	: Fisika/Pendidikan Fisika
Nama Validator	: <i>Dr. Mangasi Alim Marpaung, M.Si</i>

Petunjuk pengisian :

- Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada kolom skor yang disediakan sesuai dengan butir aspek yang dinilai. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada kolom skor yang disediakan sesuai dengan butir aspek yang dinilai. Adapun keterangan skor penilaian sebagai berikut:
 - Skor 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
 - Skor 2 : Tidak Setuju (TS)
 - Skor 3 : Setuju (S)
 - Skor 4 : Sangat Setuju (SS):
- Bapak/Ibu dapat memberikan masukan atau saran pada kolom catatan yang disediakan.

Kompetensi Inti :

- Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

Kompetensi Dasar:

- 3.11 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa.
- 4.11 Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantun dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa.

LEMBAR VALIDASI
BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT
OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*

No.	Aspek yang dinilai	1	2	3	4
A. Kesesuaian Materi					
1.	Materi mendukung pencapaian minimal salah satu tujuan pendidikan nasional.				✓
2.	Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran berdasarkan KI dan KD.				✓
3.	Materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.				✓
B. Komposisi Materi					
4.	Materi merupakan karya orisinal, tidak menimbulkan masalah SARA dan diskriminasi gender.			✓	
5.	Materi memiliki kebenaran keilmuan, sesuai dengan perkembangan ilmu yang mutakhir, sahih, dan akurat.			✓	
6.	Materi tidak bertentangan dengan nilai-nilai moralitas dan sosial.				✓
C. Penyajian Materi					
7.	Materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.			✓	
8.	Materi yang disajikan menambah wawasan dan pengetahuan.				✓
9.	Materi yang disajikan menumbuhkan motivasi untuk berpikir lebih jauh dan inovatif.			✓	
10.	Materi yang disajikan dapat mengembangkan keterampilan serta memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.			✓	
11.	Materi yang disajikan sesuai dengan sasaran pembaca.				✓
12.	Materi disajikan secara menarik dan meningkatkan minat pembaca.			✓	
13.	Materi yang disajikan memiliki kelengkapan informasi.			✓	

Saran/masukan :

Kesimpulan :

Media pembelajaran dalam bentuk Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality* ini dinyatakan *):

1. Layak untuk digunakan tanpa ada revisi.
- ② Layak untuk digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak untuk digunakan dan perlu perbaikan.

Jakarta, 19 Juni2017
Validator Ahli Materi


Mangani AM..

Lampiran 2. Instrumen Uji Kelayakan Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*

Judul Penelitian	: Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan <i>Augmented Reality</i>
Peneliti	: Fahruroji Saputra
NIM	: 3215126547
Jurusan/Prodi	: Fisika/Pendidikan Fisika
Nama Validator	: Dwi Rizkyati, S.Pd, M.Si, M.Sc

Petunjuk pengisian :

1. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada kolom skor yang disediakan sesuai dengan butir aspek yang dinilai. Adapun skor yang diberikan disesuaikan dengan rubrik penilaian yang telah tersedia di bawah butir aspek penilaian.
2. Bapak/Ibu dapat memberikan masukan atau rekomendasi pada kolom catatan yang disediakan.

Kompetensi Inti :

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

Kompetensi Dasar:

- 3.11 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa.
- 4.11 Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantulan dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa.

LEMBAR VALIDASI
BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT
OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*

No.	Aspek yang dinilai	Skor			
		1	2	3	4
A. Penyajian Cover Buku					
1.	Disain cover yang disajikan mewakili isi.				✓
Skor 1 : disain cover yang disajikan tidak mewakili isi buku Skor 2 : disain cover yang disajikan kurang mewakili isi buku Skor 3 : disain cover yang disajikan cukup mewakili isi buku Skor 4 : disain cover yang disajikan mewakili isi buku					
2.	Disain cover disajikan dengan komposisi gambar yang menarik.			✓	
Skor 1 : komposisi gambar pada disain cover tidak menarik Skor 2 : komposisi gambar pada disain cover kurang menarik Skor 3 : komposisi gambar pada disain cover cukup menarik Skor 4 : komposisi gambar pada disain cover menarik					
3.	Disain cover disajikan dengan komposisi warna yang harmonis.			✓	
Skor 1 : komposisi warna pada disain cover tidak harmonis Skor 2 : komposisi warna pada disain cover kurang harmonis Skor 3 : komposisi warna pada disain cover cukup harmonis Skor 4 : komposisi warna pada disain cover harmonis					
4.	Disain cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian.			✓	
Skor 1 : kenampakan antara cover depan dan cover belakang tidak memiliki kesesuaian Skor 2 : kenampakan antara cover depan dan cover belakang kurang memiliki kesesuaian Skor 3 : kenampakan antara cover depan dan cover belakang cukup memiliki kesesuaian Skor 4 : kenampakan antara cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian					
5.	Disain cover disajikan dengan komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) yang harmonis.				✓
Skor 1 : penyajian komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) tidak harmonis Skor 2 : penyajian komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) kurang harmonis Skor 3 : penyajian komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) cukup harmonis Skor 4 : penyajian komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) harmonis					
6.	Disain cover disajikan dengan ukuran komposisi unsur (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) yang proporsional.			✓	
Skor 1 : penyajian ukuran komposisi unsur (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) tidak proporsional					

proporsional				
Skor 2 : hierarki penulisan bab dan tiap sub bab disajikan dengan tidak konsisten, tetapi proporsional				
Skor 3 : hierarki penulisan bab dan tiap sub bab disajikan dengan konsisten, tetapi tidak proporsional				
Skor 4 : hierarki penulisan bab dan tiap sub bab disajikan dengan proporsional dan konsisten				
13.	Penulisan isi buku disajikan dengan komposisi jenis font huruf yang menambah daya tarik tampilan isi dan mudah dibaca.			✓
Skor 1 : komposisi jenis font huruf yang disajikan pada penulisan tidak menambah daya tarik tampilan isi dan sulit dibaca				
Skor 2 : komposisi jenis font huruf yang disajikan pada penulisan menambah daya tarik tampilan isi, tetapi sulit dibaca				
Skor 3 : komposisi jenis font huruf yang disajikan pada penulisan tidak menambah daya tarik tampilan isi, tetapi mudah dibaca				
Skor 4 : komposisi jenis font huruf yang disajikan pada penulisan menambah daya tarik tampilan isi dan mudah dibaca				
14.	Penulisan isi buku disajikan dengan komposisi ukuran huruf yang harmonis.			✓
Skor 1 : komposisi ukuran huruf yang disajikan pada penulisan tidak harmonis				
Skor 2 : komposisi ukuran huruf yang disajikan pada penulisan kurang harmonis				
Skor 3 : komposisi ukuran huruf yang disajikan pada penulisan cukup harmonis				
Skor 4 : komposisi ukuran huruf yang disajikan pada penulisan harmonis				
D. Penyajian Ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya)				
15.	Ilustrasi disajikan dengan ukuran yang proporsional sesuai dengan kebutuhan pada buku pengayaan.			✓
Skor 1 : sebagian besar ilustrasi disajikan dengan ukuran yang tidak proporsional				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan ilustrasi disajikan dengan ukuran yang tidak proporsional				
Skor 3 : beberapa ilustrasi disajikan dengan ukuran yang tidak proporsional				
Skor 4 : keseluruhan ilustrasi disajikan dengan ukuran yang proporsional				
16.	Tata letak ilustrasi yang disajikan tertata rapih.			✓
Skor 1 : sebagian besar ilustrasi yang disajikan tidak tertata rapih				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan ilustrasi yang disajikan tidak tertata rapih				
Skor 3 : beberapa ilustrasi yang disajikan tidak tertata rapih				
Skor 4 : keseluruhan ilustrasi yang disajikan tidak tertata rapih				
17.	Ilustrasi yang disajikan terlihat dengan jelas.			✓
Skor 1 : sebagian besar ilustrasi yang disajikan tidak terlihat jelas				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan ilustrasi yang disajikan tidak terlihat jelas				
Skor 3 : beberapa ilustrasi yang disajikan tidak terlihat jelas				
Skor 4 : keseluruhan ilustrasi yang disajikan terlihat jelas				
18.	Ilustrasi yang disajikan disertai dengan nama dan sumber.			✓
Skor 1 : sebagian besar ilustrasi yang disajikan tidak disertai nama dan sumber				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan ilustrasi yang disajikan tidak disertai nama dan sumber				

Skor 3 : beberapa ilustrasi yang disajikan tidak disertai nama dan sumber				
Skor 4 : keseluruhan ilustrasi yang disajikan disertai nama dan sumber				
E. Penyajian Media <i>Augmented Reality</i>				
19.	Media aplikasi <i>augmented reality</i> berfungsi dengan baik terhadap <i>image target</i> .			✓
Skor 1 : sebagian besar <i>image target</i> yang dipindai tidak terespon dengan baik oleh aplikasi				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan <i>image target</i> yang dipindai tidak terespon dengan baik oleh aplikasi				
Skor 3 : beberapa <i>image target</i> yang dipindai tidak terespon dengan baik oleh aplikasi				
Skor 4 : keseluruhan <i>image target</i> yang dipindai terespon dengan baik oleh aplikasi				
20.	Ukuran objek 3D proporsional terhadap latar <i>image target</i>			✓
Skor 1 : sebagian besar ukuran objek 3D terhadap latar <i>image target</i> tidak proporsional				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan ukuran objek 3D terhadap latar <i>image target</i> tidak proporsional				
Skor 3 : beberapa ukuran objek 3D terhadap latar <i>image target</i> tidak proporsional				
Skor 4 : keseluruhan ukuran objek 3D terhadap latar <i>image target</i> proporsional				
21.	Komposisi warna pada objek 3D harmonis.			✓
Skor 1 : sebagian besar objek 3D memiliki komposisi warna yang tidak harmonis				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan objek 3D memiliki komposisi warna yang tidak harmonis				
Skor 3 : beberapa objek 3D memiliki komposisi warna yang tidak harmonis				
Skor 4 : keseluruhan objek 3D memiliki komposisi warna yang harmonis				
22.	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat.			✓
Skor 1 : sebagian besar keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tidak tepat				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tidak tepat				
Skor 3 : beberapa keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tidak tepat				
Skor 4 : keseluruhan keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat				
23.	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D dapat dibaca dengan jelas.			✓
Skor 1 : sebagian besar keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D tidak dapat dibaca dengan jelas				
Skor 2 : setengah dari keseluruhan keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D tidak dapat dibaca dengan jelas				
Skor 3 : beberapa keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D tidak dapat dibaca dengan jelas				
Skor 4 : keseluruhan keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D dapat dibaca dengan jelas				
24.	Resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> sudah tepat.			✓

Skor 1 : sebagian besar resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> tidak tepat					
Skor 2 : setengah dari keseluruhan resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> tidak tepat					
Skor 3 : beberapa resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> tidak tepat					
Skor 4 : keseluruhan resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> tepat					
7.	Kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> jelas.				✓
Skor 1 : sebagian besar kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> tidak jelas					
Skor 2 : setengah dari keseluruhan kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> tidak jelas					
Skor 3 : beberapa kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> tidak jelas					
Skor 4 : keseluruhan kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> jelas					

Saran/masukan :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan :

Media pembelajaran dalam bentuk Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality* ini dinyatakan *):

1. Layak untuk digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak untuk digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak untuk digunakan dan perlu perbaikan.

Jakarta,2017
Validator Ahli Media

[Signature]

.....

Lampiran 3. Instrumen Uji Coba Produk oleh Guru Fisika

LEMBAR VALIDASI GURU FISIKA
BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT
OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*

Judul Penelitian	: Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan <i>Augmented Reality</i>
Peneliti	: Fahruroji Saputra
NIM	: 3215126547
Jurusan/Prodi	: Fisika/Pendidikan Fisika
Nama Guru Fisika	: Sukarnan, M. Pd

Petunjuk pengisian :

1. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada kolom skor yang disediakan sesuai dengan butir aspek yang dinilai. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda ceklis (√) pada kolom skor yang disediakan sesuai dengan butir aspek yang dinilai. Adapun keterangan skor penilaian sebagai berikut:
 - > Skor 1 : Sangat Tidak Setuju (STS)
 - > Skor 2 : Tidak Setuju (TS)
 - > Skor 3 : Setuju (S)
 - > Skor 4 : Sangat Setuju (SS):
2. Bapak/Ibu dapat memberikan masukan atau saran pada kolom catatan yang disediakan.

Kompetensi Inti :

3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahua faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

Kompetensi Dasar:

- 3.11 Menganalisis cara kerja alat optik menggunakan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa.
- 4.11 Membuat karya yang menerapkan prinsip pemantun dan/atau pembiasan pada cermin dan lensa.

No.	Aspek yang dinilai	Skor			
		1	2	3	4
A. Penyajian Cover Buku					
1.	Disain cover yang disajikan mewakili isi.				✓
2.	Disain cover disajikan dengan komposisi gambar yang menarik.			✓	
3.	Disain cover disajikan dengan komposisi warna yang harmonis.			✓	
4.	Disain cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian.				✓
5.	Disain cover disajikan dengan komposisi unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) yang harmonis.			✓	
6.	Disain cover disajikan dengan ukuran komposisi unsur (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) yang proporsional.				✓
B. Penyajian Isi Buku					
7.	Isi buku disajikan dengan disain layout yang menarik dan tidak berlebihan.			✓	
8.	Komposisi warna pada disain layout isi buku harmonis.				✓
9.	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) yang sesuai dengan isi materi.				✓
10.	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) yang memperjelas isi materi.				✓
11.	Penyajian tata letak konten buku (kata pengantar, daftar isi, daftar pustaka, dan sejenisnya) konsisten dan proporsional.				✓
C. Penyajian Ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya)					
12.	Ilustrasi disajikan dengan ukuran yang proporsional sesuai dengan kebutuhan pada buku pengayaan.				✓
13.	Tata letak ilustrasi yang disajikan tertata rapih.				✓
14.	Ilustrasi yang disajikan terlihat dengan jelas.				✓
15.	Ilustrasi yang disajikan disertai dengan nama dan sumber.				✓

D. Penyajian Media <i>Augmented Reality</i>					
16.	Media aplikasi <i>augmented reality</i> berfungsi dengan baik terhadap <i>image target</i> .				✓
17.	Ukuran objek 3D proporsional terhadap latar <i>image target</i>				✓
18.	Komposisi warna pada objek 3D harmonis.				✓
19.	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat.				✓
20.	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D dapat dibaca dengan jelas.			✓	
21.	Resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> sudah tepat.			✓	
22.	Kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> jelas.			✓	
E. Komposisi Materi					
23.	Materi mendukung pencapaian minimal salah satu tujuan pendidikan nasional.				✓
24.	Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran berdasarkan KI dan KD.				✓
25.	Materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.				✓
26.	Materi disajikan secara runtut, sistematis, lugas, dan mudah dipahami.			✓	
27.	Materi yang disajikan menambah wawasan dan pengetahuan.				✓
28.	Materi yang disajikan dapat mengembangkan keterampilan serta memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.			✓	
29.	Materi yang disajikan sesuai dengan sasaran pembaca.				✓
30.	Materi disajikan secara menarik dan meningkatkan minat pembaca.			✓	
31.	Materi yang disajikan memiliki kelengkapan informasi.				✓
F. Tata Bahasa					
32.	Bahasa yang digunakan baku dan sesuai dengan kaidah penulisan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.			✓	
33.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan fungsional sesuai dengan sasaran pembaca.			✓	
34.	Bahasa yang digunakan jelas, lugas, dan mudah dipahami.			✓	

Saran/masukan :

Karena K Duga membuat karya yg mencakup prinsip
penerapan dan penerapannya pada kamin dan lensa
selainnya adalah Tumpukan yang menggunakan karya
misal mikroskop sederhana
Atau dengan cara membuat mikroskop sederhana.

Kesimpulan :

Media pembelajaran dalam bentuk Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan
Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality* ini dinyatakan *):

1. Layak untuk digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak untuk digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak untuk digunakan dan perlu perbaikan.

Jakarta, 31 Juli2017
Guru Fisika



Solihman, M.Pd.

Lampiran 4. Soal Pretest dan Posttest Uji Coba Kelompok Kecil

53

SOAL PRE TEST

Pokok Bahasan	: Alat Optik
Sub Pokok Bahasan	: Mikroskop
Nama	: Haditama 1.
Kelas	:
Sekolah	: SMAN 35 JAKARTA

1. Siapakah penemu mikroskop yang juga disebut sebagai Bapak Mikrobiologi? *J.J. Thompson.*
2. Apakah nama bagian mikroskop yang berfungsi untuk menyesuaikan fokus gambar pada mikroskop? *fokus halus.*
3. Sebuah mikroskop menggunakan lensa okuler dengan perbesaran 20 kali dan lensa objektif dengan perbesaran 4 kali. Berapakah perbesaran total yang dihasilkan oleh mikroskop tersebut? *80 kali.*
4. Mikroskop yang memiliki perbesaran rendah adalah mikroskop? *Cahaya.*
5. Isilah bagian mikroskop sesuai dengan kolom yang telah disediakan pada gambar

The diagram shows a light microscope with the following handwritten labels:

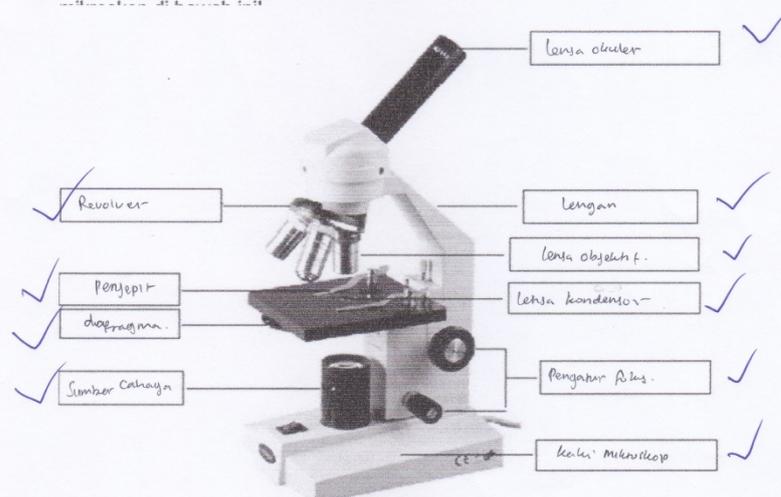
- lensa okuler
- lengan mikroskop
- lensa objektif
- kaca
- Bulet-bulet
- kaki
- lensa halus
- Penjepit
- Meja preparat
- lampu

SOAL POS TEST

(93)

Pokok Bahasan	: Alat Optik
Sub Pokok Bahasan	: Mikroskop
Nama	: Hadutama L.
Kelas	: XI IPA 2.
Sekolah	: SMAN 93 JAKARTA

1. ✓ Siapakah penemu mikroskop yang juga membuat buku *Micrographia*? R. Hooke.
2. ✓ Apakah nama bagian mikroskop yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengkonsentrasikan cahaya dari sumber cahaya ke spesimen? *lensa kondenser*
3. Sebuah mikroskop menggunakan lensa okuler dengan perbesaran 12.5 kali, jika observer ingin menghasilkan perbesaran total mikroskop sebanyak 500 kali. Berapakah perbesaran yang harus digunakan pada lensa objektif?
Mtot = Mobj x Mobj
Mobj = Mtot / Mobj
500 = 12.5 x Mobj
Mobj = 500 / 12.5
Mobj = 40
4. ✓ Jika kita ingin melakukan penelitian dengan membandingkan dua objek atau specimen, agar lebih mudah diamati maka kita perlu menggunakan mikroskop? *Mikroskop Comparison*
5. ✓ Isilah bagian mikroskop sesuai dengan kolom yang telah disediakan pada gambar



Lampiran 5. Soal Pretest dan Posttest Uji Coba Produk oleh Siswa

SOAL PRE TEST

53

Pokok Bahasan	: Alat Optik
Nama	: Fiannie Kamilia
Kelas	: XII MIPA 3
Sekolah	: SMAN 33 Jakarta

B = 8

1. Bagian mata yang merupakan selaput bening mata, terletak di depan bola mata dan berfungsi untuk melindungi mata dari debu, kuman, serta zat berbahaya lainnya adalah.....

a. Sklera	b. Iris
c. Kornea	d. Pupil
2. Peristiwa pembelokan cahaya yang terjadi ketika melewati dua medium yang berbeda disebut dengan.....

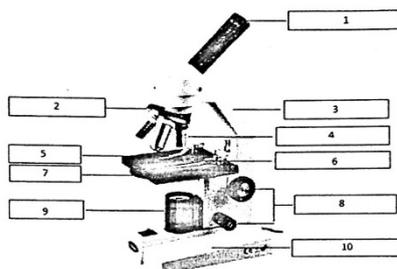
a. Indeks bias	b. Refraksi
c. Refleksi	d. Polarisasi
3. Kelainan mata yang menyebabkan pembiasan cahaya pada mata menjadi tidak terfokus melainkan terdistorsi, sehingga membuat pandangan menjadi kabur, berbayang, dan tidak dapat melihat garis vertikal serta horizontal secara bersamaan adalah.....

a. Miopia	b. Hyperopia
c. Presbiopia	d. Astigmatisma
4. Pada tahun 1780 seorang ilmuwan Amerika mengembangkan sebuah kacamata dengan dua lensa (bifocal) sehingga dapat mengoreksi gangguan penglihatan jauh maupun dekat, seorang ilmuwan tersebut adalah.....

a. Roger Bacon	b. James Ayscough
c. Benjamin Franklin	d. George Airy
5. Seorang siswa mengalami gangguan penglihatan ketika melihat objek-objek yang berjarak jauh, ia hanya dapat melihat dengan jelas dan fokus pada jarak maksimal 25 cm. Berapakah kuat lensa kacamata koreksi yang dibutuhkan siswa tersebut, agar dapat melihat semua objek dengan jelas seperti mata normal.....

a. -4 D	b. +4 D
c. -5 D	d. +5 D

6. Jenis kacamata yang biasa digunakan untuk melindungi mata dari sinar matahari langsung atau radiasi sinar UV adalah.....
- a. Kacamata Korektif
 c. Sunglasses
- b. Kacamata Keselamatan
 d. Kacamata 3D
7. Siapakah yang menciptakan Transmission Electron Microscope (TEM) pertama kali.....
- a. Frits Zernike
 c. Max Knoll
- b. Ernst Ruska
 d. Manfred von Ardenne
- 8.



Apakah nama bagian mikroskop yang ditunjukkan oleh nomor 9 pada gambar mikroskop di atas.....

- a. Sumber Cahaya
 c. Lensa Kondenser
- b. Diafragma
 d. Revolver/Nosepiece
9. Sebuah mikroskop menggunakan lensa okuler dengan perbesaran 20 kali dan lensa objektif dengan perbesaran 4 kali. Berapakah perbesaran total yang dihasilkan oleh mikroskop tersebut?
- a. 5 kali
 c. 24 kali
- b. 16 kali
 d. 80 kali
10. Mikroskop terdiri dari beragam jenis dengan kelebihan dan fungsi yang beragam pula.



Seperti gambar mikroskop di samping, mikroskop tersebut memiliki perbesaran rendah karena digunakan untuk melihat objek-objek dengan permukaan padat dan menghasilkan visualisasi gambar tiga dimensi. Apakah nama mikroskop pada gambar di samping

- a. Compound Mikroskop
 c. Comparison Mikroskop
- b. Stereo Mikroskop
 d. Inverted Mikroskop

11. Berapakah sudut yang harus dibentuk oleh cermin atau prisma pada periskop, agar periskop dapat berfungsi dengan baik.....
- a. 30°
 - b. 45°
 - c. 60°
 - d. 90°
12. Proyektor movie pertama dikembangkan pada tahun 1879. Proyektor ini memproyeksikan gambar hewan dari sebuah disk kaca yang berputar dengan sorotan cahaya yang mengenainya, sehingga gambar tersebut terkesan bergerak. Proyektor ini dikenal dengan sebutan.....
- a. Helioscope
 - b. Megascopce
 - c. Magic Latern
 - d. Zoopraxiscope
13. Komponen utama proyektor yang dinyatakan sebagai jantungnya proyektor, berfungsi untuk menghasilkan gambar yang akan diproyeksikan ke layar adalah.....
- a. Image Engine
 - b. Sumber Cahaya
 - c. Lensa Kondenser
 - d. Mainboard
14. Jenis proyektor yang dalam penggunaannya memerlukan lembar plastik transparan untuk menulis atau menggambar objek yang ingin di proyeksikan adalah.....
- a. OHP
 - b. Opaque Proyektor
 - c. CRT Proyektor
 - d. LCD Proyektor
15. Jenis proyektor yang menggunakan tabung sinar katoda sebagai elemen penghasil gambar adalah.....
- a. OHP
 - b. Opaque Proyektor
 - c. CRT Proyektor
 - d. LCD Proyektor

SOAL POS TEST

93

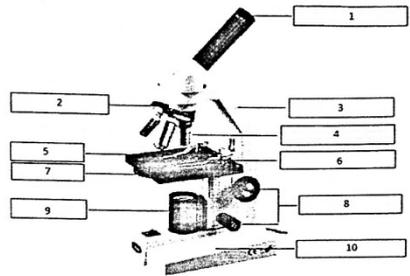
Pokok Bahasan	: Alat Optik
Nama	: Fannie Kamilia
Kelas	: XII MIPA 3
Sekolah	: SMAN 33 Jakarta

B=14

1. Bagian mata yang merupakan selaput bening mata, terletak di depan bola mata dan berfungsi memberikan warna pada mata adalah.....
 - a. Sklera
 - b. Iris
 - c. Kornea
 - d. Pupil
2. Perbandingan cepat rambat cahaya diantara dua medium disebut dengan.....
 - a. Indeks bias
 - b. Refraksi
 - c. Refleksi
 - d. Polarisasi
3. Kelainan mata yang disebabkan karena penurunan daya akomodasi mata akibat menuanya usia adalah.....
 - a. Miopia
 - b. Hyperopia
 - c. Presbiopia
 - d. Astigmatisma
4. Siapakah seorang astronom Inggris yang mendisain sebuah lensa kacamata untuk mengoreksi astigmatisma pada tahun 1825.....
 - a. Roger Bacon
 - b. James Ayscough
 - c. Benjamin Franklin
 - d. George Airy
5. Seorang siswa tidak dapat melihat objek-objek jarak yang jauh dengan jelas, ia menggunakan kacamata koreksi dengan kuat lensa sebesar -2,5 dioptri. Berapakah jarak pandang maksimum yang bisa dilihat oleh siswa tersebut dengan jelas tanpa menggunakan kacamata.....
 - a. 20 cm
 - b. 30 cm
 - c. 40 cm
 - d. 50 cm
6. Jenis kacamata yang biasa digunakan oleh para pekerja konstruksi, pekerja pabrik, atau teknisi lab untuk melindungi mata dari percikan api las, debu, atau zat-zat kimia berbahaya adalah.....
 - a. Kacamata Korektif
 - b. Kacamata Keselamatan
 - c. Sunglasses
 - d. Kacamata 3D

7. Siapakah yang menciptakan Scanning Electron Microscope (SEM) pertama kali.....
- a. Frits Zernike
 - b. Ernst Ruska
 - c. Max Knoll
 - d. Manfred von Ardenne

8.



Apakah nama bagian mikroskop yang ditunjukkan oleh nomor 2 pada gambar mikroskop di atas.....

- a. Sumber Cahaya
 - b. Diafragma
 - c. Lensa Kondenser
 - d. Revolver/Nosepiece
9. Sebuah mikroskop menggunakan lensa okuler dengan perbesaran 12.5 kali, jika observer ingin menghasilkan perbesaran total mikroskop sebanyak 500 kali. Berapakah perbesaran yang harus digunakan pada lensa objektif.....
- a. 5 kali
 - b. 10 kali
 - c. 40 kali
 - d. 100 kali

10. Mikroskop terdiri dari beragam jenis dengan kelebihan dan fungsi yang beragam pula. Seperti gambar mikroskop di samping, mikroskop tersebut memiliki perbesaran rendah karena digunakan untuk melihat objek-objek dengan permukaan padat dan menghasilkan visualisasi gambar tiga dimensi. Apakah nama mikroskop pada gambar di samping



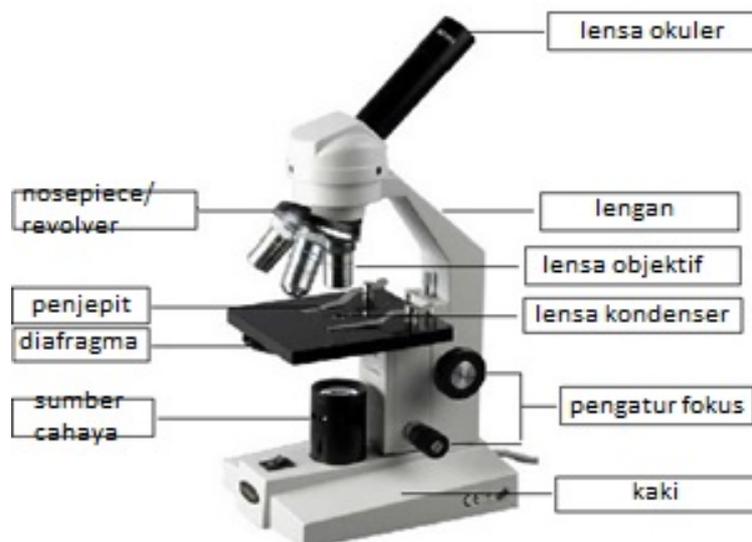
- a. Compound Mikroskop
- b. Stereo Mikroskop
- c. Comparison Mikroskop
- d. Inverted Mikroskop

11. Berapakah sudut yang harus dibentuk oleh cermin atau prisma pada periskop, agar periskop dapat berfungsi dengan baik.....
- a. 30° b. 45°
c. 60° d. 90°
12. Proyektor movie pertama dikembangkan pada tahun 1879. Proyektor ini memproyeksikan gambar hewan dari sebuah disk kaca yang berputar dengan sorotan cahaya yang mengenainya, sehingga gambar tersebut terkesan bergerak. Proyektor ini dikenal dengan sebutan.....
- a. Helioscope b. Megascop
c. Magic Latern d. Zoopraxiscope
13. Komponen utama proyektor yang berfungsi untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya sebanyak mungkin dari sumber cahaya adalah.....
- a. Image Engine b. Sumber Cahaya
c. Lensa Kondenser d. Mainboard
14. Jenis proyektor yang dalam penggunaannya memerlukan lembar plastik transparan untuk menulis atau menggambar objek yang ingin di proyeksikan adalah.....
- a. OHP b. Opaque Projector
c. CRT Projector d. LCD Projector
15. Jenis proyektor yang digunakan untuk memproyeksikan objek yang tidak tembus cahaya atau tidak transparan adalah.....
- a. OHP b. Opaque Projector
c. CRT Projector d. LCD Projector

Lampiran 6. Kunci jawaban soal *pretest* dan *posttest* Uji Coba Kelompok Kecil

No.	Soal Pretest	Soal Posttest
1.	Van Leeuwenhoek	Robert Hooke
2.	Pengatur Fokus	Lensa Kondenser
3.	80 kali	40 kali
4.	Mikroskop Stereo	Mikroskop Comparison

5.



Lampiran 7. Kunci jawaban soal *pretest* dan *posttest* Uji Coba Produk oleh Siswa

No.	Soal Pretest	Soal Posttest
1.	B	B
2.	B	A
3.	D	C
4.	C	D
5.	A	C
6.	C	B
7.	B	C
8.	A	D
9.	D	C
10.	B	C
11.	D	B
12.	D	D
13.	A	C
14.	A	A
15.	C	B

Lampiran 8. Nilai *Pretest* dan *Posttest* Uji Coba Kelompok Kecil serta Uji Gain

No	Nama	Nilai		(g)
		Pretest	Posttest	
1	Responden 1	20.00	46.67	0.33
2	Responden 2	66.67	66.67	0.00
3	Responden 3	26.67	80.00	0.73
4	Responden 4	26.67	86.67	0.82
5	Responden 5	26.67	93.33	0.91
6	Responden 6	26.67	100.00	1.00
7	Responden 7	53.33	93.33	0.86
8	Responden 8	53.33	80.00	0.57
9	Responden 9	26.67	86.67	0.82
TOTAL		326.67	733.33	6.03
RATA-RATA		36.30	81.48	0.67

Lampiran 9. Nilai *Pretest* dan *Posttest* Uji Coba Produk oleh Siswa

No	Nama	Nilai	
		Pretest	Posttest
1	Responden 1	33.33	93.33
2	Responden 2	26.67	93.33
3	Responden 3	40.00	80.00
4	Responden 4	80.00	86.67
5	Responden 5	40.00	73.33
6	Responden 6	53.33	93.33
7	Responden 7	46.67	80.00
8	Responden 8	53.33	80.00
9	Responden 9	33.33	86.67
10	Responden 10	66.67	93.33
11	Responden 11	53.33	93.33
12	Responden 12	66.67	80.00
13	Responden 13	53.33	86.67
14	Responden 14	26.67	66.67
15	Responden 15	60.00	93.33
16	Responden 16	46.67	86.67
17	Responden 17	53.33	80.00
18	Responden 18	46.67	86.67
19	Responden 19	53.33	93.33
20	Responden 20	46.67	93.33
21	Responden 21	40.00	80.00
22	Responden 22	60.00	93.33
23	Responden 23	40.00	93.33
24	Responden 24	33.33	80.00
25	Responden 25	33.33	73.33
TOTAL		1186.67	2140
RATA-RATA		47.47	85.60

Lampiran 10. Uji Normalitas Soal *Pretest* pada Uji Coba Produk oleh Siswa

No	Nama	Nilai (x)	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	s	z	fkum	f (z)	s (z)	f (z) - s (z)
1	Responden 2	26.67	-	432.779	13.24	-1.57	2	0.06	0.08	0.021928
2	Responden 14	26.67	-	432.779	13.31	-1.56	2	0.06	0.08	0.02099
3	Responden 1	33.33	-	199.845	13.31	-1.06	6	0.14	0.24	0.095912
4	Responden 9	33.33	-	199.845	13.31	-1.06	6	0.14	0.24	0.095912
5	Responden 24	33.33	-	199.845	13.31	-1.06	6	0.14	0.24	0.095912
6	Responden 25	33.33	-	199.845	13.31	-1.06	6	0.14	0.24	0.095912
7	Responden 3	40.00	-7.47	55.8009	13.31	-0.56	10	0.29	0.4	0.112644
8	Responden 5	40.00	-7.47	55.8009	13.31	-0.56	10	0.29	0.4	0.112644
9	Responden 21	40.00	-7.47	55.8009	13.31	-0.56	10	0.29	0.4	0.112644
10	Responden 23	40.00	-7.47	55.8009	13.31	-0.56	10	0.29	0.4	0.112644
11	Responden 7	46.67	-0.80	0.64534	13.31	-0.06	14	0.48	0.56	0.08397
12	Responden 16	46.67	-0.80	0.64534	13.31	-0.06	14	0.48	0.56	0.08397
13	Responden 18	46.67	-0.80	0.64534	13.31	-0.06	14	0.48	0.56	0.08397
14	Responden 20	46.67	-0.80	0.64534	13.31	-0.06	14	0.48	0.56	0.08397
15	Responden 6	53.33	5.86	34.3787	13.31	0.441	20	0.67	0.8	0.129648
16	Responden 8	53.33	5.86	34.3787	13.31	0.441	20	0.67	0.8	0.129648
17	Responden 11	53.33	5.86	34.3787	13.31	0.441	20	0.67	0.8	0.129648
18	Responden 13	53.33	5.86	34.3787	13.31	0.441	20	0.67	0.8	0.129648
19	Responden 17	53.33	5.86	34.3787	13.31	0.441	20	0.67	0.8	0.129648
20	Responden 19	53.33	5.86	34.3787	13.31	0.441	20	0.67	0.8	0.129648
21	Responden 15	60.00	12.53	157.001	13.31	0.942	22	0.83	0.88	0.053125
22	Responden 22	60.00	12.53	157.001	13.31	0.942	22	0.83	0.88	0.053125
23	Responden 10	66.67	19.20	368.512	13.31	1.443	24	0.93	0.96	0.034525
24	Responden 12	66.67	19.20	368.512	13.31	1.443	24	0.93	0.96	0.034525
25	Responden 4	80.00	32.53	1058.2	13.31	2.445	25	0.99	1	0.007245
	Jumlah	1186.67								
	Rata-rata	47.47								

Alpha = 5%

L Tabel = 0.173

L hitung = 0.129

L hitung < l table = data terdistribusi normal

Lampiran 11. Uji Normalitas *Posttest* pada Uji Coba Produk oleh Siswa

No	Nama	Nilai (x)	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	s	z	Fkum	f (z)	s (z)	f (z) - s (z)
1	Responden 14	66.67	18.93	358.47	7.86	-2.41	1	0.008	0.04	0.031999
2	Responden 5	73.33	12.27	150.47	7.86	-1.56	3	0.059	0.12	0.060699
3	Responden 25	73.33	12.27	150.47	7.86	-1.56	3	0.059	0.12	0.060699
4	Responden 3	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
5	Responden 7	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
6	Responden 8	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
7	Responden 12	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
8	Responden 17	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
9	Responden 21	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
10	Responden 24	80.00	-5.60	31.36	7.86	-0.71	10	0.238	0.4	0.161916
11	Responden 4	86.67	1.07	1.1378	7.86	0.136	15	0.554	0.6	0.046025
12	Responden 9	86.67	1.07	1.1378	7.86	0.136	15	0.554	0.6	0.046025
13	Responden 13	86.67	1.07	1.1378	7.86	0.136	15	0.554	0.6	0.046025
14	Responden 16	86.67	1.07	1.1378	7.86	0.136	15	0.554	0.6	0.046025
15	Responden 18	86.67	1.07	1.1378	7.86	0.136	15	0.554	0.6	0.046025
16	Responden 1	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
17	Responden 2	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
18	Responden 6	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
19	Responden 10	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
20	Responden 11	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
21	Responden 15	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
22	Responden 19	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
23	Responden 20	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
24	Responden 22	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
25	Responden 23	93.33	7.73	59.804	7.86	0.984	25	0.837	1	0.162583
	Jumlah	2140.00								
	Rata-rata	85.60								

Alpha = 5%

L Tabel = 0.173

L hitung = 0.162

L hitung < l table = data terdistribusi normal

Lampiran 12. Uji Gain Ternormalisasi

No.	Nama	Pre-Test	Post-Test	(g)
1	Responden 1	33.33	93.33	0.90
2	Responden 2	26.67	93.33	0.91
3	Responden 3	40.00	80.00	0.67
4	Responden 4	80.00	86.67	0.33
5	Responden 5	40.00	73.33	0.56
6	Responden 6	53.33	93.33	0.86
7	Responden 7	46.67	80.00	0.63
8	Responden 8	53.33	80.00	0.57
9	Responden 9	33.33	86.67	0.80
10	Responden 10	66.67	93.33	0.80
11	Responden 11	53.33	93.33	0.86
12	Responden 12	66.67	80.00	0.40
13	Responden 13	53.33	86.67	0.71
14	Responden 14	26.67	66.67	0.55
15	Responden 15	60.00	93.33	0.83
16	Responden 16	46.67	86.67	0.75
17	Responden 17	53.33	80.00	0.57
18	Responden 18	46.67	86.67	0.75
19	Responden 19	53.33	93.33	0.86
20	Responden 20	46.67	93.33	0.88
21	Responden 21	40.00	80.00	0.67
22	Responden 22	60.00	93.33	0.83
23	Responden 23	40.00	93.33	0.89
24	Responden 24	33.33	80.00	0.70
25	Responden 25	33.33	73.33	0.60
RATA-RATA		47.47	85.60	0.71

Lampiran 13. Lembar Penilaian Uji Coba Produk pada Kelompok Kecil dan Siswa

LEMBAR VALIDASI
BUKU PENGAYAAN PENGETAHUAN FISIKA PADA POKOK BAHASAN ALAT
OPTIK YANG DILENGKAPI DENGAN *AUGMENTED REALITY*

No.	Aspek yang dinilai	Skor			
		1	2	3	4
1.	Disain cover yang disajikan mewakili isi.			✓	
2.	Disain cover disajikan dengan menarik.				✓
3.	Disain cover depan dan cover belakang memiliki kesesuaian.			✓	
4.	Isi buku disajikan dengan disain layout yang menarik dan tidak berlebihan.			✓	
5.	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) yang sesuai dengan isi materi.				✓
6.	Isi buku disajikan dengan ilustrasi (foto, gambar, tabel, bagan, dan sejenisnya) yang memperjelas isi materi.				✓
7.	Tata letak ilustrasi yang disajikan tertata rapih.			✓	
8.	Ilustrasi yang disajikan terlihat dengan jelas.			✓	
9.	Ilustrasi yang disajikan disertai dengan nama dan sumber.				✓
10.	Media aplikasi <i>augmented reality</i> berfungsi dengan baik terhadap <i>image target</i> .				✓
11.	Ukuran objek 3D proporsional terhadap latar <i>image target</i>				✓
12.	<i>Komposisi warna pada objek 3D harmonis.</i>			✓	
13.	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D berada pada posisi yang tepat.				✓
14.	Keterangan bagian-bagian alat optik pada objek 3D dapat dibaca dengan jelas.				✓
15.	Resolusi layar video yang ditampilkan media <i>augmented reality</i> sudah tepat.			✓	
16.	Kualitas suara yang dihasilkan media <i>augmented reality</i> jelas.			✓	
17.	Materi tidak bertentangan dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku di Indonesia.				✓
18.	Materi disajikan secara runtut, bersistem, lugas, dan mudah dipahami.				✓
19.	Materi yang disajikan menambah wawasan dan pengetahuan.			✓	
20.	Materi yang disajikan dapat mengembangkan keterampilan serta memotivasi untuk berkreasi dan berinovasi.			✓	
21.	Materi disajikan secara menarik dan meningkatkan minat pembaca.				✓
22.	Materi yang disajikan memiliki kelengkapan informasi.				✓

23.	Bahasa yang digunakan baku dan sesuai dengan kaidah penulisan Bahasa Indonesia yang baik dan benar.			✓	
24.	Bahasa yang digunakan komunikatif dan fungsional sesuai dengan sasaran pembaca.			✓	
25.	Bahasa yang digunakan jelas, lugas, dan mudah dipahami.				✓
26.	Penggunaan istilah asing (bahasa Inggris, ilmiah, dan bahasa lainnya) sesuai dengan proporsinya.				✓

Saran/masukan :

Tampilan/ Design Cover depan cukup menarik & bisa memancing minat pembaca. Isi buku juga memuat ilustrasi- ilustrasi yang memperjelas materi yang dimuat dalam buku pengayaan ini. Isi buku ini juga disajikan dengan penuh warna- warna yang sangat menarik sehingga jauh dan kesan meroton seperti buku- buku fisika yang lain. Secara keseluruhan buku pengayaan ini sudah baik dan mudah dipahami

Kesimpulan :

Media pembelajaran dalam bentuk Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika pada Pokok Bahasan Alat Optik yang dilengkapi dengan *Augmented Reality* ini dinyatakan *):

1. Layak untuk digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak untuk digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak untuk digunakan dan perlu perbaikan.

Jakarta, 31 Juli2017
Nama Siswa

Fiannie

Fiannie Kamelia Jamin

Lampiran 14. Surat Penelitian



*Building
Future
Leaders*

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Kampus A, Gedung Hasjim Asjarie Rawamangun, Jakarta Timur 13220
Telp. : (021) 4894909, 08111937664, 08111511664 Fax. : (021) 4894909 E-mail : dekanfmipa@unj.ac.id

No : 699/6.FMIPA/DT/2017
Hal : Permohonan ijin Penelitian

24 Juli 2017

Yth.
SMA Negeri 33 Jakarta
Jl. Kamal Raya No.54, Cengkareng Barat
Jakarta 11730

Dengan hormat,

Sehubungan dengan persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Institusi kami maka dengan ini kami memohon kepada Bapak/Ibu SMA Negeri 33 Jakarta, untuk memberi kesempatan kepada mahasiswa kami atas nama :

No	Nama	No Reg.	Judul
1.	Fahrurroji Saputra	3215126547	Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika Pada Pokok Bahasan Alat Optik Yang Dilengkapi Dengan Augmented Reality

Untuk melaksanakan Penelitian dalam tugas menyelesaikan skripsi agar mendapatkan kompetensi yang harus dimiliki sebagai Sarjana nantinya. Adapun Penelitian tersebut akan dilaksanakan pada bulan Juli 2017.

Merupakan suatu kehormatan bagi kami atas kesempatan yang diberikan semoga hal ini bisa memberikan manfaat bagi kedua pihak.

Demikian permohonan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasamanya yang baik diucapkan terima kasih.

Wakil Dekan Bidang Akademik,


Dr. Mukhtingsih M.Si
NIP. 196405111989032001

Tembusan :

1. Dekan
2. Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika
3. Kasubag Akademik Kemahasiswaan dan Alumni
4. Mahasiswa ybs



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
DINAS PENDIDIKAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 33 JAKARTA
Jalan Kamal Raya No. 54 Cengkareng Jakarta Barat Telepon 6191043
JAKARTA

Kode Pos 11730

SURAT KETERANGAN

NOMOR 57 / 2017

Kepala SMA Negeri 33 Jakarta menerangkan bahwa :

Nama : Fahrurroji Saputra
Nomor Registrasi : 3215126547
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Jakarta
Jenjang : Strata 1 (S1)

benar nama tersebut di atas sudah melaksanakan Riset/Penelitian di SMA Negeri 33 Jakarta pada tanggal 28 Juli 2017.

Surat Keterangan ini diberikan untuk bahan pengkajian guna menyusun Skripsi Strata 1 (S1) Universitas Negeri Jakarta dengan Judul "Pengembangan Buku Pengayaan Pengetahuan Fisika Pada Pokok Bahasan Alat Optik Yang Dilengkapi Dengan Augmented Relity"

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



1 Agustus 2017

Kepala SMA Negeri 33 Jakarta ✓

Edarkuine, M.Pd.
NIP. 09261984032002

Lampiran 15. Dokumentasi





RIWAYAT HIDUP



Penulis yang bernama lengkap **Fahrurroji Saputra** dilahirkan di Jakarta pada tanggal 7 Januari 1994. Penulis yang lebih dikenal dengan panggilan “Fahrur/Oji” ini merupakan anak keempat dari pasangan Bapak Hamiddullah dan Ibu Siti Hani’ah. Penulis bertempat tinggal di Jalan Setia No. 3 Rt. 004 Rw. 01, Cengkareng Timur, Jakarta Barat.

Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 02 PT, Cengkareng, Jakarta Barat (1999-2005). Kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 248 Jakarta, Cengkareng, Jakarta Barat (2005-2008) dan akhirnya melanjutkan ke jenjang SMA di SMA Negeri 33 Jakarta, Cengkareng, Jakarta Barat (2008-2011). Setelah menyelesaikan pendidikan di Sekolah menengah, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi lagi, pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.