

An Augmented Reality Interactive Card-based Human Blood Circulation System Learning Media for the 11th Grade Students

Kartu Interaktif Realitas Berimbang sebagai Media Pembelajaran Sistem Sirkulasi Darah Manusia untuk Siswa Kelas XI SMA

Bunga Indahsari¹⁾, Brave Angkasa Sugiarto²⁾, Daniel Febrian Sengkey³⁾

Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
e-mails : 17021106006@student.unsrat.ac.id¹⁾, brave@unsrat.ac.id²⁾, danielsengkey@unsrat.ac.id³⁾

Received: 9 June 2021; revised: 25 July 2021; accepted: 29 September 2021

Abstract — The development of learning applications for students today is very helpful for teachers in implementing effective and interactive learning. The applications that students learn should be validated by experts or teachers who can state that the learning applications are in accordance with the learning curriculum. That way, students can learn the material according to the learning objectives. This study aims to develop a circulation system learning application using Augmented Reality technology for students of class XI SMA that is valid and practical. The application development uses the Multimedia Development Life Cycle (MDLC) method which has 6 stages and the application is equipped with animation and sound features. In the development process, this research involves experts as validators of learning material content. The subjects of this study were students of class XI SMA. The results of this study indicate that the circulation system augmented reality learning application developed by this researcher has been improved according to the validator's request to adjust the content of teaching materials in schools. It can be concluded that the application was declared valid by experts who tested 3 aspects, namely the material aspect, media display and learning design.

Key words— *augmented reality, circulatory system, human blood circulation, high school biology, learning media.*

Abstrak — Pengembangan aplikasi pembelajaran untuk siswa saat ini sangat membantu guru dalam menerapkan pembelajaran yang efektif dan interaktif. Aplikasi yang dipelajari siswa hendaknya divalidasi oleh ahli atau guru yang dapat menyatakan bahwa aplikasi pembelajaran tersebut telah sesuai dengan kurikulum pembelajaran. Dengan begitu, siswa dapat mempelajari materi sesuai dengan tujuan pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi pembelajaran sistem sirkulasi menggunakan teknologi *Augmented Reality* untuk siswa kelas XI SMA yang valid dan praktis. Pengembangan aplikasi menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang memiliki 6 tahap dan aplikasinya dilengkapi dengan fitur animasi dan suara. Dalam proses pengembangannya, penelitian ini melibatkan ahli sebagai validator konten materi pembelajaran.

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi pembelajaran *augmented reality* sistem sirkulasi yang dikembangkan oleh peneliti ini telah diperbaiki sesuai dengan permintaan validator untuk penyesuaian konten materi pengajaran di sekolah. Dapat disimpulkan bahwa aplikasi dinyatakan valid oleh para ahli yang menguji 3 aspek yaitu aspek materi, tampilan media serta desain pembelajaran.

Kata kunci — *augmented reality, biologi sekolah menengah atas, media pembelajaran, sistem sirkulasi, sistem peredaran darah.*

I. PENDAHULUAN

Biologi merupakan salah satu cabang ilmu yang wajib dipelajari di tingkat sekolah menengah di Indonesia karena prinsip, konsep, dan hukum biologi berperan penting dalam kehidupan dan masalah lingkungan[1]. Pembelajaran biologi di sekolah, hendaknya melibatkan keaktifan berpikir siswa sehingga terjadi peningkatan kemampuan berpikir untuk mendapatkan pemahaman mengenai konsep biologi. Pelajaran Biologi banyak menyuguhkan materi yang sulit untuk dilihat prosesnya secara langsung, salah satu contohnya adalah materi sistem sirkulasi[2].

Landasan teori yang bersifat abstrak seringkali menyebabkan miskonsepsi pada peserta didik[3]. Tanpa pemberian media pembelajaran yang tepat dari pendidik, tentu akan menyulitkan peserta didik dalam memahami arti dari materi yang disampaikan[4]. Miskonsepsi yang dialami oleh peserta didik tentu menjadikan permasalahan utama bagi pendidik[5]. Metode penjelasan dari guru dengan cara penyampaian materi membuat siswa sulit memahami materi sistem sirkulasi dengan hanya membayangkan mekanisme yang dijelaskan[6]. Materi sistem sirkulasi sangat unik dan kompleks, sehingga siswa sulit membayangkan bagaimana mekanisme sistem sirkulasi.

Pada pembelajaran saat pandemi, media pembelajaran melalui video merupakan alternative yang dipilih guru sebagai penyampaian materi. Namun bagi siswa, metode pembelajaran tersebut membuat siswa tidak leluasa dalam melihat objek yang ditampilkan dari berbagai sisi yang diinginkan[7]. Media pembelajaran aplikasi android dapat digunakan karena bisa menampilkan visual seperti video, animasi, gambar, pemodelan dan aplikasi untuk menciptakan kondisi tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh membahas tentang penilaian mahasiswa terhadap media pembelajaran dengan menggunakan tiga jenis media, yaitu teks dan gambar, slide narasi suara dan slide penjelasan dosen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung memberikan penilaian yang lebih baik terhadap media rekaman slide dibandingkan dengan media yang hanya berisikan teks dan gambar saja[8]–[10]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan teks dan gambar saja kurang diminati pelajar dilihat dari kurangnya penilaian pada jenis media pembelajaran tersebut yang berdampak pada kurangnya akses mahasiswa yang berujung pada capaian pembelajaran dari peserta didik [11].

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju ini, tentunya sangat mempengaruhi bidang pendidikan. Banyak sekali multimedia dan alat bantu komputer yang memberikan pembelajaran yang lebih interaktif dan inovatif. Salah satu teknologi yang saat ini sedang terkenal di bidang pendidikan adalah *Augmented Reality* (AR). Teknologi *Augmented Reality* dapat membantu memvisualisasikan hal-hal yang tidak dapat dilihat bentuknya secara langsung. Dengan begitu, teknologi *Augmented Reality* ini dapat menjadi salah satu upaya untuk memfasilitasi pembelajaran sistem sirkulasi karena mekanismenya yang cukup sulit untuk dibayangkan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis akan membuat suatu aplikasi media pembelajaran tentang sistem sirkulasi dengan memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* dengan judul “*Augmented Reality Interactive Card* sebagai media pembelajaran sistem sirkulasi untuk kelas XI SMA”.

A. Penelitian Terkait

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, sudah banyak yang menggunakan *augmented reality* sebagai teknologi untuk memudahkan pembelajaran. Penelitian terkait dijabarkan sebagai berikut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh D. Porsche, membahas mengenai *Augmented Reality* pengenalan organ tubuh manusia dengan rumusan masalah cara belajar siswa yang dominan masih menggunakan cara konvensional dan tidak didukung dengan media pembelajaran yang tepat. Inovasi yang tepat untuk meningkatkan cara pembelajaran siswa yaitu dengan membangun aplikasi *Augmented Reality* pengenalan organ tubuh manusia yang dapat digunakan guru sebagai media mengajar kepada siswa. Aplikasi yang dibuat peneliti dapat

divisualisasikan dalam objek 3D yang dapat dilihat dari berbagai sisi dan kinerja sistem organ dalam bentuk video yang dapat tergambar dan berkerja sesuai yang terjadi secara nyata di perangkat mobile platform android[12].

Pada penelitian yang dilakukan oleh H. P. Putro, membahas mengenai pembelajaran anatomi tubuh manusia dengan rumusan masalah tingkat pemahaman siswa dalam mempelajari anatomi tubuh manusia yang rendah. Untuk membantu pengembangan pembelajaran, peneliti membuat aplikasi media pembelajaran yang interaktif dengan teknologi *augmented reality* yang dapat membantu belajar anatomi tubuh manusia dalam telepon genggam lewat sebuah marker. Hal ini sangat membantu untuk mempercepat proses paham siswa[13].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Meryansumaeka membahas mengenai pengembangan kuis interaktif berbasis *e-learning* pada mata kuliah matematika. Tahapan penelitian meliputi perencanaan, pengembangan dan evaluasi. Pengembangan penelitian digunakan metode validasi konten kuis oleh para ahli yang dapat dipertanggungjawabkan isi dari konten aplikasi. Hasilnya, aplikasi dinyatakan valid setelah diujicobakan pada 3 siswa[14].

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh membahas mengenai pengembangan aplikasi pembelajaran berbasis android dengan materi tata surya dan fase bulan. Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana membuat aplikasi pembelajaran tata surya yang praktis dan valid. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode Rowntree yang terdiri dari 3 tahap, yaitu perencanaan, pengembangan dan evaluasi. Pengujian media pembelajaran menggunakan metode uji validator . Hasil analisis yang didapatkan yaitu aplikasi dinyatakan valid dengan rata-rata penilaian validator sebesar 90,81%[15].

B. Sistem Sirkulasi

Sistem sirkulasi dibangun oleh darah, sebagai medium transportasi tempat bahan-bahan yg akan disalurkan dilarutkan atau diendapkan, pembuluh darah yang berfungsi sebagai saluran untuk mengarahkan dan mendistribusikan darah dari jantung ke seluruh tubuh dan mengembalikannya ke jantung, dan jantung yang berfungsi memompa darah agar mengalir ke seluruh jaringan[16].

Sistem peredaran darah atau sistem kardiovaskular adalah suatu sistem organ yang berfungsi memindahkan zat dan nutrisi ke dan dari sel. Pada sistem peredaran darah manusia, sirkulasi paru terdiri dari ventrikel kanan dan arteri pulmonalis yang keluar dan cabang-cabangnya (arteriol, kapiler, dan venula paru) dan vena pulmonalis. Darah beredar karena perbedaan tekanan darah. Darah mengalir dari daerah tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah.

Sistem limfa merupakan bagian dari sistem peredaran darah dan merupakan bagian vital dari sistem kekebalan, terdiri dari

jaringan pembuluh limfatik yang membawa cairan bening disebut getah bening. Fungsi utama dari kelenjar getah adalah menyaring cairan getah bening (yang terdiri atas cairan dan zat sisa dari jaringan tubuh) dari organ terdekat atau area pada tubuh[17].

C. Expert Review

Expert Review adalah tahap evaluasi yang dilakukan untuk mengetahui kevalidan dan kepraktisan suatu aplikasi. *Expert review* merupakan evaluasi instrinsik pada konten kuis interaktif dan bukan pada keberhasilan peserta didik atau efektivitas[18]. Melalui *expert review*, dapat diberikan masukan untuk perbaikan, karena dalam *expert review* tidak hanya memberi tahu kesalahan saja tetapi juga masukan untuk perbaikannya.

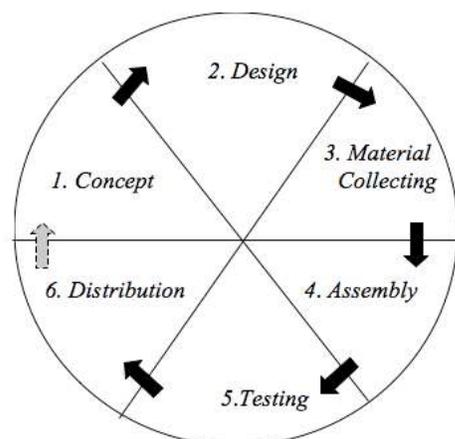
D. Augmented Reality

AR adalah *augmented reality*. *Augmented reality* mengambil beberapa bentuk realitas dan mengubahnya dengan cara tertentu untuk meningkatkan pengalaman. *Augmented Reality* (AR), mengacu pada semua kasus di mana lingkungan nyata dimediasi dan ditambah dengan objek non-nyata (tervirtualisasi). Fungsi khas *augmented* terdiri dari menampilkan berbagai gambar, teks atau bahkan Model 3D di dunia nyata yang dirasakan oleh pengguna. Penggunaan aplikasi terbaru input data tambahan seperti suara, lokasi dan terutama video. Konsep *augmented reality* secara langsung mengikuti prinsip realitas yang dimediasi dan memperluasnya secara menyeluruh.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Dalam penelitian ini, dibutuhkan waktu kira-kira lima bulan. Adapun lokasi yang dijadikan tempat penelitian adalah di beberapa sekolah SMA yang ada di kota Manado yaitu SMA Negeri 7 Manado, SMA Negeri 9 Manado dan MAN 1 Manado.



Gambar 1. Multimedia Development Life Cycle

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini khususnya siswa di beberapa sekolah berbeda yang ada di kota Manado termasuk di antaranya SMA Negeri 7 Manado berjumlah 14 siswa, SMA Negeri 9 Manado berjumlah 13 siswa dan MAN 1 Manado berjumlah 12 siswa.

C. Metode Pengumpulan Data

Terdapat 2 sumber pengumpulan data yang dilakukan yaitu sumber data primer dan sumber data sekunder. Sumber data primer merupakan hasil survei lapangan berupa pengujian validator untuk menguji kevalidan aplikasi. Sumber data sekunder merupakan hasil studi literatur yang menjadi referensi penulis.

D. Metode Perancangan Aplikasi

Untuk perancangan aplikasi dalam penelitian ini, digunakan metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*) berdasarkan 6 tahap yaitu *concept* (pengonsepan), *design* (perancangan), *material collecting* (pengumpulan bahan), *assembly* (pembuatan), *testing* (pengujian) dan *distribution* (pendistribusian) (lihat gambar 1).

1) Concept (Pengonsepan)

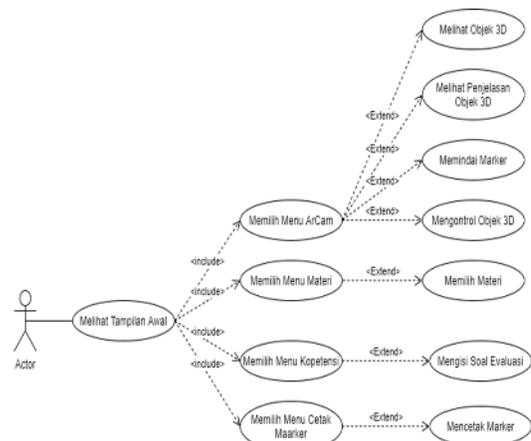
Tahap ini adalah tahap awal dari pembuatan aplikasi. Pada tahap ini penulis melakukan kegiatan untuk menentukan tujuan pembelajaran dan konsep dari materi dan untuk siapa aplikasi dibuat. Pada tahap ini penulis melakukan wawancara bersama guru mengenai konsep serta materi terhadap aplikasi yang akan dibuat.

2) Design (Perancangan)

Pada tahap ini dimulai dengan perancangan materi, pembuatan use case, pembuatan activity diagram, serta pembuatan storyboard untuk merancang setiap tampilan dalam aplikasi.

3) Material Collecting (Pengumpulan Bahan Materi)

Tahap ini adalah tahap dimana pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan yang akan ditampilkan dalam aplikasi pembelajaran interaktif.



Gambar 2. Use Case Diagram

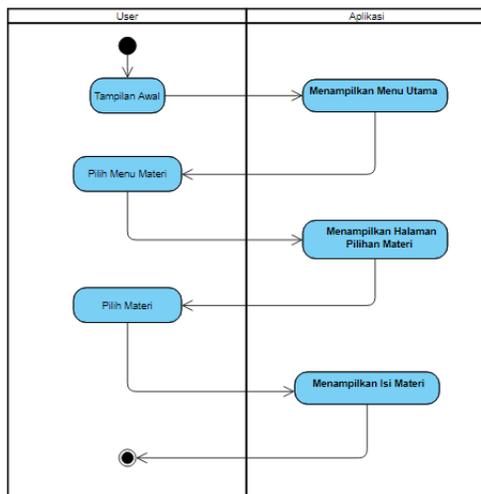
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Concept (Konsep)

Tahap *concept* atau pengonsepan dilakukan untuk menentukan tujuan pembelajaran, konsep materi, konsep media pembelajaran serta siapa pengguna aplikasi. Pada tahap



Gambar 3. Layout Tampilan Menu Utama



Gambar 4. Activity Diagram Menu Materi

4) Assembly (Pembuatan)

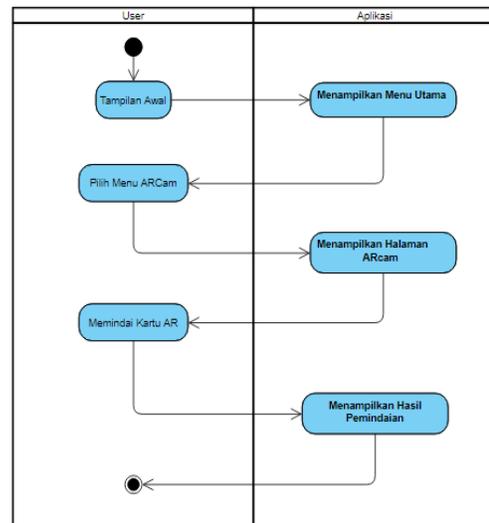
Tahap assembly (pembuatan) adalah dimana setelah semua bahan yang telah terkumpul dibuat menjadi sebuah aplikasi pembelajaran sesuai dengan design yang sudah dirancang.

5) Testing (Pengujian)

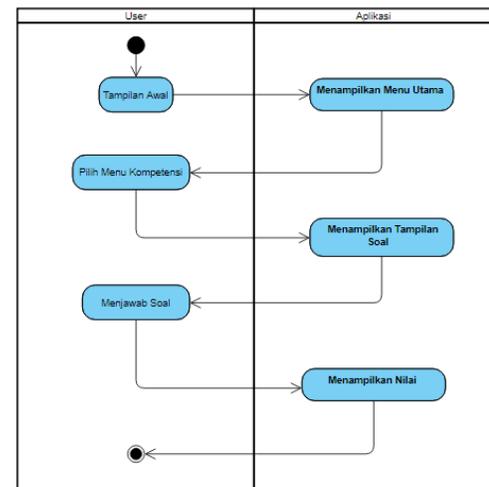
Pengujian yang dilakukan setelah menyelesaikan tahap pembuatan dengan pengujian terhadap fitur-fitur dalam aplikasi.

6) Distribution (Pendistribusian)

Pada tahap yang terakhir ini dimana setelah pengujian yang dilakukan berhasil maka aplikasi akan disimpan dan didistribusikan terhadap guru untuk dijadikan sebagai alat bantu kegiatan belajar mengajar.



Gambar 5. Activity Diagram Menu ARCam

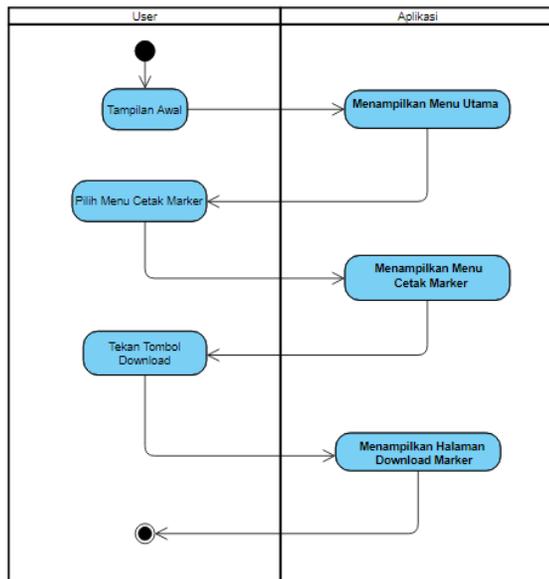


Gambar 6. Activity Diagram Menu Kompetensi

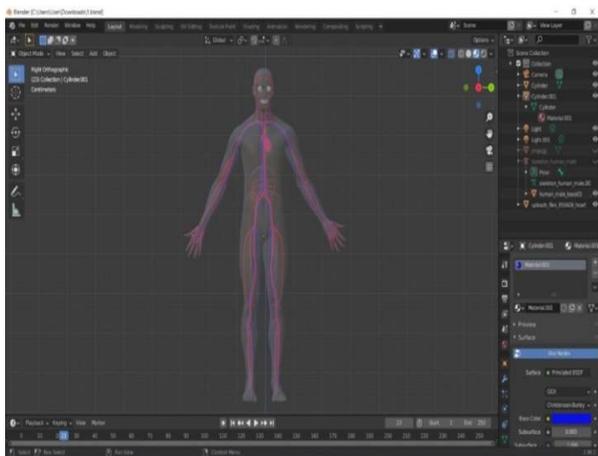
ini, ditentukan tujuan penggunaan aplikasi, konsep materi, konsep media pembelajaran serta target pengguna aplikasi.

1. Tujuan aplikasi ini adalah membantu siswa/i SMA untuk lebih mudah dalam mempelajari materi sirkulasi pada manusia.
2. Aplikasi ini dapat digunakan pada system operasi android.
3. Sistem peredaran darah yang ditampilkan dalam bentuk animasi dan bagian-bagian pembuluh dalam bentuk teks serta penjelasannya.
4. Pengguna dapat melihat animasi system peredaran darah menggunakan teknologi *Augmented Reality*.

5. Dalam aplikasi ini, terdapat materi pembelajaran mengenai mekanisme peredaran darah manusia, darah, limfa, gangguan system sirkulasi dan teknologi system peredaran darah.
6. Konten pada aplikasi akan divalidasi oleh guru agar sesuai dengan kurikulum pembelajaran.
7. Tampilan aplikasi akan divalidasi oleh guru.

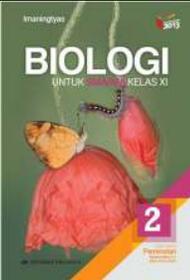


Gambar 7. Activity Diagram Menu Cetak Marker



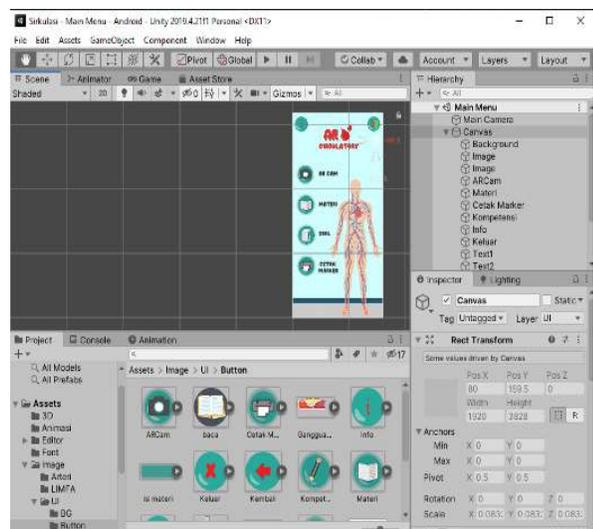
Gambar 8. Hasil Pembuatan Karakter

TABEL I
 BAHAN DAN MATERIAL PEMBUATAN APLIKASI

NO.	MATERIAL	KETERANGAN
1.		Gambar yang digunakan sebagai referensi konten pembelajaran.
2.		Gambar yang digunakan sebagai icon aplikasi.
3.		Gambar yang digunakan sebagai logo aplikasi.
4.		Gambar yang digunakan sebagai tombol ARCAM
5.		Gambar yang digunakan sebagai tombol Cetak Marker
6.		Gambar yang digunakan sebagai tombol Kompetensi.
7.		Gambar yang digunakan sebagai tombol Materi
8.		Gambar yang digunakan sebagai tombol memutar video animasi mekanisme peredaran darah.
9.		Gambar yang digunakan untuk tombol kembali
10.		Gambar yang digunakan untuk tombol keluar aplikasi.
11.		Gambar yang digunakan untuk background aplikasi.



Gambar 9. Hasil Pembuatan Animasi



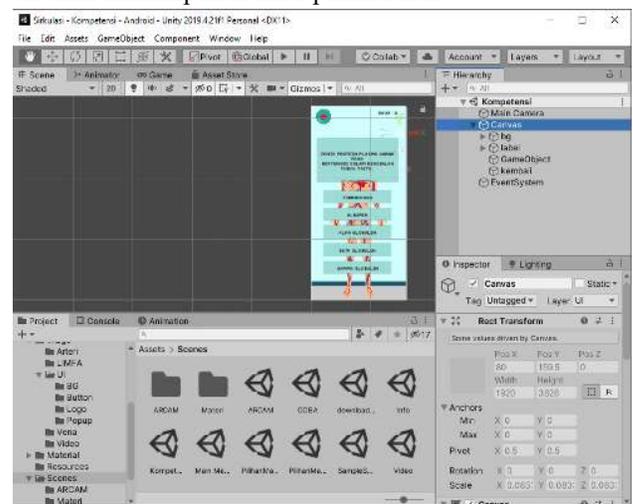
Gambar 10. Tampilan Hasil Menu Utama

B. Design (Perancangan)

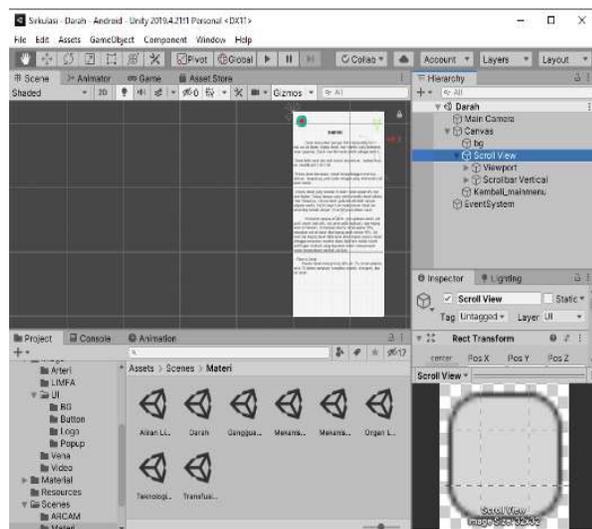
Pada tahap ini dimulai dengan perancangan materi, pembuatan *use case* (lihat gambar 2) pengguna dapat melihat menu utama dan memilih menu selanjutnya yaitu ARCam, Materi, Kompetensi dan Cetak Marker.

Pembuatan layout aplikasi (lihat gambar 3) untuk merancang setiap scene dan frame dari aplikasi seperti pembuatan tampilan dari aplikasi, penempatan teks, serta penempatan tombol dalam aplikasi.

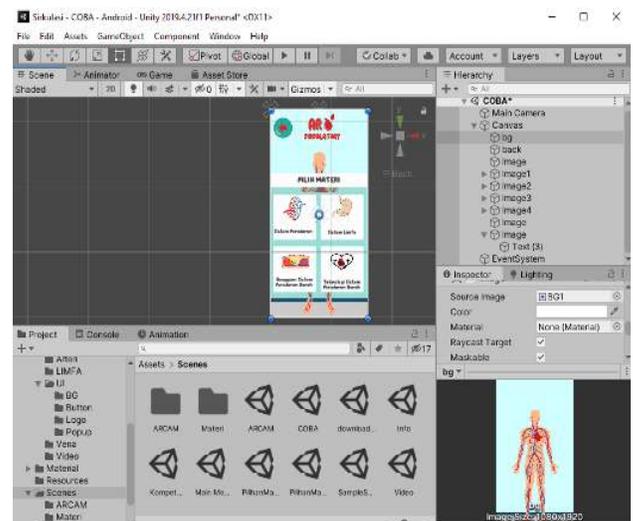
Pembuatan *activity diagram* (lihat gambar 4) dimana ketika pengguna memilih materi dan akan muncul materi yang dipilih oleh pengguna. *Activity diagram* menu materi (lihat gambar 5) merupakan *activity diagram* menu ARCam dimana ketika user masuk ke menu arcam, maka sistem akan menampilkan halaman memindai untuk selanjutnya dapat digunakan oleh user untuk memindai objek dan selanjutnya sistem akan menampilkan hasil pemindaian.



Gambar 12. Tampilan Hasil Pembuatan Menu Kompetensi



Gambar 11. Tampilan Hasil Pembuatan Menu Materi



Gambar 13. Tampilan Hasil Pembuatan Menu Pilihan Materi

Activity diagram menu kompetensi (lihat gambar 6) dimana ketika pengguna memilih fitur Kompetensi aplikasi akan merespon dan menampilkan soal-soal pengguna menjawab sampai selesai dan aplikasi akan merespon untuk menampilkan nilai akhir. *Activity diagram* menu cetak marker (lihat gambar 7) pengguna memilih menu cetak marker maka akan muncul menu cetak marker. Kemudian pengguna memilih tombol download maka aplikasi akan menampilkan halaman download marker.

C. Material Collecting (Pengumpulan Material)

Dalam tahap *material collecting*, terdapat material-material yang dibuat sendiri. *Material collecting* dalam penelitian ini dijelaskan pada tabel I.

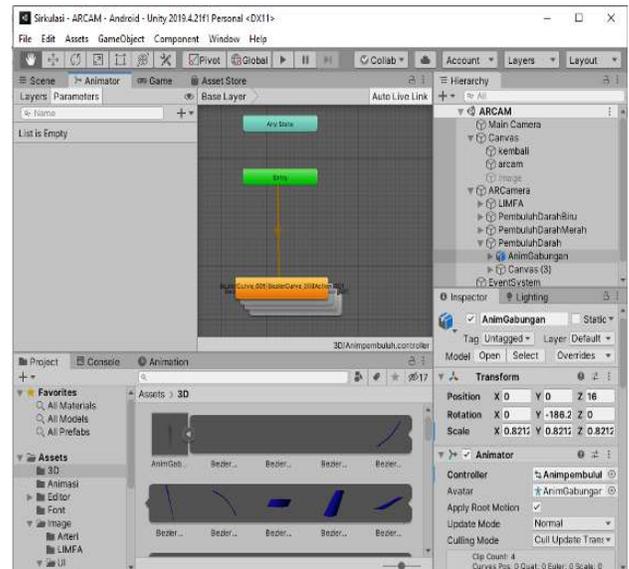
D. Assembly (Pembuatan)

1). Pembuatan Objek 3D

Pembuatan objek meliputi pembuatan objek 3D dan pembuatan animasi menggunakan blender. Pada pembuatan objek 3D yang dibuat adalah tubuh manusia, jantung, aliran pembuluh darah dan aliran limfa (lihat gambar 8). Pada pembuatan animasi dibuat aliran darah dan aliran limfa sesuai dengan mekanisme peredaran darah yang ada pada buku referensi biologi kelas XI SMA (lihat gambar 9).

2). Pembuatan Aplikasi

Tahap pembuatan aplikasi meliputi pembuatan menu utama aplikasi (lihat gambar 10), pembuatan menu materi (lihat gambar 11), Pembuatan menu kompetensi (lihat gambar 12), pembuatan menu pilihan materi (lihat gambar 13), dan impor animasi (lihat gambar 14). Pembuatan aplikasi ini menggunakan Unity dan Vuforia SDK.



Gambar 14. Tampilan Hasil Impor Animasi

3). Validasi Konten

Tahapan selanjutnya yaitu validasi konten yang dilakukan oleh guru biologi kelas XI SMA dari beberapa sekolah yang berbeda yaitu SMAN 7 Manado, SMAN 9 Manado dan MAN Model 1 Manado. Tabel II merupakan daftar validasi konten dari guru biologi.

E. Testing (Pengujian)

Setelah selesai menyelesaikan tahap pembuatan dilanjutkan dengan tahap pengujian yang melibatkan langsung pengguna akhir dari aplikasi ini.

TABEL II
TAMPILAN VALIDASI KONTEN

Aspek	Keterangan
Mekanisme peredaran darah	Valid
Bagian-bagian pembuluh darah arteri	Valid
Bagian-bagian pembuluh darah vena	Valid
Bagian-bagian pembuluh limfa	Valid
Materi Sistem Peredaran Darah	Valid
Materi Sistem Limfa	Valid
Pertanyaan Soal Kompetensi	Valid



Gambar 15. Tampilan Menu Utama

1) Alpha Test

Pada tahap ini, dilakukan pengujian sendiri oleh peneliti setelah aplikasi selesai dibuat dan di *install* pada *platform* android. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian apakah tombol-tombol dan tampilan aplikasi sudah berjalan dengan baik sesuai yang diharapkan atau tidak.

Tabel III merupakan tabel pengujian tombol yang berhasil. Gambar 15 merupakan tampilan menu utama yang akan dilakukan pengujian tombol. Gambar 16 merupakan tampilan kompetensi. Gambar 17 merupakan tampilan isi materi. Gambar 18 merupakan tampilan menu ARCam.



Gambar 16. Tampilan Menu Kompetensi



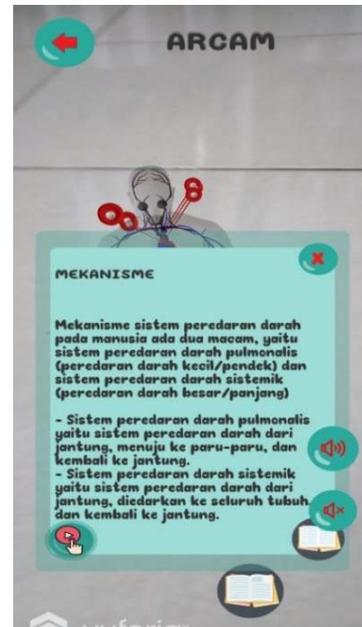
Gambar 17. Tampilan Menu Isi Materi

Gambar 19 merupakan tampilan pilihan materi.

2) Beta Test

Pengujian ini dibagi menjadi 3 tahapan. Yang pertama melakukan wawancara terhadap aplikasi prototype pertama. Tahap kedua melakukan revisi pada aplikasi. Dan ketiga melakukan wawancara ulang terhadap aplikasi prototype kedua yang telah direvisi.

Tabel IV merupakan perbedaan prototype pertama dan prototype kedua yang telah direvisi berdasarkan permintaan pakar.



Gambar 18. Tampilan Menu ARCam

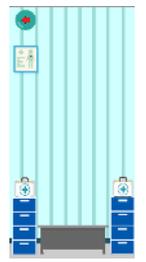
TABEL III
TAMPILAN PENGUJIAN MENU UTAMA

INPUT	OUTPUT	HASIL
Pengguna menekan tombol ARCam	Dapat menampilkan menu pindai marker	Berhasil
Pengguna menekan tombol kompetensi	Dapat menampilkan menu kompetensi	Berhasil
Pengguna menekan tombol materi	Dapat menampilkan menu pilihan materi	Berhasil
Pengguna menekan tombol cetak marker	Dapat menampilkan menu cetak marker	Berhasil
Pengguna menekan tombol informasi aplikasi	Dapat menampilkan menu informasi aplikasi	Berhasil
Pengguna menekan tombol keluar aplikasi	Dapat menampilkan pop up keluar aplikasi	Berhasil



Gambar 19. Tampilan Menu Pilihan Materi

TABEL IV
TAMPILIAN PERBEDAAN SETELAH REVISI

NAMA TAMPILAN	SEBELUM REVISI	SETELAH REVISI	KETERANGAN
Tampilan Menu Utama			Merubah tampilan utama aplikasi dengan menambahkan gambar pemnuh darah agar memperjelas aplikasi.
Tampilan Pembuluh Darah Vena, bagian-bagian pembuluh dan penjelasan	-		Menambahkan Pembuluh darah vena dan bagian-bagian pembuluh.
Tampilan Video Mekanisme Peredaran Darah	Dapat menampilkan menu pilihan materi		Menambahkan video mekanisme peredaran darah.
Merubah Background Aplikasi			Merubah background aplikasi agar dapat menyesuaikan dengan tampilan utama.

Tabel II merupakan aspek pertanyaan konten pembelajaran pada aplikasi *augmented reality* sistem sirkulasi yang telah di validasi oleh para ahli dan sudah sesuai dengan kurikulum pembelajaran sekolah. Tabel IV merupakan perbaikan aplikasi yang diminta oleh validator setelah wawancara pertama. Pada wawancara kedua, aplikasi telah disetujui validator yang selanjutnya akan diujikan kepada siswa.nm

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa telah dihasilkan aplikasi *augmented reality* sistem sirkulasi darah dengan menggunakan metode pengembangan aplikasi *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Pada pengembangan aplikasi *augmented reality* sistem sirkulasi darah dilakukan dengan 3 tahap yaitu; melakukan wawancara aplikasi prototype 1, melakukan revisi dan wawancara aplikasi prototype 2 untuk memastikan bahwa aplikasi yang dikembangkan oleh peneliti ini dinyatakan valid oleh para ahli yang menguji 2 aspek yaitu materi dan tampilan pembelajaran.

V. KUTIPAN

- [1] Kemendikbud, "LAPORAN HASIL UJIAN NASIONAL 2014," 2014.
- [2] M. Karagöz and M. Çakir, "Problem solving in genetics: Conceptual and procedural difficulties," *Kuram ve Uygulamada Egit. Bilim.*, vol. 11, no. 3, pp. 1668–1674, 2011.
- [3] D. L. Fay, "ANALISIS MISKONSEPSI PESERTA DIDIK KELAS X MENGGUNAKAN ASESMEN MATA KONSEP PADA MATA PELAJARAN BIOLOGI SMA NEGERI DI BANDAR LAMPUNG," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., 1967.
- [4] T. Nurrita, "Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *MISYKAT J. Ilmu-ilmu Al-Quran, Hadist, Syari'ah dan Tarb.*, vol. 3, no. 1, p. 171, 2018, doi: 10.33511/misykat.v3n1.171.
- [5] T. L. Hajiriah, S. Mursali, and I. D. Dharmawibawa, "Analisis Miskonsepsi Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Miskonsepsi Pada Mata Pelajaran Biologi," *Biosci. J. Ilm. Biol.*, vol. 7, no. 2, p. 97, 2019, doi: 10.33394/bjib.v7i2.2356.
- [6] P. Hidayah, M. F. A. Untari, and M. Y. S. Wardana, "Pengembangan Media Sepeda (Sistem Peredaran Darah) dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar," *Int. J. Elem. Educ.*, vol. 2, no. 4, p. 306, 2018, doi: 10.23887/ijee.v2i4.16109.
- [7] L. D. Herliandry, Nurhasanah, M. E. Suban, and K. Heru, "Transformasi Media Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19," *J. Teknol. Pendidik.*, vol. 22, no. 1, pp. 65–70, 2020.
- [8] D. F. Sengkey, A. M. Sambul, and S. D. E. Paturusi, "Penilaian Mahasiswa terhadap Jenis Media Pembelajaran dalam Penerapan Flipped Classroom," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 103–110, Aug. 2019, doi: 10.35793/JTEK.8.2.2019.25029.
- [9] D. F. Sengkey, S. D. E. Paturusi, and A. M. Sambul, "Perbandingan Akses Mahasiswa terhadap Media Pembelajaran Daring dalam Penerapan Flipped Classroom," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 31–38, Jun. 2020, doi: 10.35793/JTEK.9.1.2020.28634.
- [10] D. F. Sengkey, S. D. E. Paturusi, A. M. Sambul, and C. T. Gozali, "A Survey on Students' Interests toward On-line Learning Media Choices (A Case Study from the Operations Research Course in the Department of Electrical Engineering, UNSRAT)," *Int. J. Educ. Vocat. Stud.*, vol. 1, no. 2, pp. 146–152, Jun. 2019, doi: 10.29103/ijevs.v1i2.1527.
- [11] D. F. Sengkey, S. D. E. Paturusi, and A. M. Sambul, "Correlations between Online Learning Media Types, First Access Time, Access Frequency, and Students' Achievement in a Flipped Classroom

- Implementation," *J. Sist. Inf.*, vol. 17, no. 1, pp. 44–57, Apr. 2021, doi: 10.21609/jsi.v17i1.1008.
- [12] D. Porsche, V. Tulenan, and B. A. Sugiarto, "Aplikasi Pembelajaran Interaktif Sistem Peredaran Darah Manusia Untuk Kelas 5 Sekolah Dasar," *J. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 173–182, 2019, doi: 10.35793/jti.14.2.2019.23992.
- [13] H. P. Putro, "Teknologi Mobile Sebagai Media Belajar Menggunakan Augmented Reality untuk Pelajaran Anatomi Tubuh Manusia," *Semin. Nas. Energi Teknol.*, pp. 199–209, 2010.
- [14] Meryansumayeka, M. D. Virgiawan, and S. Marlina, "Pengembangan Kuis Interaktif Berbasis E-Learning Dengan Menggunakan Aplikasi Wondershare Quiz Creator Pada Mata Kuliah Belajar Dan Pembelajaran Matematika," *J. Pendidik. Mat.*, vol. 12, no. 1, pp. 29–42, 2018.
- [15] D. Badiro, S. Syuhendri, and A. Fathurohman, "Pengembangan Media Pembelajaran Aplikasi Android Berbasis Teori Perubahan Konseptual Materi Tata Surya Dan Fase Bulan Mata Kuliah Ipba," *J. Inov. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 6, no. 1, pp. 103–112, 2019, doi: 10.36706/jipf.v6i1.7825.
- [16] S. Saadah, *Sistem Peredaran Darah Manusia*. 2018.
- [17] M. Kotani, *Anatomy of the lymphatic system*, vol. 26, no. 3. 1972.
- [18] M. Tessmer, *Planning and Conducting FORMATIVE EVALUATIONS*. British: Routledge, 1993.



Bunga Indahsari dilahirkan di kota Kotamobagu 21 Juli 2000, penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Sandy Faryanto dan Yetti Veronika Mansyur. Alamat tempat tinggal penulis sekarang adalah di jalan tanjung torawitan kelurahan bahu, kecamatan malalayang, kota Manado.

Penulis menempuh Pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar Negeri 1 Kotabangon pada tahun (2005 – 2011). Setelah itu penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 4 Kotamobagu pada tahun (2011 – 2014). Dan melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Atas Yadika Kopandakan pada tahun (2014 – 2017).

Pada tahun 2017 penulis melanjutkan Pendidikan tingkat Sarjana 1 (S1) pada salah satu perguruan tinggi Negeri di Sulawesi Utara yaitu Universitas Sam Ratulangi, dengan mengambil Jurusan Teknik Elektro Program studi Teknik Informatika. Selama perkuliahan penulis bergabung dengan beberapa organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME), Badan Tadzkir Fakultas Teknik (BTFT), Badan Tadzkir Universitas (BTU), Himpunan Mahasiswa Islam (HMI), Korps HMI-Wati dan Generasi Baru Indonesia (GenBI) Sulawesi Utara.