

Learning Media Application of Biology Subjects Based on Augmented Reality for High School

Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality Untuk Sekolah Menengah Atas

Aikel Risky Rumengan, Yaulie D. Y. Rindengan, Henry Valentino Florensus Kainde
Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115,
Indonesia

e-mails : 17021106068@student.unsrat.ac.id, rindengan@unsrat.ac.id, valentkainde@unsrat.ac.id

Received: [date]; revised: [date]; accepted: [date]

Abstract — The rapid evolution of Information and Communication Technology (ICT) has profoundly influenced education. Augmented Reality (AR), a technology that blends the real world with virtual elements, has emerged as an innovative tool for creating immersive and interactive learning experiences. This research focuses on developing an AR-based Biology Learning Media Application for high school students. This application addresses the need for a more engaging and visually stimulating approach to biology education, providing students with anytime, anywhere access to learning materials. The application's development process involves several stages, including a comprehensive literature review, a thorough needs assessment to identify the specific requirements of high school students, the design of a user-friendly interface, the creation of 3D models of biological structures, and the development of the application itself. Additionally, feedback is collected from users to ensure the application meets their needs and provides an effective learning experience. This research aims to create an innovative and effective learning tool that enhances students' understanding of complex biological concepts, motivates them to explore the subject further, and contributes to the growing use of AR technology in education.

Key words— Information and Communication Technology; Augmented Reality; Learning Media; Biology; High School; Unity; Blender; 3D Object

Abstrak — Evolusi Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) yang cepat telah sangat mempengaruhi dunia pendidikan. Augmented Reality (AR), sebuah teknologi yang memadukan dunia nyata dengan elemen-elemen virtual, telah muncul sebagai alat inovatif untuk menciptakan pengalaman belajar yang imersif dan interaktif. Penelitian ini berfokus pada pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Biologi berbasis AR untuk siswa SMA. Aplikasi ini menjawab kebutuhan akan pendekatan yang lebih menarik dan merangsang secara visual untuk pendidikan biologi, memberikan siswa akses kapan saja, di mana saja ke materi pembelajaran. Proses pengembangan aplikasi ini melibatkan beberapa tahap, termasuk tinjauan literatur yang komprehensif, penilaian kebutuhan menyeluruh untuk mengidentifikasi kebutuhan khusus siswa sekolah menengah, desain antarmuka yang ramah pengguna, pembuatan model 3D struktur biologi, dan pengembangan aplikasi itu sendiri. Selain itu, umpan balik dikumpulkan dari pengguna untuk memastikan aplikasi memenuhi kebutuhan mereka dan memberikan pengalaman belajar yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan alat pembelajaran yang inovatif dan efektif yang meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep biologi yang kompleks, memotivasi mereka untuk mengeksplorasi subjek lebih

lanjut, dan berkontribusi pada penggunaan teknologi AR yang semakin berkembang dalam pendidikan

Kata kunci — Information and Communication Technology; Augmented Reality; Learning Media; Biology; High School; Unity; Blender; 3D Object

I. PENDAHULUAN

Kemajuan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di Indonesia saat ini berkembang dengan sangat cepat dan pesat. Kemajuan TIK tersebut dapat dirasakan pada berbagai bidang, salah satunya di bidang pendidikan. Perkembangan TIK di bidang pendidikan menjadikan pendidikan di Indonesia saat ini lebih maju dan berkembang. Perkembangan TIK ini dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran, misalnya memanfaatkannya sebagai media pembelajaran yang akan digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran kepada peserta didik.

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi sebagai media dalam proses pembelajaran telah banyak dilakukan dan dikembangkan dalam bentuk media pembelajaran. Media pembelajaran ini dapat dimanfaatkan secara Online dengan memanfaatkan jaringan internet maupun secara Offline yang tidak memerlukan akses jaringan internet. Keunggulan utama program pembelajaran yang berbantuan teknologi ini terletak pada kemampuannya untuk memanfaatkan seluruh kemampuan teknologi yang dapat menggabungkan hampir seluruh media berupa teks, grafis, gambar, foto, audio, video, dan animasi. Seluruh media tersebut saling mendukung satu dengan yang memiliki daya hantar informasi atau pesan yang sangat besar.

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan objek maya dengan objek nyata ke dalam suatu lingkungan nyata secara real-time. Augmented Reality (AR) adalah penggabungan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata dan terdapat integrasi antarbenda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata. Teknologi Augmented Reality dapat dijalankan pada beragam platform seperti PC, notebook, bahkan smartphone. Smartphone merupakan salah satu device yang sedang populer karena mobilitas dan spesifikasinya yang tinggi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penting untuk

Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality Untuk Sekolah Menengah Atas yang bisa memberikan pemahaman kepada siswa tentang pengenalan media pembelajaran augmented reality di mata pelajaran biologi yang bisa diakses dimana saja dan kapan saja. Media pembelajaran berbasis Augmented Reality ini diharapkan dapat meningkatkan minat siswa dalam mempelajari mata pelajaran Biologi serta memberikan gambaran kepada siswa tentang kegiatan pembelajaran secara 3D melalui Augmented Reality dengan suatu penggambaran visual.

A. Penelitian Terkait

Penelitian terkait Augmented Reality (AR) dalam pendidikan telah banyak dilakukan, dengan fokus pada berbagai aspek pembelajaran. Berikut adalah beberapa contoh penelitian yang relevan dengan penelitian ini.

Nini Fitria, Mustari S.Lamada, dan Hasrul Bakri mengembangkan media pembelajaran organ tubuh manusia berbasis videografis untuk SMPN 1 Limbong. Media pembelajaran ini menggunakan kombinasi video dan AR untuk membantu siswa memahami struktur dan fungsi organ tubuh manusia [1]. Syahreza, Muhammad, Trisna Amelia, dan Nurul Asikin mengembangkan media pembelajaran biologi berbasis AR pada sub materi jaringan penyusun organ tumbuhan untuk kelas XI SMA. Media pembelajaran ini membantu siswa untuk memahami struktur dan fungsi jaringan tumbuhan secara visual dan interaktif [2]. Thomas J Caruso, Olivia Hess, Kenny Roy, Ellen Wang, Samuel Rodriguez, Coby Palivathukal, dan Nick Haber mengembangkan simulator augmented reality (AR) medis yang dapat melacak tampilan Magic Leap One. Studi ini menunjukkan bahwa teknologi pelacakan mata dapat digunakan secara andal dalam simulator medis AR [3]. Andani Achmada dan kawan-kawan mengembangkan aplikasi Augmented Reality 3D untuk pengenalan organ tubuh manusia, yang dapat menyajikan informasi lebih interaktif dan inovatif dengan teknologi AR. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan Blender untuk 3D Modelling dan Unity untuk sistem yang didukung dengan Bahasa Pemrograman C# dan Vuforia SDK. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat berjalan sesuai keinginan [4]. Ümit Yapıcı dan Ferit Karakoyun meneliti pandangan calon guru biologi terhadap penggunaan Realitas Tambahan dalam pengajaran biologi, menemukan bahwa kegiatan AR dapat membuat subjek lebih konkret, meningkatkan retensi, dan menyenangkan, namun juga memiliki kekurangan seperti koneksi internet yang terputus dan biaya yang tinggi [5]. Lathifah, Yusma Hasna mengembangkan modul sistem pencernaan manusia berbasis AR sebagai sumber belajar. Modul ini membantu siswa untuk memahami proses pencernaan makanan secara visual dan interaktif [6]. Muhamad Reihan Amar mengembangkan media pembelajaran virtual reality game berbasis Android untuk SMA pada konsep sistem imun, menunjukkan bahwa media ini dapat digunakan sebagai suplemen pembelajaran yang efektif [7].

B. Unity 3D

Unity 3D adalah sebuah game engine yang berbasis cross-platform. Unity dapat digunakan untuk membuat sebuah game yang bisa digunakan pada perangkat komputer, ponsel pintar android, iPhone, Playstation, dan bahkan X-Box. Unity adalah sebuah tool yang terintegrasi untuk membuat game, arsitektur bangunan dan simulasi [8]. Unity bisa untuk games PC dan games Online. Untuk games online diperlukan sebuah plugin, yaitu Unity Web Player, sama halnya dengan Flash Player pada Browser. Unity tidak dirancang untuk proses desain atau modelling, dikarenakan unity bukan tool untuk mendesain. Jika ingin mendesain, gunakan 3D editor lain seperti 3dsmax atau Blender. Banyak hal yang bisa dilakukan dengan unity, ada fitur audio reverb zone, particle effect, dan Sky Box untuk menambahkan langit. Fitur scripting yang disediakan, mendukung 3 bahasa pemrograman, JavaScript, C#, dan Boo. Flexible and EasyMoving, rotating, dan scaling objects hanya perlu sebaris kode. Begitu juga dengan duplicating, removing, dan changing properties. Visual Properties Variables yang di definisikan dengan scripts ditampilkan pada Editor. Bisa digeser, di drag and drop, bisa memilih warna dengan color picker berbasis.NET. Artinya perjalanan program dilakukan dengan Open Source .NET platform, Mono.Web Service

C. Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan dunia nyata dengan elemen digital. AR memungkinkan pengguna untuk melihat objek digital seolah-olah mereka berada di dunia nyata. AR dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti pendidikan, hiburan, dan pelatihan [9].

D. Biologi

Biologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang makhluk hidup. Biologi mencakup berbagai bidang, seperti anatomi, fisiologi, ekologi, evolusi, dan genetika. Biologi memiliki peran penting dalam memahami dunia di sekitar kita dan dalam memecahkan berbagai masalah, seperti perubahan iklim dan penyakit menular [10].

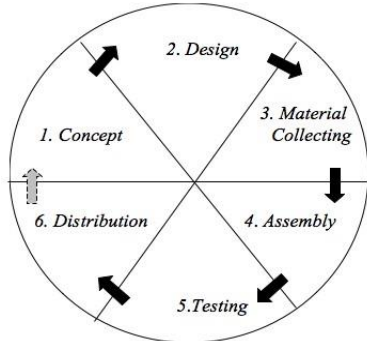
E. Blender

Blender adalah perangkat lunak sumber terbuka grafika komputer 3D. Perangkat lunak ini digunakan untuk membuat film animasi, efek visual, model cetak 3D, aplikasi 3D interaktif dan permainan video. Blender memiliki beberapa fitur termasuk pemodelan 3D, penteksturan, penyunting gambar bitmap, penulangan, simulasi cairan dan asap, simulasi partikel, animasi, penyunting video, pemahat digital, dan rendering [11].

II. METODE

A. Metode Pengembangan Sistem MDLC

Metode penelitian yang digunakan untuk Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality Untuk Sekolah Menengah Atas yaitu Metode Pengembangan Sistem MDLC (Multimedia Development Life Cycle).



Gambar 1. Tahapan MDLC

MDLC (Multimedia Development Life Cycle) terdiri dari 6 tahapan yaitu concept, design, material collecting, assembly, testing dan distribution.

1) Concept (Konsep)

Tahap Konsep adalah tahap awal dalam pembuatan Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality Untuk Sekolah Menengah Atas, meliputi tujuan dan siapa pengguna program serta menentukan konsep yang akan dibuat beserta isi konsepnya.

2) Design (Perancangan)

Tahap ini membuat spesifikasi yang rinci mengenai gaya, tampilan, material yang dibutuhkan, dan struktur. Meliputi flowchart, use case, Activity diagram, dan storyboard.

3) Material Collecting (Pengumpulan Bahan Materi)

Tahap pengumpulan semua bahan dan media yang dibutuhkan, media dan bahan tersebut meliputi gambar, audio, video dan lain-lain.

4) Assembly (Pembuatan)

Tahap ini merupakan tahap pembuatan dimana seluruh bahan yang sudah kita kumpulkan sebelumnya dibuat menjadi sebuah Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality Untuk Sekolah Menengah Atas berdasarkan struktur dari alur (flowchart) yang telah dirancang.

5) Testing (Pengujian)

Tahap ini dilakukan setelah menyelesaikan tahap pembuatan dengan menjalankan aplikasi untuk melihat jika ada kesalahan atau error dalam aplikasi yang dibuat.

6) Distribution (Distribusi)

Tahap aplikasi yang dibuat disimpan di media penyimpanan. Setelah disimpan Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality Untuk Sekolah Menengah Atas di distribusikan kepada masyarakat. Tahap ini juga bisa menjadi evaluasi untuk pengembangan aplikasi ini menjadi lebih baik.

B. Pengembangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Aplikasi

Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality untuk Sekolah Menengah Atas. Dalam rangka mencapai tujuan ini, kami telah merancang serangkaian metode penelitian yang sistematis dan terstruktur. Metode-metode ini dirancang untuk memastikan bahwa setiap aspek dari pengembangan aplikasi ditangani dengan cermat dan efisien.

1) Studi Pustaka

Melakukan penelitian literatur untuk mengumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan lainnya yang relevan dengan penelitian. Materi yang dipelajari dan dipahami dari sumber-sumber ini akan digunakan sebagai referensi dan penunjang dalam penelitian.

2) Daftar Kebutuhan

Mengidentifikasi dan mendokumentasikan kebutuhan yang diperlukan untuk pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality. Ini dapat mencakup kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, dan kebutuhan pengguna.

3) Design Interface Aplikasi

Merancang antarmuka pengguna untuk aplikasi. Ini melibatkan pembuatan sketsa, wireframe, dan prototipe untuk aplikasi.

4) 3D Modelling

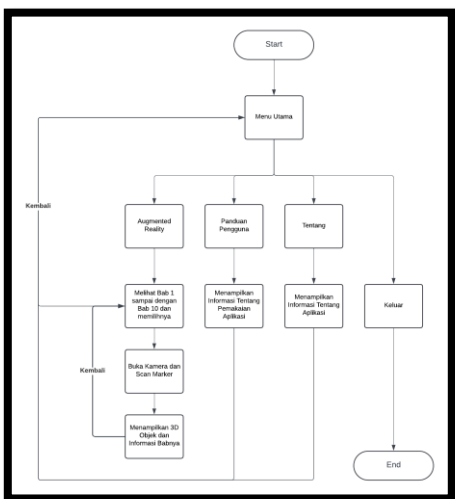
Membuat model 3D untuk digunakan dalam aplikasi. Model ini dapat mencakup objek biologi yang akan dipelajari siswa.

5) Membuat Aplikasi

Mengembangkan aplikasi berdasarkan desain antarmuka dan model 3D yang telah dibuat. Ini melibatkan pemrograman dan pengujian aplikasi.

C. Konsep

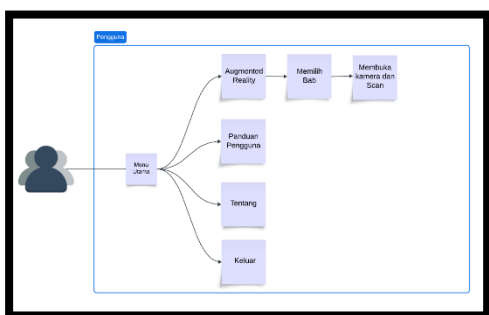
Konsep adalah tahap awal dalam menentukan tujuan aplikasi, pengguna aplikasi, dan fungsi-fungsi dari aplikasi. Ini merupakan langkah awal dalam Metode Pengembangan Perangkat Lunak (MDLC). Aplikasi ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan minat belajar tentang biologi bagi siswa Sekolah Menengah Atas. Metode yang digunakan dalam aplikasi ini adalah Augmented Reality (AR) dengan menggunakan objek 3D. Teknologi AR dipilih untuk memberikan pengalaman visual yang lebih menarik dan interaktif tentang konsep biologi. Aplikasi ini dirancang sebagai aplikasi edukasi tentang biologi yang menarik, dijalankan oleh sistem Android dengan menggerakkan kamera AR untuk mencari objek 3D secara langsung (real-time) pada objek yang menjadi target untuk di-scan. Pada tahapan ini, desain dibuat berdasarkan konsep yang ada untuk mendeskripsikan secara jelas apa yang dibutuhkan oleh sistem yang akan dikembangkan. Ini melibatkan skenario seperti Flowchart Aplikasi, Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Storyboard untuk menganalisis seluruh kegiatan arsitektur pada sistem pengembangan Aplikasi yang dibuat. Desain ini mencakup antarmuka pengguna, model 3D, dan fitur-fitur lain dari aplikasi. Flowchart Aplikasi



Gambar 2. Flowchart Aplikasi

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa alur user dia pertama akan melihat Menu Utama terlebih dahulu yang akan memperlihatkan tiga pilihan yaitu “Augmented Reality”, “Panduan Pengguna” dan “Tentang”. Pada Pilihan ‘Augmented Reality’, user bisa melihat informasi tentang pelajaran biologi yang disediakan melalui pilihan BAB 1 sampai dengan BAB 10. Lalu user secara otomatis akan terbuka kameranya dan scan marker yang sudah disediakan sehingga 3D Object-nya akan muncul beserta penjelasannya. Pilihan “Panduan Pengguna” akan memperlihatkan kepada user tentang cara penggunaan aplikasi dan pilihan “Tentang” akan menjelaskan tentang aplikasi yang dibuat

D. Usecase Diagram



Gambar 3. Usecase Diagram Aplikasi

Media pembelajaran ini dirancang berdasarkan kebutuhan yang diamati, dengan objek 3D dan penjelasannya yang muncul saat pengguna melakukan scan pada gambar tertentu yang menjadi penanda. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang mudah diakses dan dapat membantu siswa dalam memahami konsep biologi secara lebih mendalam. Berdasarkan dari Gambar 3 Usecase Diagram Aplikasi diatas, maka bisa dilihat proses aplikasi bekerja dengan deskripsi sebagai berikut.

TABEL I
DESKRIPSI USECASE MENU UTAMA

Nama Use case	Melihat Menu Utama	
Aktor	Pengguna	
Deskripsi	Menampilkan Menu Utama	
Precondition		
Normal Course	Kegiatan Aktor	Respon Sistem
	- Membuka Aplikasi	- Menampilkan Menu Utama
Alternate Course	-	
Post-condition	Dalam menu utama terdapat 3 Tombol yaitu Augmented Reality, Panduan Pengguna, Tentang serta pilihan untuk keluar	

TABEL II
DESKRIPSI USECASE AUGMNETED REALITY

Nama Use case	Augmented Reality	
Aktor	Pengguna	
Deskripsi	Menampilkan Menu Pilihan Bab	
Precondition		
Normal Course	Kegiatan Aktor	Respon Sistem
	- Memilih Bagian Pemilihan Materi bab	- Menampilkan Menu Pemilihan Bab
Alternate Course	-	
Post-condition	Dalam menu Augmented Reality ini memperlihatkan pilihan bab yang ingin di lihat dari bab 1 sampai dengan bab 10	

TABEL III
DESKRIPSI USECASE MEMILIH BAB

Nama Use case	Memilih Bab	
Aktor	Pengguna	
Deskripsi	Melihat Pilihan bab dan memilihnya	
Precondition		
Normal Course	Kegiatan Aktor	Respon Sistem
	Memilih salah satu bab yang materinya ingin diakses	Menampilkan Tampilan pilihan bab
Alternate Course	-	
Post-condition	Dalam menu Pilihan tertampilan sampai dengan 10 bab untuk materi yang ingin dilihat dan pilih salah satu	

TABEL IV
 DESKRIPSI USECASE MEMBUKA KAMERA DAN SCAN

Nama Use case	Membuka kamera dan Scan	
Aktor	Pengguna	
Deskripsi	Proses Membuka kamera <i>Augmented Reality</i> untuk menampilkan Objek	
Precondition	Dalam AR menampilkan informasi materi dan tombol AR	
Normal Course	Kegiatan Aktor	Respon Sistem
	- Membuka salah satu bab	- Menampilkan kamera <i>Augmented Reality</i>
Alternate Course	-	
Post-condition	Pengguna bisa melihat <i>3D Object</i> dari hasil <i>scan marker</i> dan juga bisa kembali ke Home	

TABEL V
 DESKRIPSI USECASE MEMBUKA KAMERA DAN SCAN

Nama Use case	Panduan Pengguna	
Aktor	Pengguna	
Deskripsi	Proses Membuka Menu Petunjuk AR	
Precondition	Dalam Menu Utama disediakan tombol Petunjuk AR	
Normal Course	Kegiatan Aktor	Respon Sistem
	- Memilih tombol Petunjuk AR	- Menampilkan Petunjuk AR Kamera untuk scan Objek
Alternate Course	-	
Post-condition	Pengguna dapat menekan tombol Kembali untuk kembali ke menu sebelumnya.	

TABEL VI
 DESKRIPSI USECASE PILIHAN TENTANG

Nama Use case	Tentang	
Aktor	Pengguna	
Deskripsi	Proses Membuka Menu Tentang	
Precondition	Dalam Menu Utama disediakan tombol Tentang	
Normal Course	Kegiatan Aktor	Respon Sistem
	- Memilih tombol Tentang	- Menampilkan Tentang Aplikasi
Alternate Course	-	
Post-condition	Pengguna dapat menekan tombol Kembali untuk kembali ke menu sebelumnya.	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis *Augmented Reality* untuk Sekolah Menengah tas. Aplikasi ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik bagi siswa dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* (AR). Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep biologi secara visual dan imersif.



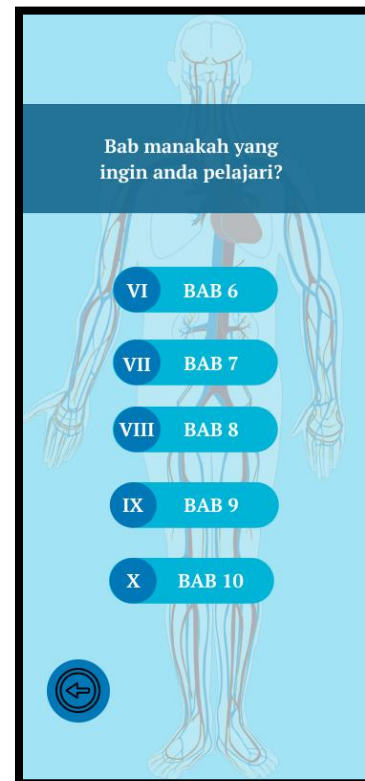
A. Desain Aplikasi

Gambar 4. Tampilan Menu Utama

Gambar 5. Tampilan Pilih Bab

B. Material Collecting (Pengumpulan Data)

Pengumpulan bahan dilakukan dengan melihat referensi dalam bentuk aset gambar dan beserta referensi dari buku agar mendapatkan gambaran bahan apa saja yang perlu dibuat, lalu bahan dalam bentuk *3D Object* dibuat untuk keperluan


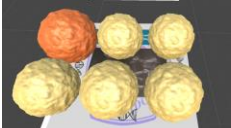
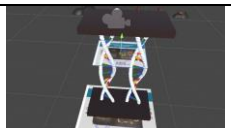
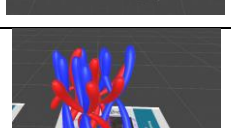
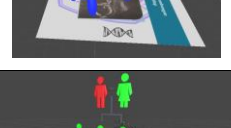
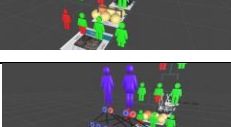
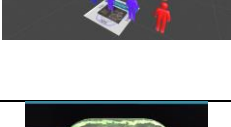

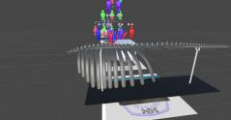


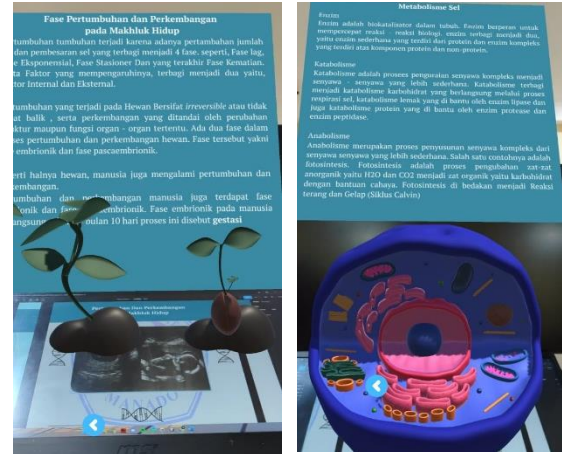
aplikasi. Berikut ada beberapa 3D Objek yang dibuat untuk keperluan aplikasi

digunakan oleh beberapa pengguna yang memiliki akses awal serta menggunakan berbagai macam fitur yang ada dalam aplikasinya serta akan diperlihatkan tampilannya ketika menggunakan aplikasi tersebut secara langsung menggunakan perangkat *Mobile*.

Berikut adalah gambar hasil dari *scan* untuk *marker* dari masing-masing bab.

TABEL VII
DAFTAR KEBUTUHAN 3D OBJEK

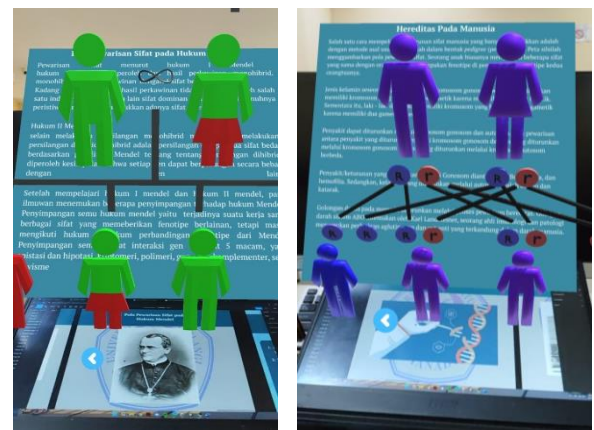
No	Gambar Bahan	Deskripsi
1		Fase Pertumbuhan dan Perkembangan makhluk hidup yang diambil contoh dari tumbuhan
2		Metabolisme Sel yang diambil contohnya dari gambaran anatomi sel manusia
3		Substansi Materi Genetik yang diambil dari contoh DNA
4		Pembelahan Sel
5		Pola Pewarisan Sifat yang dibuat dalam bentuk 3D Objeknya
6		Pola – pola hederitas yang sama konsepnya seperti pada poin nomor 5 namun memiliki satu hal yang berbeda secara warna
7		Contoh mutasi yang diambil pada buah semangka
8		Contoh fosil yang melambangkan buktinya evolusi
9		Bioteknologi yang diambil contohnya dari keju



Gambar 6. Hasil Scan Bab 1 (kiri) & Bab 2 (kanan)



Gambar 7. Hasil Scan Bab 3 (kiri) & Bab 4 (kanan)



Gambar 8. Hasil Scan Bab 5 (kiri) & Bab 6 (kanan)

C. Distribusi & Testing

Pengujian dilakukan dengan membangun aplikasi yang sudah dibuat menggunakan *Unity*. Lalu aplikasi tersebut akan

bahwa aplikasi berfungsi dengan baik dan tidak ada kesalahan

Aplikasi ini memiliki beberapa fitur utama, yaitu Menu Utama: Terdiri dari tiga pilihan yaitu “Augmented Reality”, “Panduan Pengguna” dan “Tentang”.

- 1) Augmented Reality : Memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep biologi secara visual dengan cara scan marker yang sudah disediakan.
- 2) Panduan Pengguna: Menjelaskan cara penggunaan aplikasi.
- 3) Tentang: Menjelaskan tentang aplikasi yang dibuat.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa aplikasi ini memiliki potensi untuk membantu siswa dalam memahami konsep biologi secara lebih baik dan meningkatkan minat belajar mereka.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.

- 1) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan aplikasi ini dengan menambahkan fitur-fitur baru, seperti simulasi, kuis, dan penilaian.
- 2) Perlu dilakukan sosialisasi kepada guru dan siswa tentang aplikasi ini agar dapat digunakan secara optimal dalam proses belajar mengajar.
- 3) Perlu dilakukan evaluasi terhadap penggunaan aplikasi ini untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan minat belajar siswa tentang biologi.

Semoga dengan menerapkan saran-saran ini, aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality untuk Sekolah Menengah Atas dapat terus berkembang dan memberikan manfaat yang lebih besar.

V. KUTIPAN (TNR 8)

[1] N. Fitria, M. S. Lamada, and H. Bakri, “PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ORGAN TUBUH MANUSIA BERBASIS VIDEOGRAFIS SMPN 1 LIMBONG,” 2020.

[2] M. Syahreza *et al.*, “VALIDITAS MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS AUGMENTED REALITY PADA SUB MATERI JARINGAN PENYUSUN ORGAN TUMBUHAN UNTUK KELAS XI SMA”.

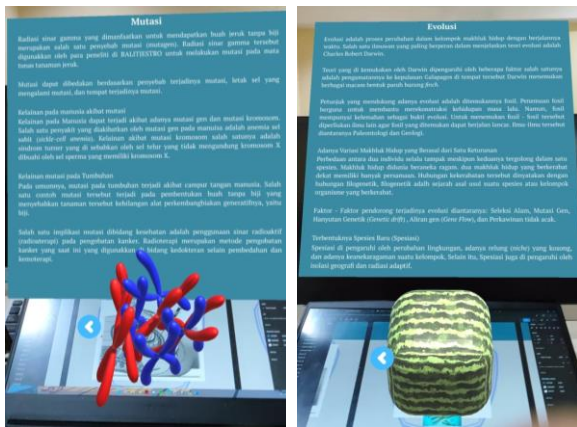
[3] T. J. Caruso *et al.*, “Integrated eye tracking on Magic Leap One during augmented reality medical simulation: a technical report,” *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*, vol. 7, no. 5, p. 431, Jul. 2021, doi: 10.1136/BMJSTEL-2020-000782.

[4] A. Achmad, Z. Zainuddin, D. M. Fadhil, and J. R. Husain, “Augmented Reality 3D untuk Pengenalan Organ Tubuh Manusia,” vol. 12, no. 3, pp. 233–240, 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i3.680.233-240.

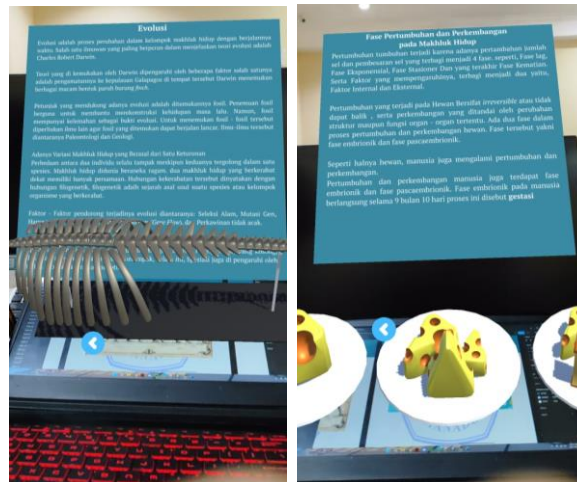
[5] İ. Ü. YAPICI and F. KARAKOYUN, “USING AUGMENTED REALITY IN BIOLOGY TEACHING,” *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 40–51, Sep. 2021, doi: 10.52380/MOJET.2021.9.3.286.

[6] Y. H. Lathifah and Sulistiyawati, “Modul Sistem Pencernaan Manusia Berbasis Augmented Reality (AR) sebagai Sumber Belajar,” *Neuron : Journal of Biological Education*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, Sep. 2021, doi: 10.14421/NEURON.2021.11-01.

[7] M. R. Amar, “Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Reality Game Berbasis Android Untuk SMA Pada Konsep Sistem Imun,” Feb. 2024, Accessed: Jul. 25, 2024. [Online]. Available: <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/77007>



Gambar 9. Hasil Scan Bab 7 (kiri) & Bab 8 (kanan)



Gambar 10. Hasil Scan Bab 9 (kiri) & Bab 10 (kanan)

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality untuk Sekolah Menengah Atas telah berhasil dilakukan. Aplikasi ini dirancang dengan menggunakan metode MDLC (Multimedia Development Life Cycle) yang terdiri dari 6 tahapan, yaitu:

- 1) Concept: Menentukan tujuan aplikasi, pengguna aplikasi, dan fungsi-fungsi dari aplikasi.
- 2) Design: Membuat desain antarmuka pengguna, model 3D, dan fitur-fitur lain dari aplikasi.
- 3) Material Collecting: Mengumpulkan bahan dan media yang dibutuhkan untuk pengembangan aplikasi.
- 4) Assembly: Membangun aplikasi berdasarkan desain antarmuka dan model 3D yang telah dibuat.
- 5) Distribusi & Testing: Mendistribusikan aplikasi kepada pengguna & menguji aplikasi untuk memastikan

- [8] A. Villarroel, D. Toapanta, S. Naranjo, and J. S. Ortiz, "Hardware in the Loop Simulation for Bottle Sealing Process Virtualized on Unity 3D," *Electronics (Switzerland)*, vol. 12, no. 13, Jul. 2023, doi: 10.3390/ELECTRONICS12132799.
- [9] L. Amalia and D. Suryani, "Augmented Reality Untuk Sistem," 2019.
- [10] A. Wang *et al.*, "Iterative user and expert feedback in the design of an educational virtual reality biology game," *Interactive Learning Environments*, vol. 30, no. 4, pp. 677–694, 2019, doi: 10.1080/10494820.2019.1678489.
- [11] D. R. Anamisa, M. Yusuf, F. A. Mufarroha, and N. Rohmah, "Design of Virtual Reality Application for Taharah Using 3D Blender," *J Phys Conf Ser*, vol. 1569, no. 2, Jul. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022071.

TENTANG PENULIS



Penulis bernama lengkap Aikel Risky Rumengan, lahir di Sonder pada tanggal 8 juni 1999. Penulis mulai menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 98 Manado 2005 – 2011, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 4 Manado pada tahun 2011 – 2014, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Manado pada tahun 2014 – 2017. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan pendidikan S1 di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Informatika, Universitas sam Ratulangi Sulawesi Utara. Dalam

menempuh pendidikan penulis aktif dalam kegiatan organisasi di dalam dan di luar kampus