



Rancang Bangun Media Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* pada Materi Sistem Pernapasan Mata Pelajaran Biologi Kelas XI MIPA Tingkat SMA

^{1,*}Rentika Oktrilani, ²Vera Irma Delianti, ³Bayu Ramadhani Fajri, ⁴Agariadne Dwinggo Samala
^{1,2,3,4}Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia
**Corresponding author* e-mail: rentika.oktrilani98@gmail.com

Abstrak

Kesulitan peserta didik dalam pembelajaran daring terjadi karena kurangnya peralatan praktek biologi, terutama terkait dengan sistem pernapasan, yang tidak tersedia di rumah mereka. Oleh karena itu, penulis berkeinginan untuk mengembangkan sebuah aplikasi media pembelajaran berbasis *augmented reality* untuk materi sistem pernapasan dalam mata pelajaran Biologi tingkat 11 MIPA SMA. Tujuan dari aplikasi ini adalah memberikan pembelajaran tentang sistem pernapasan dalam mata pelajaran Biologi kelas 11 MIPA. Aplikasi ini akan dirancang menggunakan metode *Development Life Cycle* (MDLC). *Augmented reality* dalam aplikasi ini akan dibuat dengan metode markerless berbasis Android, dengan Unity sebagai platform pengembangan perangkat lunak dan Blender 3D sebagai perangkat lunak untuk membuat objek 3D dari organ pernapasan. Editor teks yang digunakan untuk scripting Unity adalah Visual Studio Code dengan bahasa pemrograman C#. Pembuatan ikon menu menggunakan perangkat lunak Paint Tool SAI. Aplikasi ini bertujuan untuk memperkenalkan materi pembelajaran Biologi tentang sistem pernapasan kepada siswa kelas 11 MIPA.

Kata kunci: Peserta didik, Pernapasan, Unity, *Augmented Reality*, Markerless, Visual Studio.

Abstract

Students have difficulty learning online because they lack the necessary tools for practical biology, particularly in the area of respiratory system. As a result, the author intends to design an augmented reality-based learning media application for the respiratory system topic in the 11th grade Biology subject. This application aims to provide learning about the respiratory system in the Biology class for 11th grade Science major students. The application will be developed using the Development Life Cycle (MDLC) method. The augmented reality feature will be implemented using markerless technology on the Android platform, utilizing Unity as the software engineering tool, and Blender 3D software for creating 3D respiratory organ objects. The Unity script will be written in C# using the Visual Studio Code text editor, and Paint Tool SAI software will be used for creating menu icons. The application is intended to introduce biology learning material specifically on the respiratory system to 11th grade Science major students.

Keywords: Learner, Breathing, Unity, *Augmented Reality*, Markerless, Visual Studio.



Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah proses meningkatkan potensi dan kualitas sumber daya manusia sehingga dapat memberikan dampak bagi kehidupan. Dimana pelaksanaan pendidikan itu sendiri dalam proses belajar. Selama proses belajar, terjadi interaksi antara pendidik dan peserta didik. Penggunaan media oleh pendidik dalam menyampaikan materi memiliki peran penting dalam proses pembelajaran[1].

Pendidikan adalah upaya untuk meningkatkan keterampilan dan sifat seseorang. Dalam konteks ini, peningkatan mutu pendidikan dinilai berdasarkan prestasi belajar siswa. Beberapa faktor yang mendukung pencapaian hasil belajar yang baik, salah satunya adalah penggunaan perangkat pembelajaran[2].

Pendidikan adalah upaya yang dilakukan oleh suatu lembaga untuk memberikan efektivitas kepada peserta didik dengan harapan mereka memperoleh kompetensi dan memiliki kesadaran yang tinggi terhadap ikatan sosial dan permasalahan yang ada di sekitarnya[3]. Media pembelajaran mencakup segala peralatan dan materi yang digunakan dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan teknologi dalam materi pembelajaran dapat berperan penting dalam kesuksesan proses pembelajaran. Media pembelajaran memiliki peran sebagai penghubung antara guru dan siswa untuk memfasilitasi pemahaman materi pembelajaran secara efektif dan efisien. Media menjadi alat untuk menyampaikan informasi dalam proses pembelajaran, menurut pendapat yang diungkapkan[4]. Media pembelajaran adalah sesuatu yang digunakan untuk menyampaikan pelajaran dan menarik perhatian dan pikiran peserta didik[5].

Media pembelajaran berfungsi sebagai alat yang menerima isi pesan dari materi pembelajaran, mempermudah pemahaman, dan memungkinkan penangkapan isi pembelajaran yang lebih baik. Untuk membantu proses belajar, berbagai jenis sumber pembelajaran dapat digunakan, seperti buku, rekaman suara, gambar, atau video, yang dapat diakses melalui aplikasi YouTube. Hal ini menunjukkan bahwa dunia pendidikan perlu melakukan kemajuan sambil mempertahankan nilai-nilai kemanusiaan[6].

Media pembelajaran adalah alat atau metode yang digunakan selama proses pendidikan untuk memfasilitasi interaksi antara pendidik dan peserta didik[7]. Media merujuk pada semua komponen yang bertugas untuk menghadirkan materi pembelajaran kepada peserta didik dan memiliki kemampuan untuk mempengaruhi pemikiran dan emosi peserta didik, dengan tujuan menciptakan semangat belajar[8]. Media adalah kotak yang berisi

informasi yang diberikan oleh pendidik kepada peserta didik mengenai suatu materi [9]. Perkembangan teknologi yang semakin maju telah memberikan banyak manfaat dan kemudahan bagi pengguna teknologi. Teknologi *Augmented Reality* (AR) adalah hasil dari kemajuan teknologi yang dapat menggabungkan objek virtual, baik 2D maupun 3D, secara nyata dan diproyeksikan menjadi *real time*.

Untuk memenuhi permintaan akan tampilan tiga dimensi berkualitas tinggi, teknologi *augmented reality* digunakan. Istilah *Augmented Reality* mengacu pada situasi yang menggabungkan elemen dari dunia nyata dan dunia virtual yang telah diprogram oleh komputer, sehingga mempersingkat perbedaan antara keduanya[10].

Cara kerja AR dalam *real-time* yang interaktif dan memungkinkan objek hadir dalam tiga dimensi. Keunggulannya terletak pada kemudahannya dalam pengembangan dan biaya yang lebih terjangkau. Selain itu, teknologi ini memberikan nilai tambah dengan kemampuannya untuk diimplementasikan secara luas dalam berbagai media. Misalnya, dapat diaplikasikan dalam perangkat seluler, serta dalam bentuk media cetak seperti koran, buku, dan majalah[11]. Inovasi teknologi pada bidang pendidikan yaitu memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR) dalam merancang sebuah alat pembelajaran biologi.

Biologi merupakan bidang pembelajaran tentang kehidupan, yang merupakan cabang dari ilmu alam. Kajian biologi mencakup semua makhluk hidup dan mempelajari berbagai aspek kehidupan, seperti anatomi, fisiologi, dan etologi, serta studi tentang evolusi dan paleontologi untuk memahami masa lalu dan masa kini. Selain itu, biologi juga mempelajari bagaimana organisme berkembang melalui proses evolusi, serta interaksi organisme dengan lingkungan alaminya melalui studi ekologi. Mekanisme genetik dari sifat-sifat yang berguna untuk mempertahankan keberadaan suatu organisme dipelajari dalam genetika. Sistem pernapasan merupakan salah satu topik yang termasuk dalam bidang anatomi dalam mata pelajaran biologi.

Materi mengenai sistem pernafasan sering kali dianggap sulit bagi siswa dalam pelajaran biologi. Hal ini dikarenakan sulit bagi siswa untuk mengamati langsung organ-organ yang membentuk sistem pernafasan di dalam tubuh dan memahami proses yang terjadi di dalamnya. Untuk mengatasi hal ini, beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba menggunakan berbagai jenis media pembelajaran, salah satunya adalah gambar-gambar[12].

Sistem pernapasan adalah proses membawa oksigen ke dalam tubuh, mengeluarkan CO₂ dan

menggunakan energi yang diperoleh. Komponen penting dalam sistem pernapasan meliputi hidung, faring, trakea, laring, bronkus, bronkiolus, paru-paru, dan alveolus. Organ-organ pada sistem pernapasan sangatlah kompleks sehingga sulit untuk dipahami oleh siswa yang menjadi permasalahan umum yang sering dialami oleh siswa di Sekolah. Terlebih pada masa pandemi COVID-19 ini sekolah masih memberlakukan pembelajaran jarak jauh (PJJ) karena kapasitas kelas hanya boleh diisi 50% dari jumlah siswa per kelas.

2. Tinjauan Pustaka

Dengan menggabungkan objek maya dua dimensi dan tiga dimensi menjadi sebuah objek tiga dimensi yang tampak nyata, *augmented reality* adalah teknik yang memproyeksikan objek maya tersebut secara langsung dan *real-time*[13]. Berbagai industri, termasuk kedokteran, hiburan, militer, perencanaan, teknologi mekanik, dan lain-lain, telah menggunakan *augmented reality*. *Augmented reality* juga telah digunakan pada perangkat yang populer, seperti ponsel[14].

Augmented reality (AR) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata dengan tambahan objek maya yang disajikan secara langsung dan *real-time*. Dengan menggunakan teknologi *augmented reality*, pengguna dapat mengalami objek maya yang diproyeksikan ke dalam dunia nyata dalam bentuk tiga dimensi yang menarik[15].

Dalam proses belajar-mengajar, media pembelajaran adalah alat, pendekatan, dan strategi yang digunakan untuk meningkatkan komunikasi dan interaksi antara pendidik dan peserta didik. Media ini sangat membantu pendidik dan peserta didik[13].

Salah satu mata pelajaran di sekolah menengah atas (SMA) adalah ilmu pengetahuan alam (IPA). IPA adalah konsep pembelajaran yang alami dan terkait dengan kehidupan manusia. Pembelajaran ilmiah sangat penting untuk kemajuan teknologi dan proses pendidikan.

Pengajaran IPA harus dilakukan secara interaktif, menarik, menantang, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi. Selain itu, harus memberikan ruang yang memadai untuk kreativitas, kemandirian, dan inisiatif yang sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik dan psikologis peserta didik[16].

Filsafat pendidikan Ki Hajar Dewantara mencakup sistem "among", yang mencakup pendekatan pembelajaran IPA yang menggabungkan nilai-nilai dengan memberikan teladan (*ing ngarso sung tulodo*), membangun motivasi (*ing madyo mangun karso*), dan mengembangkan kreativitas peserta didik selama proses pembelajaran (*tut wuri*

handayani). Dalam sistem ini, tugas pendidik adalah membantu peserta didik berkembang sesuai dengan potensi alamiah mereka[17].

Pernapasan manusia tidak terjadi secara langsung, yang berarti udara tidak masuk secara langsung ke seluruh permukaan kulit untuk mencapai sel-sel tubuh. Untuk memungkinkan pertukaran gas terjadi, udara masuk ke dalam tubuh melalui saluran dan organ tertentu yang membentuk sistem pernapasan. Sistem pernapasan terdiri dari berbagai saluran dan organ yang bekerja sama untuk memastikan bahwa oksigen masuk ke dalam tubuh dari atmosfer dan karbon dioksida dikeluarkan dari tubuh.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam *augmented reality*, antara lain adalah *marker-based tracking* dan *non-marker-based tracking*. Metode *tracking* ini melibatkan penggunaan penanda, yang sering kali berupa ilustrasi persegi hitam-putih dengan tepi hitam yang jelas dan latar belakang putih yang dalam penelitian ini menggunakan penanda yang berisi pola pencitraan organ dalam sistem pernapasan manusia.

Unity 3D engine merupakan sebuah mesin pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan game 3D. Engine game merupakan elemen yang tersembunyi di balik setiap permainan. Mesh mengacu pada bentuk standar dari objek tiga dimensi. Pembuatan mesh tidak dilakukan langsung di dalam platform Unity. Di sisi lain, objek game merupakan komponen yang digunakan dalam berbagai aspek permainan.

Blender merupakan perangkat lunak desain objek 3D yang tampaknya menjadi salah satu yang paling populer di antara perangkat lunak *open source* lainnya. Meskipun alat-alat yang disediakan sederhana, Blender mencakup semua fitur yang diperlukan untuk membuat film animasi. Dalam hal animasi karakter, Blender menawarkan layanan pengeditan meskipun tidak seterampil perangkat lunak tingkat perusahaan seperti 3D Studio Max. Blender adalah *software* yang kemampuannya dapat dimodifikasi oleh siapa saja.

Vuforia akan menganalisis penanda sebagai gambar menggunakan pendeteksi penanda dan menampilkan informasi 3D dari penanda yang terdeteksi. Pengembangan perangkat lunak ini menggunakan teknologi visi komputer yang dapat mengenali dan melacak gambar target secara *real time*. Gambar target merujuk pada gambar yang dapat diidentifikasi dan ditemukan oleh sistem pengenalan gambar saat beroperasi, yaitu vuforia akan mengenali gambar target dengan membandingkan karakteristik gambar fisik dengan gambar yang diambil yang disimpan dalam database aplikasi[18]. Visual Studio Code (VC Code) dapat didefinisikan sebagai editor teks OpenSource yang ringan dan

kuat yang dibuat oleh Microsoft[19]. SAI atau Easy Paint Tool SAI adalah perangkat lunak penggambar dan penyunting grafik raster untuk Microsoft Windows yang dikembangkan dan diterbitkan oleh Systemax Software[19].

3. Metode Penelitian

3.1. Analisis Sistem

Dalam mengembangkan suatu sistem, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan analisis sistem mencakup analisis sistem yang sedang berjalan, analisis rekomendasi sistem, dan analisis pengguna.

3.2. Analisis Kebutuhan Sistem

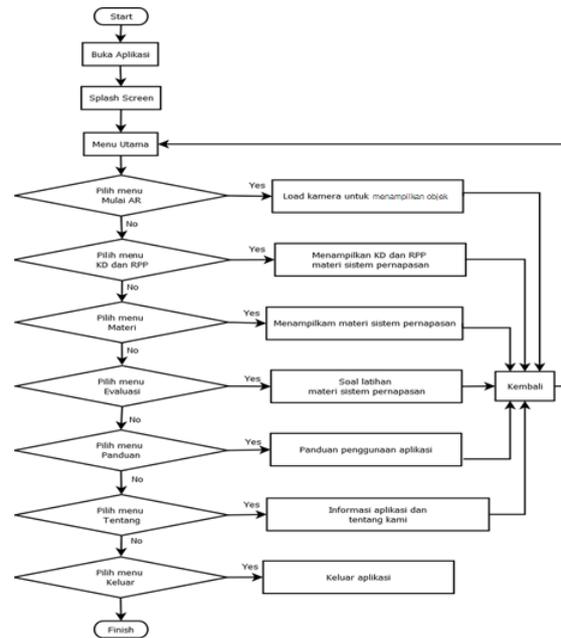
Pada tahap ini, analisis perangkat keras dan sistem yang diperlukan untuk mengembangkan aplikasi akan dilakukan. Sistem yang dianalisis akan mengandung informasi tentang semua aspek yang terkait dengan pembuatan aplikasi. Analisis kebutuhan digunakan untuk memenuhi dokumen spesifikasi kebutuhan yang sesuai dengan apa yang diinginkan guru dan siswa sebagai pengguna sistem baru. Pada titik ini, ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk mempersiapkan pengembangan media *augmented reality*, yaitu media edukasi untuk mempelajari sistem pernapasan manusia. Persiapan tersebut meliputi penggunaan *hardware* dan *software* yang diperlukan, serta pemilihan lokasi penelitian yang akan digunakan.

3.3. Metode Perancangan Sistem

MDLC adalah suatu metodologi yang dapat digunakan dalam proses pengembangan perangkat lunak. Metode MDLC dipilih karena pentingnya menjalani tahapan yang terstruktur dan konsisten dalam pembuatan bahan ajar. Dengan melalui proses yang baik, aplikasi yang dibuat akan berkualitas tinggi dan dapat efektif digunakan sebagai media pembelajaran. Kode sumber terbuka Android dan lisensi lisensi memungkinkan produk dimodifikasi dan didistribusikan tanpa syarat oleh pembuat utilitas, administrator jarak jauh, dan pengembang aplikasi. Ketika Google.inc membeli Android.inc, semua orang meremehkan awal Android, seperti perkembangannya[20].

3.4. Flowchart

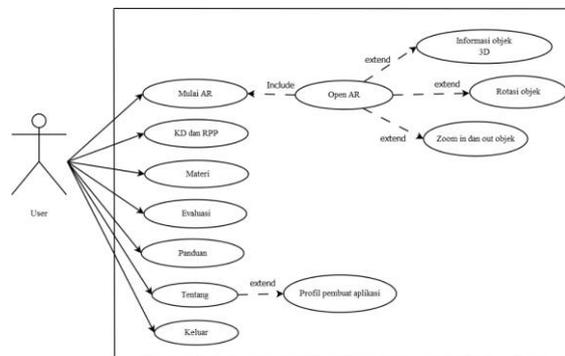
Flowchart adalah diagram yang menggunakan simbol khusus untuk menjelaskan secara rinci urutan proses dan bagaimana satu proses (instruksi) berhubungan dengan proses lainnya dalam program.



Gambar 1. Flowchart Aplikasi AR Pernapasan.

3.5. Use Case Diagram

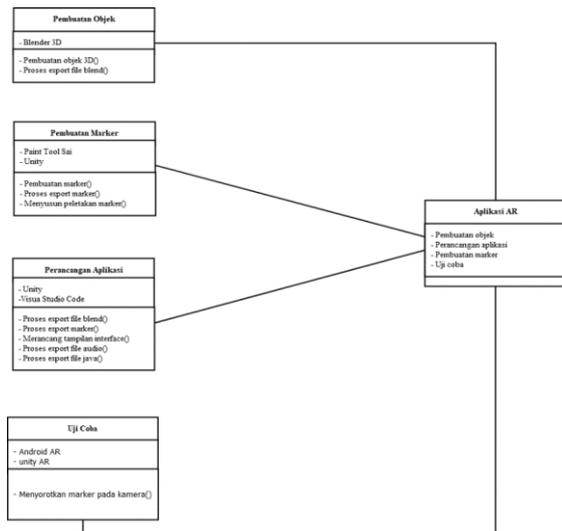
Use Case Diagram adalah sebuah diagram yang menampilkan use case dan aktor-aktor yang terlibat. *Use Case Diagram* memiliki peran penting dalam mengatur dan menggambarkan perilaku kerangka kerja yang diperlukan dan diharapkan oleh pengguna[21].



Gambar 2. Use Case Diagram aplikasi AR pernapasan

3.6. Class Diagram

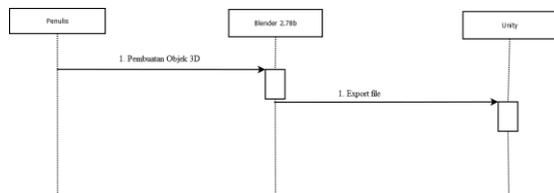
Class Diagram menunjukkan hubungan antara kelas-kelas yang ada secara visual dan menjelaskan setiap lapisan desain model sistem. Ini juga menggambarkan aturan dan tanggung jawab entitas yang menentukan perilaku sistem. Biasanya, *class diagram* mencakup kelas-kelas, hubungan asosiatif, hierarki generalisasi, agregasi, properti, aktivitas/metode, serta visibilitas yang menunjukkan tingkat akses objek eksternal terhadap aktivitas atau properti. Berikut adalah *class diagram* dari Aplikasi Multimedia Pembelajaran Sistem Pernapasan:



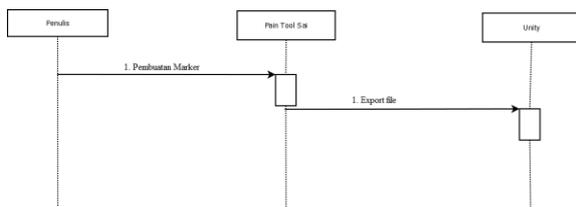
Gambar 3. Class Diagram Aplikasi AR Pernapasan

3.7. Sequence Diagram

Sequence diagram adalah representasi visual yang menggambarkan interaksi antara objek dalam urutan kronologis. Tujuannya adalah untuk menunjukkan serangkaian pesan yang dikirimkan antar objek serta interaksi yang terjadi antara objek-objek pada titik tertentu dalam selama sistem. Berikut adalah *sequence diagram* dari Aplikasi Multimedia Pembelajaran AR Sistem Pernapasan:



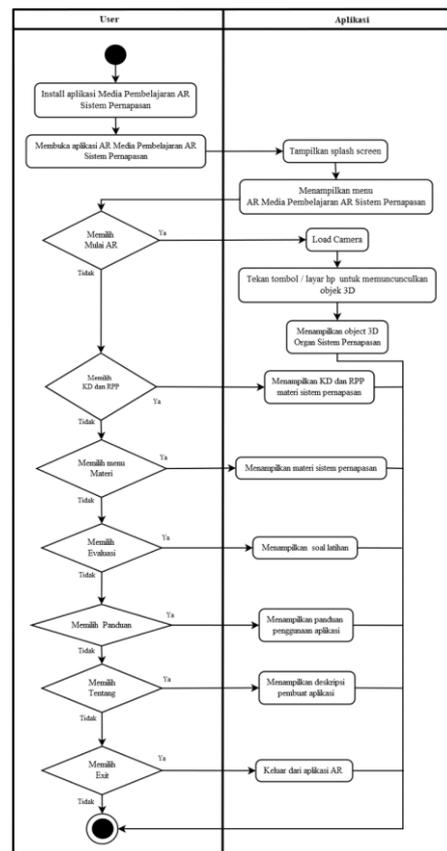
Gambar 4. Sequence Diagram Objek 3D Aplikasi media pembelajaran AR sistem pernapasan



Gambar 5. Sequence Diagram Marker Aplikasi media pembelajaran AR sistem pernapasan

3.8. Activity Diagram

Diagram aktivitas adalah bagan yang menggambarkan atau menunjukkan proses yang sedang berlangsung. Berikut ini adalah gambar dan deskripsi dari diagram operasi[22].



Gambar 6. Activity diagram Aplikasi Media Pembelajaran AR Sistem Pernapasan

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari perancangan sistem yang telah direncanakan dalam perancangan antarmuka. Ini mencakup tampilan antarmuka dari sistem yang dikembangkan. *Interface* sistem ini untuk mengevaluasi sistem dapat beroperasi sesuai dengan desain yang telah diimplementasikan sebelumnya.

4.1. Splash Screen AR Pernapasan

Tampilan Splash screen akan menampilkan berupa logo dari unity. Berikut rancangan splash screen :



Gambar 7. Hasil rancangan splash screen

4.2. Menu Utama AR Pernapasan

Pada menu utama akan muncul menu-menu yang bisa dipilih oleh *interface*. Terdapat menu tombol Mulai AR untuk memulai menampilkan objek 3D, tombol KD dan RPP yang akan menampilkan KD dan RPP materi sistem pernapasan, tombol materi akan menampilkan materi sistem pernapasan, tombol evaluasi akan menampilkan soal latihan atau

quiz, tombol panduan yang akan menampilkan panduan penggunaan AR pernapasan, Menu tentang menampilkan informasi penggunaan AR pernapasan dan tombol *logout* untuk keluar aplikasi.



Gambar 8. Hasil rancangan menu utama

4.3. Menu *Profile* AR Pernapasan

Menu Profil berisi kanvas 2D dengan latar belakang dan data pribadi pembuat aplikasi AR, tombol menu Profil hanyalah tombol beranda.



Gambar 9. Hasil rancangan menu *profile*

4.4. Menu Panduan AR Pernapasan

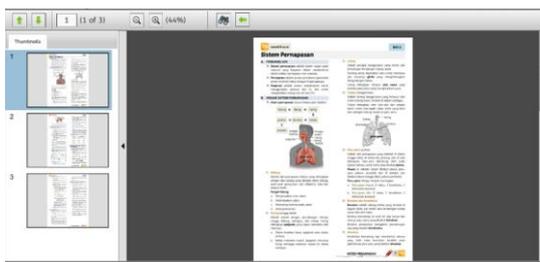
Menu tutorial berisi kanvas 2d yang memiliki latar belakang dan panduan dalam bentuk manual aplikasi AR, tombol menu bantuan hanyalah tombol beranda.



Gambar 10. Hasil rancangan menu panduan

4.5. Menu Materi AR Pernapasan

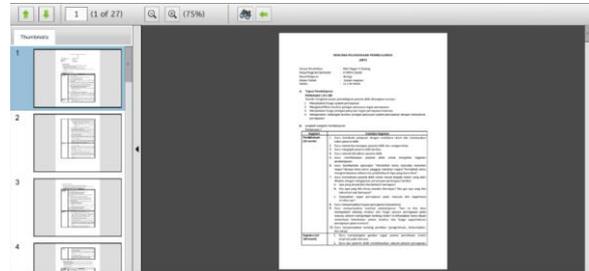
Menu ini menampilkan PDF materi pernapasan kelas 11, scrip dimenu ini tidak banyak, karna menggunakan aset pdf plugin:



Gambar 11. Hasil rancangan menu materi

4.6. Menu KD dan RPP AR Pernapasan

Menu ini menampilkan PDF kd dan rpp materi sistem pernapasan kelas 11, scrip dimenu ini tidak banyak, karna menggunakan aset pdf plugin:



Gambar 12. Hasil rancangan menu kd dan rpp

4.7. Menu Evaluasi AR Pernapasan

Menu evaluasi berisi mengenai kuis kuis di mata pelajaran biologi, scrip dimenu evaluasi menggunakan notepad sebagai database soal yang akan dipanggil menggunakan coding yang membuat objek sebagai pengatur sistem soal berikut tampilan menu evaluasi:



Gambar 12. Hasil rancangan menu Evaluasi

4.8. Menu Keluar AR Pernapasan

Menu keluar aplikasi AR ini menggunakan public void `btn_family()` dalam skrip `TransitionCanvas` dipanggil lewat komponen tombol `On Click()`.

4.9. Menu AR Pernapasan

Menu AR organ pernapasan akan mengarahkan untuk mengarahkan kamera ke objek yang unik, sehingga kamera bisa men-tracker benda tersebut, sehingga organ pernapasan dapat dilihat di dalam smartphone dan kamera juga dapat satu tombol, yaitu tombol untuk kembali ke main menu.



Gambar 13. Hasil rancangan menu AR

5. Kesimpulan

Dalam konteks aplikasi terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasilnya adalah bahwa tugas akhir ini telah berhasil menghasilkan

sebuah aplikasi media pembelajaran yang menggabungkan teknologi *augmented reality* dengan materi pembelajaran sistem pernapasan. Aplikasi tersebut dirancang khusus untuk penggunaan dalam pembelajaran di kelas XI MIPA SMA dengan menerapkan metode MDLC.

Aplikasi media pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik bagi siswa, dengan menghadirkan elemen-elemen visualisasi yang nyata dan tiga dimensi melalui teknologi *augmented reality*. Melalui penggunaan aplikasi ini, siswa dapat menjelajahi sistem pernapasan secara visual, mempelajari struktur dan fungsi organ-organ pernapasan, serta memahami proses pernapasan secara lebih mendalam.

Metode MDLC yang digunakan dalam pengembangan aplikasi ini melibatkan beberapa langkah, termasuk analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Selama proses pengembangan, telah dilakukan analisis terhadap kebutuhan siswa dan pendekatan pembelajaran yang efektif, sehingga aplikasi dapat disesuaikan dengan konteks pembelajaran kelas XI MIPA SMA. Selain itu, aspek visual, interaktif, dan intuitif juga diintegrasikan dalam aplikasi untuk meningkatkan pemahaman siswa.

Dengan demikian, aplikasi diharapkan dapat memberikan dampak positif dalam proses pembelajaran peserta didik di bidang biologi, khususnya dalam mempelajari sistem pernapasan. Penggunaan teknologi *augmented reality* dapat membantu mereka dalam pemahaman konsep-konsep yang kompleks dengan lebih baik melalui pengalaman belajar yang lebih visual dan praktis. Selain itu, penggunaan metode MDLC dalam pengembangan aplikasi ini juga menjamin bahwa aplikasi tersebut dapat diimplementasikan dengan baik dan mendapatkan evaluasi yang berkelanjutan untuk perbaikan di masa depan.

6. Daftar Rujukan

- [1] P. J. Rohim, Iim Abdul, "Perancangan dan Pembuatan Media Pembelajaran *Augmented Reality* Pada Pengajaran Teknik Elektronika," *VOTEKNIKA*, vol. 7(3), pp. 129–135, 2019.
- [2] & R. Adyani, L., Agustini, R., "Pengembangan perangkat pembelajaran berbantuan media animasi interaktif berbasis game edukasi untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa," *Penelit. Pendidik. Sains*, vol. 4(2), pp. 648–657, 2015.
- [3] N. Febriyanti, "Implementasi Konsep Pendidikan menurut Ki Hajar Dewantara," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 5(1), pp. 1631–1638, 2021.
- [4] Musfiqon, *Pengembangan Media Belajar dan Sumber Belajar*. Jakarta. Jakarta: Prestasi Prestasi Pustaka Karya, 2012.
- [5] S. Mashuri, *Media Pembelajaran Matematika*. 2019.
- [6] E. Wibowo, "Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker," *Univ. Islam Negeri*, 2018.
- [7] A. Sugini, E. H. N., & Basit, "Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Animasi terhadap Minat Belajar Peserta Didik Kelas VII SMP Islam Alimuddin Kabupaten Probolinggo," *J. Ilmiah Mimbar Demokr.*, no. 19(2), pp. 28–31, 2020.
- [8] L. Latifah, N., & Lazulva, "Desain dan Uji Coba Media Pembelajaran Berbasis Video Animasi Powtoon Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Sistem Periodik Unsur," *Journal Education Chem.*, vol. 2(1), pp. 26–31, 2020.
- [9] H. I. Andriyani, Dewi, & Zulfritria, "(Andriyani, Dewi, & Zulfritria, 2020:173)," (*Andriyani, Dewi, & Zulfritria, 2020:173*), vol. 4(2), pp. 553–561, 2021.
- [10] R. T. Azuma, "'A survey of *augmented reality*,'" *Presence Teleoperators Virtual Env.*, vol. 6, pp. 355–385, 1997.
- [11] H. Kaufmann, "Collaborative *Augmented Reality* in Education," *Educ. Inf. Technol.*, pp. 263–276, 2002.
- [12] A. Safryadi, . "Pembelajaran Biologi Pokok Bahasan Sistem Pernapasan Pada Manusia Melalui Media Gambar di MTsN Jongar Kabupaten Aceh Tenggara," *J. Ilm. Biol. Teknol. dan Kependidikan*, vol. 4(2), pp. 143–148, 2016.
- [13] H. M. Mauludin, Rizqi, Anggi Srimurdianti Sukamto, "Penerapan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Sistem Pencernaan pada Manusia dalam Mata Pelajaran Biologi," *JEPIN*, vol. 3(2), pp. 117–123, 2017.
- [14] I. B. Mahendra, "Implementasi *Augmented Reality* (Ar) Menggunakan Unity 3d Dan Vuforia," *J. Ilm. Ilmu Komput. Univ. Udayana*, vol. 9(1), pp. 1–5, 2016.
- [15] B. Thomas, *Emerging technologies of augmented reality Interfaces and design*. Hershey: Idea Group, 2007.
- [16] I. Suja, *Keterampilan Proses Sains dan Instrumen Pengukurannya*. PT RajaGrafindo Persada, 2020.
- [17] Widya Noventari, "Konsep Merdeka Belajar Dalam Sistem Among Menurut Pandangan Ki Hajar Dewantara," *J. Pemikir. Dan Kewanganeeraan*, vol. 15(1), pp. 83–91, 2020.
- [18] D. K. Hamzah, Saidina, "Pengembangan Media Pembelajaran Perangkat Keras Jaringan Berbasis *Augmented Reality* pada Platform Android," *VOTEKNIKA*, vol. 7(3), pp. 147–

- 157, 2019.
- [19] A. Y. & P. R. Permana, “Perancangan Sistem Informasi Penjualan Perumahan Menggunakan Metode SDLC Pada PT. Mandiri Land PROSPEROUS Berbasis Mobile,” *SIGMA-Jurnal Teknol. Pelita Bangsa*, vol. 10(2), p. 155, 2019.
- [20] S. Prasetyo, “Pengembangan Media Pembelajaran IPA Berbasis Android,” *JMIE*, vol. 1(1), pp. 121–140, 2017.
- [21] D. T. Surahman, Ritman Ishak Paudi, “Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dalam Pembelajaran IPA Pokok Bahasan MakhluK Hidup Dan Proses Kehidupan Melalui Media Gambar Kontekstual Pada Siswa Kelas II SD Alkahiraat Towera”. *Jurnal Kreatif Tadulako Online*,” *J. Kreat. Tadulako Online*, vol. 3(4), pp. 92–107, 2015.
- [22] N. D. Kurnia, Reni, Huda, Asrul, “Pengembangan Media Interaktif Magicbook Berbasis *Augmented Reality* Android pada Mata Diklat Menerapkan Fungsi Periferal dan Instalasi PC,” *VOTEKNIKA*, vol. 3(1), pp. 31–38, 2015.