

PENGEMBANGAN VIRTUAL LAB GELOMBANG CAHAYA UNTUK PEMBELAJARAN AKTIF DAN KEMANDIRIAN BELAJAR DI ERA *NEW NORMAL*

Reno Nurdiyanto, Effendi Malik, Febriani, Dr. Pujiyanto, M.Pd.

Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Gelombang cahaya merupakan salah satu materi mata pelajaran fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik karena proses pembelajaran yang hanya terpaku pada rumus tanpa pemahaman melalui fenomena fisis. Proses pembelajaran jarak jauh yang diterapkan di era *new normal* saat ini menyebabkan peserta didik semakin sulit mempelajari fenomena fisis secara langsung melalui laboratorium sekolah. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan Aplikasi Virtual Lab Gelombang Cahaya untuk pembelajaran aktif dan kemandirian belajar di era *new normal* pada peserta didik kelas XI SMA semester 2. Metode yang digunakan adalah *Research and Development (R and D)* dengan desain 3D model yang terdiri atas *define, design, dan develop*. Hasil yang diperoleh yaitu 1) Materi yang digunakan adalah sifat gelombang cahaya dengan fokus materi pada karakteristik pemantulan, dispersi, dan difraksi cahaya, 2) Aplikasi Virtual Lab yang telah siap digunakan dengan spesifikasi dapat diinstal pada *smartphone* 3) Uji validitas yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media dengan hasil dinyatakan layak. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa Aplikasi Virtual Lab Gelombang Cahaya dapat digunakan untuk menciptakan pembelajaran aktif dan kemandirian belajar melalui pembelajaran jarak jauh di era *new normal* dengan memberikan pengalaman belajar. Rekomendasi yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah aplikasi ini dapat digunakan untuk melengkapi kegiatan praktikum yang tidak dapat dilakukan secara langsung di laboratorium, sehingga masih perlu disempurnakan dengan kegiatan peserta didik mencoba secara langsung di rumah dengan alat-alat yang sederhana.

Kata Kunci: *Gelombang cahaya, kemandirian belajar, pembelajaran aktif, virtual lab*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pandemi COVID-19 menyebabkan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) menerbitkan Surat Edaran Nomor 4 Tahun 2020 [1] tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan dalam Masa Darurat Penyebaran Coronavirus Disease (COVID-19) yang antara lain memuat arahan tentang proses belajar dari rumah. Kebijakan pembelajaran jarak jauh tersebut masih terus dijalankan di tengah era new normal saat ini.

Pembelajaran jarak jauh yang dilaksanakan menimbulkan berbagai tantangan untuk dapat mengoptimalkan proses pembelajaran. Berbagai tantangan muncul disebabkan adanya berbagai masalah yang timbul seperti peserta didik yang tidak dapat berinteraksi secara langsung dengan guru, proses pembelajaran yang monoton, serta pembelajaran yang hanya dengan metode ceramah [2]. Selain itu sulitnya akses jaringan internet yang dialami peserta didik juga menjadi salah satu kesulitan yang dihadapi meskipun telah diadakan bantuan kuota dari Kemendikbud [3]. Hal ini menyebabkan pembelajaran dengan video conference secara langsung sulit dilakukan untuk menciptakan proses pembelajaran seperti biasanya di kelas. Peserta didik pada akhirnya dituntut untuk dapat menambah ilmu pengetahuan yang tidak bisa diperoleh secara utuh melalui pembelajaran jarak jauh dengan belajar secara mandiri.

Pembelajaran jarak jauh juga menjadi salah satu tantangan bagi mata pelajaran sains yang berupa ilmu alam, khususnya pelajaran fisika. Pembelajaran fisika yang sering dianggap sulit, terkesan abstrak dan membosankan karena hanya berkutat dengan rumus, sebenarnya dapat diatasi dengan menyajikan fenomena fisis yang dapat dilakukan di laboratorium maupun lingkungan sekitar. Akan tetapi pembelajaran yang hanya dilakukan dari rumah membuat peserta didik tidak dapat menggunakan laboratorium maupun mengeksplorasi lingkungan sekitar dengan asik dan menyenangkan bersama teman-teman sekolah seperti biasanya. Peserta didik juga menjadi pasif dan mudah merasa bosan dengan pembelajaran jarak jauh [4].

Tantangan pembelajaran fisika secara jarak jauh dapat dijawab dengan menciptakan pembelajaran aktif secara dalam jaringan (daring). Menurut Dee Fink [5] terdapat 3 hal yang ada pada proses pembelajaran aktif yaitu experience atau pengalaman dengan melakukan sesuatu dan observasi atau mengamati sesuatu yang terjadi, dialog atau interaksi dengan dirinya ataupun orang lain, dan refleksi terhadap apa yang dipelajari dan proses yang dipelajari. Harapannya proses ini tetap terjadi meski dalam pembelajaran jarak jauh.

Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan media pembelajaran yang dapat membantu terciptanya pembelajaran aktif dan mandiri secara daring di tengah era new normal. Media yang dibuat dengan menarik, mudah dipahami, mudah diakses, dan membantu peserta

didik aktif dalam proses pembelajaran dapat mendukung terbangunnya minat belajar mandiri peserta didik [6]. Hal ini menyebabkan penulis tertarik untuk mengembangkan inovasi pembelajaran fisika dengan rancangan media pembelajaran secara daring menggunakan aplikasi pembelajaran virtual lab gelombang cahaya. Pembelajaran ini didesain agar dapat meningkatkan keaktifan peserta didik sehingga peserta didik dapat mempelajari fisika dengan menyenangkan dan mudah serta memiliki minat yang tinggi dalam pembelajaran fisika mandiri secara daring di era new normal.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan Virtual Lab Gelombang Cahaya Untuk Pembelajaran Aktif dan Kemandirian Belajar di Era *New Normal*?
2. Bagaimana kelayakan Virtual Lab Gelombang Cahaya Untuk Pembelajaran Aktif dan Kemandirian Belajar di Era *New Normal*?

C. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan
 - a) Menghasilkan Virtual Lab Gelombang Cahaya Untuk Pembelajaran Aktif dan Kemandirian Belajar di Era New Normal.
 - b) Menghasilkan Virtual Lab Gelombang Cahaya yang layak Untuk Pembelajaran Aktif dan Kemandirian Belajar di Era New Normal.
2. Manfaat
 - a) Meningkatkan minat belajar peserta didik secara mandiri di rumah
 - b) Peserta didik memperoleh pendidikan dan pembelajaran yang setara dengan pembelajaran laboratorium baik dalam kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan.
 - c) Memudahkan pendidik untuk memberikan tugas dan evaluasi terhadap pembelajaran peserta didik secara kreatif.
 - d) Membantu pemerintah dan pihak yang terkait untuk menciptakan suasana pembelajaran yang efektif dari rumah

D. Hipotesis

Media pembelajaran Virtual Lab Gelombang Cahaya yang dirancang untuk membuat peserta didik memperoleh pendidikan dan pembelajaran yang setara dengan pembelajaran

laboratorium baik dalam kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan dapat menciptakan pembelajaran aktif yang menyenangkan sehingga meningkatkan minat belajar mandiri fisika peserta didik.

E. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

1. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian berguna untuk menentukan dan mendefinisikan kebutuhan kebutuhan di dalam proses pembelajaran jarak jauh serta mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan.

2. Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan bertujuan untuk membuat rancangan dari media yang akan dihasilkan. Perancangan dilakukan berdasar pada hasil yang diperoleh ditahap pendefinisian.

3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan media yang sudah direvisi. Revisi dilakukan berdasarkan masukan ahli dari uji validasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Pembelajaran Fisika, pemberian pengalaman langsung sangat ditekankan dalam pengembangan kompetensi peserta didik. Pembelajaran diarahkan aktif dalam mencari tahu dan praktik sehingga membantu peserta didik guna memperoleh pengalaman yang mendalam tentang alam sekitar. Praktikum di dalam laboratorium merupakan salah satu cara yang dapat dilaksanakan sehingga proses motorik dapat dilatih. Akan tetapi dengan berlangsungnya pandemi, peserta didik tidak diperkenankan hadir secara langsung ke Sekolah untuk melaksanakan praktik.

Lingkungan pembelajaran daring tentu berbeda dari lingkungan tatap muka tradisional sehingga media pembelajaran serta teknik yang digunakan pada keduanya tidak dapat disamakan. Diperlukan sebuah modifikasi khusus dalam berbagai aspek yang menyangkut media pembelajaran dan teknik mengajar yang digunakan [7]. Laboratorium virtual dinilai memudahkan peserta didik untuk melaksanakan praktikum dan memahami konsep-konsep fisika. Sehingga dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik [8].

Saat ini teknologi dapat dikatakan cukup mampu untuk mewartakan digitalisasi berbagai

macam peristiwa fisis kehidupan nyata. Praktikum yang sulit dilakukan di laboratorium *real* yang disebabkan oleh minimnya alat pratikum, dapat dilakukan dengan menggunakan media laboratorium virtual [9]. Dengan menggunakan laboratorium virtual, hal ini juga mampu untuk membantu sekolah dalam menyediakan berbagai peralatan yang cukup lengkap dengan biaya yang efisien. Laboratorium virtual juga mampu menciptakan suasana praktikum yang interaktif, dinamis, serta animatif sehingga dapat mendorong peserta didik dalam suasana pembelajaran aktif [10].

Belajar merupakan sebuah proses aktif dimana peserta didik mampu membangun sebuah gagasan berdasarkan pemahaman dan perspektif dengan menyerap informasi. Peristiwa transformasi informasi melalui organisasi, elaborasi, perancahan terjadi pada peristiwa pembelajaran [11]. Hal-hal tersebut akan terjadi apabila terjadi optimalisasi setiap potensi yang dimiliki oleh peserta didik melalui pembelajaran aktif di dalam kelas.

Pembelajaran aktif diharapkan mampu membangun keterampilan dan mengasah bakat dalam bidang tertentu sesuai karakteristik yang dimiliki setiap peserta didik. Pembelajaran aktif mampu diciptakan oleh pendidik menyesuaikan kondisi kelas. Adapun pembelajaran yang dapat dilakukan seperti contoh praktik, menunjukkan dan menjelaskan, studi kasus, dan proyek terbimbing [12].

Berdasarkan ketetapan Mendiknas pada tahun 2005 dengan konsep pembelajaran PAKEM yang merupakan akronim *Pembelajaran Aktif, Kreatif, Efektif, dan Menyenangkan*; terdapat empat belas indikator yang menjadi ciri terjadinya pembelajaran aktif. Adapun indikator tersebut adalah pembelajaran berpusat pada siswa, bertujuan jelas, terdapat proses penemuan, arahan yang jelas oleh pendidik, terdapat pengaitan antara hal lama dengan baru, penambahan perspektif baru, terkoneksi antar disiplin ilmu, keterbukaan, media sarana yang memadai, melibatkan seluruh indera, seimbang antara otak kanan dan kiri, melibatkan interaksi sosial, terdapat umpan balik, dan sadar secara mandiri [13].

Dari sebuah pembelajaran aktif melalui kelas daring serta dibawah bimbingan pendidik dari jarak yang jauh satu sama lain, pada akhirnya menuntut peserta didik untuk mengembangkan kemampuan belajar secara mandiri melalui arahan yang diberikan. Kemandirian belajar peserta didik memiliki sifat dinamis, pembentukan daerah afektif sebagai hasil belajar dinilai relatif lebih lambat daripada pembentukan daerah kognitif dan psikomotorik, karena perubahan ranah afektif memerlukan waktu yang lebih serta merupakan akibat dari pembentukan pada daerah kognitif dan psikomotorik [14].

Kemandirian belajar merupakan aktivitas belajar yang dilakukan oleh individu dengan kebebasannya tanpa bergantung pada bantuan orang lain sebagai suatu peningkatan dalam hal pengetahuan, keterampilan, atau pengembangan prestasi. Berkembangnya kemandirian belajar

peserta didik dicirikan dengan adanya kemampuan untuk dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi dengan tingkah laku [15]. Kemandirian belajar memiliki empat indikator sikap yang dapat dinilai, yakni rasa percaya diri, tanggung jawab, inisiatif, serta disiplin [16].

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Research and Development (R and D)* dengan desai 3D model yang terdiri atas tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), dan tahap pengembangan (*develop*). Adapun alur dari penelitian ini sebagai berikut:

A. Tahap Pendefinisian (*Define*)

Pada tahap ini hal-hal yang dilakukan diantaranya

1. Menganalisis Materi

Kurikulum yang diacu pada penelitian ini adalah Kurikulum 2013. Materi yang akan digunakan adalah Gelombang Cahaya yang diajarkan pada kelas XI semester 2. Materi ini dipilih karena pembelajaran dengan laboratorium dibutuhkan untuk mempermudah pemahaman konsep gelombang cahaya. Konten pada aplikasi disesuaikan dengan kompetensi dasar 3.10 dan 4.19 kelas XI SMA/MA bersumber dari Peraturan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 tahun 2016. Adapun Kompetensi dasar sebagai berikut:

3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi.

4.10 Melakukan percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi.

Adapun indikator dari pembelajaran ini diantaranya:

- a) Mengetahui arah cahaya pantul pada cermin datar
- b) Menganalisis hubungan jarak kisi dengan layar terhadap jarak gelap terang difraksi
- c) Menganalisis hubungan lebar celah kisi dengan jarak gelap terang difraksi
- d) Menganalisis nilai panjang gelombang pada fenomena kisi difraksi

2. Merumusan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran pada penelitian ini yaitu Peserta didik dapat memiliki pengalaman pembelajaran aktif secara daring sehingga meningkatkan minat belajar mandiri fisika dengan media virtual lab gelombang cahaya. Secara lebih spesifik tujuan yang ingin dicapai setelah pembelajaran dengan media virtual lab gelombang cahaya diantaranya:

- a) Peserta didik dapat mengetahui pengertian gelombang cahaya

- b) Peserta didik dapat menganalisis sifat gelombang cahaya
- c) Peserta didik dapat melakukan Melakukan percobaan pemantulan
- d) Peserta didik dapat melakukan percobaan kisi difraksi
- e) Peserta didik dapat menyimpulkan persamaan pada kisi difraksi

B. Tahap Perancangan (*Design*)

Pada tahap perancangan peneliti mendesain aplikasi media pembelajaran dengan menggunakan beberapa komponen sebagai berikut:

1. Corel Draw

Software Corel Draw digunakan peneliti untuk membuat tampilan atau *User Interface* berupa latar belakang, tombol, menu dan gambar pada aplikasi. Desain grafis yang dihasilkan diubah ke dalam format *sprite* sehingga dapat diinput pada software *Unity 3D*. Tampilan *user interface* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 . Pembuatan User Interface menggunakan Corel Draw

2. Unity 3D

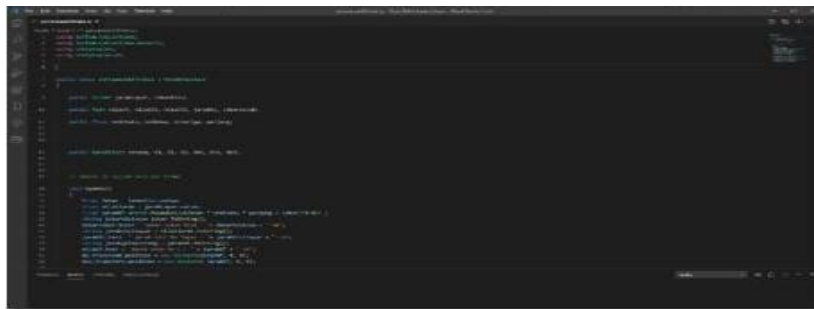
Software Unity 3d digunakan untuk menggabungkan elemen elemen dari desain yang telah dibuat peneliti sehingga menjadi aplikasi berbasis *android*. Perangkat lunak ini diintegrasikan dengan *Android Studio* agar dapat diubah ke format *.apk* sehingga bisa dibuka di *smartphone* peserta didik. Tampilan proses pembuatan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembuatan aplikasi pada bagian menu utama

3. VS Code

Software *VS Code* merupakan aplikasi bahasa pemrograman yang terintegrasi dengan *Unity 3d*. Bahasa yang digunakan sebagai *debugger* yaitu *C#*. Pemberian *coding* bertujuan agar program dari aplikasi yang dibuat peneliti sesuai dengan sintaks yang diinginkan. Tampilan coding dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Melakukan coding pada percobaan kisi difraksi menggunakan VS Code

4. Blender 3D

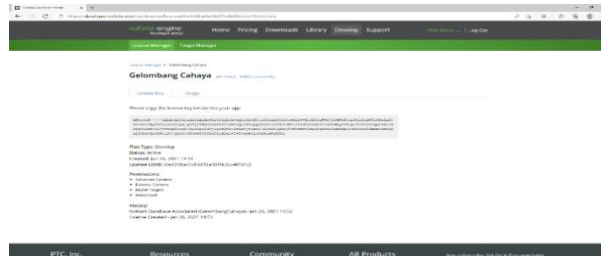
Software *Blender 3d* digunakan untuk membuat desain 3D sebagai objek dari augmented reality. Pada aplikasi ini dibuat objek 3D berupa alat alat yang menerapkan sifat cahaya. Tampilan *Blender 3D* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mengolah objek 3D dari teropong sebagai penerapan sifat cahaya

5. Vuforia Augmented Reality

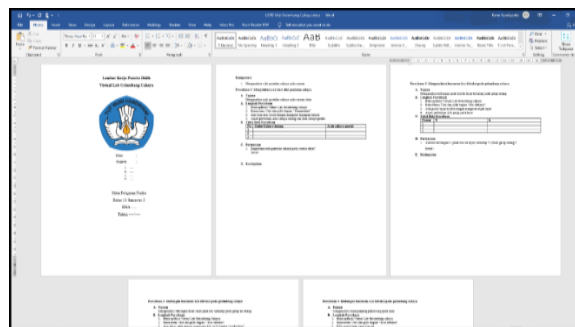
Vuforia Augmented Reality digunakan untuk membuat marker atau penanda pada gambar 2 dimensi sehingga dapat memunculkan objek di atasnya. Tampilan Vuforia Augmented Reality dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Membuat database augmented reality pada vuforia

6. Microsoft Word

Microsoft word digunakan untuk menulis lembar kerja peserta didik (Gambar 6) yang diunggah ke dalam google drive sehingga bisa diunduh oleh pengguna aplikasi. LKPD yang diupload dapat diedit menggunakan worksheet peserta didik.



Gambar 6. Lembar kerja peserta didik pada tampilan Microsoft Word

C. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan dilakukan dengan melakukan validasi yang diberikan kepada 2 validator ahli materi dan media. Seluruh validator berasal dari dosen pendidikan fisika Universitas Negeri Yogyakarta. Lembar validasi yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2. Lembar Validasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fitur Media Pembelajaran

Media pembelajaran virtual Lab Gelombang cahaya dirancang berupa format APK dan dapat diinstal pada android dengan minimal spesifikasi android jelly bean 4.0. Media memiliki fitur yang menunjang pembelajaran secara daring seperti berikut:

1. Info

Menu info berfungsi untuk mengetahui tujuan, kompetensi inti dan kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, indikator pembelajaran informasi pengembang dan daftar pustaka. Tampilan info pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 9.

2. Petunjuk

Berisi langkah-langkah yang harus dilakukan peserta didik sehingga tercapai kegiatan pembelajaran secara mandiri. Tampilan petunjuk pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 10.

3. Peta Konsep

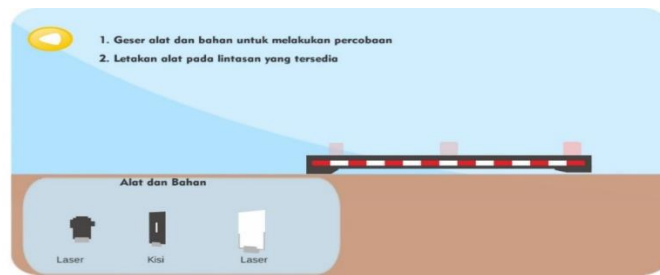
Peta konsep merupakan cara belajar dengan membangun jembatan antara cara belajar pengetahuan dan pembelajaran yang masuk akal. Peserta didik terpetakan konsep dan hubungan sehingga membangun struktur pengetahuan yang lebih tinggi. Tampilan peta konsep pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 11.

4. Materi

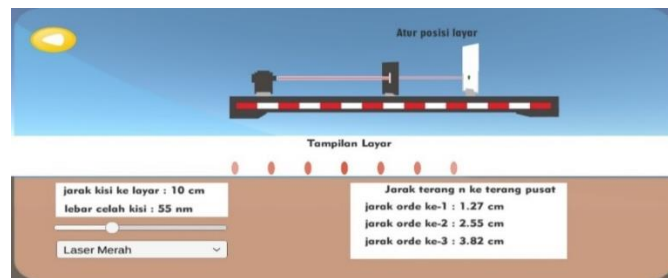
Materi terbagi menjadi beberapa sub materi berupa pengertian cahaya, sifat dispersi, interferensi, difraksi dan polarisasi. Peserta didik dapat membaca informasi mengenai penjelasan, fakta menarik, konsep, dan persamaan yang digunakan. Terdapat informasi mengenai petunjuk praktikum secara sederhana yang dapat dilakukan di rumah peserta didik seperti pembiasan jari yang dicelupkan ke gelas dan difraksi cahaya melalui celah jari. Tampilan materi pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 12.

5. Virtual Lab

Laboratorium virtual menyediakan kesempatan peserta didik untuk bereksperimen lebih dan dapat memvisualisasikan hal fenomena dengan mengubah variabel tertentu sehingga dapat dilihat dan disimulasikan menyerupai percobaan yang nyata. Peserta didik dapat mengunduh lembar kerja peserta didik yang telah disediakan pengembang agar menggunakan percobaan virtual secara lebih terarah. Peserta didik perlu mensimulasikan penyusunan alat percobaan terlebih dahulu hingga sesuai dengan posisi alat percobaan aslinya. Jika telah sesuai, peserta didik dapat melakukan percobaan dengan mengubah variabel tertentu berdasarkan LKPD.



Gambar 7. Simulasi praktikum menyusun alat percobaan difraksi



Gambar 8. Virtual Lab materi difraksi cahaya

Pada gambar 7 dan 8 terdapat simulasi untuk melakukan praktikum kisi difraksi. Peserta didik harus merangkai alat hingga tepat agar bisa melakukan simulasi praktikum seperti pada gambar 7. Peserta didik menganalisis fenomena difraksi dengan memvariasikan posisi layar dengan kisi, lebar celah kisi dan warna laser sehingga menghasilkan variabel terikat berupa jarak terang ke terang pusat. Dari hasil percobaan dimasukkan data pada LKPD yang telah disediakan. Peserta didik menginterpretasikan data percobaan menjadi grafik hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Dari kolerasi antar variabel peserta didik menyimpulkan persamaan difraksi cahaya.

6. Diskusi

Aplikasi ini dapat disambungkan ke dalam *google clasroom*, *whatsapp*, *google meet* dan sebagainya apabila hendak melakukan pertemuan pembelajaran daring antara pendidik dan peserta didik. Tampilan diskusi pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 13.

7. Evaluasi

Evaluasi digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan peserta didik setelah membuka menu *virtual lab*. Peserta didik dapat mengetahui hasil pembelajaran yang telah dilakukan dan dapat melihat pembahasan soal yang disediakan. Tampilan evaluasi pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 14.

8. Augmented Reality

Augmented reality dapat memunculkan objek 3D dari alat alat yang menggunakan konsep sifat-sifat cahaya. Peserta didik dapat melihat objek 3D tanpa perlu ke sekolah sehingga dapat mengetahui cara kerja dari alat yang menerapkan konsep cahaya. Tampilan augmented

reality pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 15.

9. Sejarah Tokoh

Peserta didik dapat mengetahui tokoh yang telah berkontribusi dalam cabang ilmu optic beserta pengembangannya. Tampilan sejarah tokoh pada aplikasi dapat dilihat pada Lampiran 3, Gambar 16.

B. Hasil Validasi Media Pembelajaran

Media virtual lab gelombang cahaya divalidasi oleh dosen pendidikan fisika dan fisika murni FMIPA UNY. Didapatkan nilai validasi sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Validasi

Indikator	Validator 1	Validator 2
Karakteristik Tampilan Media	4,27	4,9
Fungsi dan Manfaat	4,7	5
Materi Pembelajaran	4,25	5

Hasil rata-rata dari validasi media oleh kedua validator adalah 4,69. Berdasarkan Khabibah (2006) [17] skor validasi antara $4 \leq x < 5$ masuk pada kategori media sangat layak. Sehingga media pembelajaran Virtual Lab Gelombang masuk pada ketgori sangat layak. Keunggulan pada aplikasi ini yaitu membantu peserta didik dalam belajar dan terdapat evaluasi dalam belajar. Tingkat kecerdasan dari aplikasi ini berdasarkan taksonomi anderson yaitu:

Tabel 2. Taksonomi Anderson pada Aplikasi

Indikator	Kegiatan
Mengingat	Mengingat konsep gelombang, mengenali tokoh fisika dan mendefinisikan gelombang cahaya
Memahami	Membedakan perubahan variabel pada simulasi online. Contohnya mengetahui perbedaan jenis warna cahaya pada percobaan difraksi
Menganalisis	Menganalisis sifat cahaya berdasarkan fakta yang terdapat pada aplikasi
Mencipta	Menghasilkan persamaan fisis berdasarkan hubungan antar variabel bebas dengan variabel terikat pada percobaan <i>virtual lab</i>

Berdasarkan taksonomi Anderson pada aplikasi terlihat beberapa kegiatan yang diciptakan melalui penggunaan Virtual Lab Gelombang Cahaya mampu memenuhi indikator

terciptanya pembelajaran aktif bersesuaian dengan konsep [13]. Selain itu proses penggunaan virtual lab gelombang cahaya juga dapat mendukung pembelajaran fisika mandiri yang bersesuaian dengan indikator [15].

KESIMPULAN

Virtual Lab Gelombang Cahaya dirancang berupa format APK dan dapat diinstal pada android dengan minimal spesifikasi android jelly bean 4.0. Fitur yang terdapat pada virtual lab gelombang cahaya berupa informasi, petunjuk, peta konsep, materi, virtual lab, diskusi, evaluasi, augmented reality serta sejarah tokoh. Seluruh fitur yang ada pada aplikasi telah dirancang untuk dapat membantu terciptanya pembelajaran aktif dan kemandirian belajar di era *new normal*. Virtual Lab Gelombang Cahaya layak untuk Pembelajaran Aktif dan Kemandirian Belajar di Era *New Normal* dengan skor validitas sebesar 4,69 dengan kategori sangat layak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] SE Mendikbud Nomor 4 Tahun 2020, ‘Pelaksanaan kebijakan pendidikan dalam masa darurat penyebaran COVID-19’, [online]. Available: <http://pgdikmen.kemdikbud.go.id/read-news/surat-edaran-mendikbud-nomor-4-tahun-2020>
- [2] P. Megawanti, E. Megawat, S. Nurkhafifah, “Persepsi peserta didik terhadap PJJ pada masa pandemi Covid-19,” *Faktor Jurnal Ilmiah Kependidikan*, vol.7, no. 2, pp. 75-82, 2020.
- [3] Wakhudin, “Quasi Homeschooling: Pendidikan alternatif saat wabah COVID-19 (Studi etnografis pada warga sekolah dasar di eks karesidenan Banyumas),”. *COVID 19 dalam Ragam Tinjauan Perspektif*, Mbridge Press, 2020.
- [4] N.B. Argaheni, “Systematic review: The impact of online lectures during the COVID-19 pandemic against Indonesian Students,” *Placentum Jurnal Ilmiah Kesehatan dan Aplikasinya*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [5] D. Fink, *Creating Significant Learning Experience*, San francisco: Jossey Bass. 2003.
- [6] Nurdyansyah, *Media Pembelajaran Inovatif*, Sidoarjo: UMSIDA Press, 2019.
- [7] K. Arshia, “Active Learning: Engaging Students To Maximize Learning In An Online Course”, *The Electronic Journal of e-Learning*, vol. 15, no. 2, 2017
- [8] Hermansyah, “Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Getaran Dan Gelombang,” *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, vol. 1, no.2, 2015.

- [9] U. Maria, “Pengaruh Pembelajaran Daring Berbantuan Laboratorium Virtual Terhadap Minat dan Hasil Belajar Kognitif Fisika,” *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [10] J. Hendra, “Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Kegiatan Praktikum Dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter Di Smk”, FT Universitas Negeri Makassar.
- [11] A. Brown, “Implementing active learning into online teacher preparation courses”, *The American Journal of Distance Education*, 28(3), doi: 10.1080/08923647.2014.924695
- [12] A.Srinath , “Active Learning Strategies: An Illustrative Approach to Bring out Better Learning Outcomes from Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Students,” *iJET*, vol. 9, no. 9, 2014.
- [13] Zulfahmi, “Indikator Pembelajaran Aktif Dalam Konteks Pengimplementasian Pendekatan Pembelajaran Aktif, Kreatif, Efektif, Dan Menyenangkan (Pakem),” *Jurnal Al-Ta’lim*, vol. 1, no. 4, 2013.
- [14] S. Ria, F. Abdul. “Kemandirian Belajar Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Virtual Class”, *JPPM*, vol .10, no. 1, 2017.
- [15] R. Hidayat, “Kemandirian Belajar Peserta Didik Dalam Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi Covid -19,” *Perspektif Ilmu Pendidikan*, vol. 34, no. 2, 2020.
- [16] S. Arum, “Tingkat Kemandirian Belajar Siswa SMAN 1 Kediri Kelas XI MIA-5 pada Model PBL Materi Sistem Reproduksi Manusia,” *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 2015.
- [17] Khabibah, “ Pengembangan model pembelajarn matematika dengan soal terbuka untuk meningkatkan kreativitas siswa sekolah dasar,” *Disertasi, Universitas Negeri Surabaya*, 2006.