

# *Interactive Learning Applications of Cardiovascular System*

Aplikasi Pembelajaran Interaktif Sistem Kardiovaskular

Andre Timothy Kapugu, Brave Angkasa Sugiarto, Steven Ray Sentinuwo  
Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia  
e-mails : [andrekapugul@gmail.com](mailto:andrekapugul@gmail.com), [brave@unsrat.ac.id](mailto:brave@unsrat.ac.id), [steven@unsrat.ac.id](mailto:steven@unsrat.ac.id)  
Received: 14 November 2022; revised:29 December 2022; accepted: 10 February 2023

**Abstract** — In the learning process students need to combine new knowledge with knowledge that has been previously learned, making students build an integrated understanding between previous knowledge, new knowledge and other relevant knowledge. Inappropriate learning methods, teacher-dominated learning, and a lack of teaching aids or teaching aids make students tend to have difficulty connecting what is being taught to them with other concepts. This allows students to experience misconceptions. Misconceptions become an obstacle for students in increasing learning understanding and have a negative impact if left unchecked which makes the level of students' understanding of the material low. The purpose of this study is to create interactive learning applications that help high school students improve their understanding of the cardiovascular system. Making an Android-based cardiovascular system interactive learning application using the Multimedia Development Life Cycle development method. The test results showed that of the 30 students of XI IPA SMA there was an increase in correct answers by 29% from the pretest average score of 48% before using the application and the post-test average score of 77% after using the application. As many as 93.3% of students are interested in using the application and the remaining 6.7% of students are less interested in using the application. This application provides learning and attracts students to use the application.

**Key words**— *Cardiovascular System; Interactive; Learning; Multimedia Development Life Cycle.*

**Abstrak** — Dalam proses pembelajaran siswa perlu memadukan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dipelajari sebelumnya, membuat siswa membangun pemahaman terpadu antara pengetahuan sebelumnya, pengetahuan baru dan pengetahuan lain yang relevan. Metode pembelajaran yang kurang tepat, pembelajaran yang didominasi oleh guru, serta kurangnya sarana atau alat peraga membuat siswa cenderung mengalami kesulitan menghubungkan apa yang diajarkan kepada mereka dengan konsep lainnya. Hal ini memungkinkan siswa mengalami miskonsepsi. Miskonsepsi menjadi penghambat siswa dalam peningkatan pemahaman pembelajaran dan berdampak negatif apabila dibiarkan yang membuat tingkat pemahaman siswa terhadap materi menjadi rendah. Tujuan dari penelitian ini untuk membuat aplikasi pembelajaran interaktif yang membantu siswa SMA dalam meningkatkan pemahaman materi sistem kardiovaskular. Pembuatan aplikasi pembelajaran interaktif sistem kardiovaskular berbasis android menggunakan metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle. Hasil

pengujian menunjukkan bahwa dari 30 siswa XI IPA SMA terdapat peningkatan jawaban benar sebanyak 29% dari nilai rata-rata *pretest* 48% sebelum menggunakan aplikasi dan nilai rata-rata *post-test* 77% setelah menggunakan aplikasi. Sebanyak 93,3% siswa tertarik menggunakan aplikasi dan sisa 6,7% siswa kurang tertarik menggunakan aplikasi. Aplikasi ini memberikan pembelajaran dan menarik siswa untuk menggunakan aplikasi.

**Kata kunci** — *Interaktif; Multimedia Development Life Cycle; Pembelajaran; Sistem Kardiovaskular.*

## I. PENDAHULUAN

Pembelajaran menurut Gagne & Briggs (1992) suatu rangkaian events (kejadian, peristiwa, kondisi, dsb) yang secara sengaja dirancang untuk mempengaruhi pembelajar/siswa, sehingga proses belajar dan penanaman nilai dapat berlangsung dengan mudah[1].

Dalam proses pembelajaran, siswa perlu memadukan pengetahuan yang baru dengan pengetahuan yang telah dipelajari sebelumnya membuat siswa membangun pemahaman terpadu antara pengetahuan sebelumnya, pengetahuan baru dan pengetahuan lain yang relevan. Sayangnya siswa kesulitan menggabungkan pemahaman sebelumnya dengan pengetahuan baru dipelajari. Faktor kesulitan belajar siswa disebabkan oleh 2 faktor yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor Internal berasal dari kurang motivasi dari guru dan kurangnya minat siswa dalam proses belajar. Sedangkan faktor eksternal yaitu kurangnya alat peraga atau sarana prasarana untuk mendukung proses kegiatan pembelajaran. Hal ini memungkinkan siswa mengalami miskonsepsi pada proses pembelajaran. Miskonsepsi merupakan kesalahan pemahaman yang timbul akibat perbedaan konsep yang diterima dengan pengetahuan yang sebenarnya[2]. Miskonsepsi menjadi penghambat peningkatan belajar siswa. Jika masalah kesulitan belajar siswa tidak diselesaikan dan miskonsepsi dibiarkan, maka akan berdampak buruk pada pembelajaran selanjutnya membuat tingkat pemahaman siswa terhadap materi menjadi rendah. Miskonsepsi dalam pendidikan memiliki dampak yang negatif dan berakibat buruk bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan di masa mendatang[3].

Penelitian yang dilakukan oleh Cut Ratna Dewi (2017)

menemukan bahwa siswa mengalami miskonsepsi pada materi sistem peredaran darah dengan rata-rata miskonsepsi siswa pada materi tersebut 47,86% dengan kategori sedang[4]. Miskonsepsi dapat berasal dari diri siswa sendiri karena persamaan istilah sehari-hari menyebabkan miskonsepsi, berasal dari guru yang tidak memahami konsep dengan baik kemudian diteruskan ke siswa, berasal dari metode mengajar seperti video 2 pembelajaran yang salah dari konsep yang bersangkutan, berasal dari buku dengan bahasa penulisan yang sulit dipahami, hingga berasal dari konteks seperti diskusi kelompok yang terdiri dari beberapa orang yang mengalami miskonsepsi sehingga mempengaruhi teman diskusi yang lain[5].

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi SMA Kristen Irene dan SMA Negeri 01 Modinding diperoleh data bahwa materi biologi yang sulit dipahami siswa SMA salah satunya materi sistem kardiovaskular atau sistem peredaran darah. Hasil wawancara dengan guru juga diketahui bahwa terdapat sub-materi sistem kardiovaskular yang sulit dipahami siswa seperti organ pembuluh darah dan jantung. Kendala yang dialami dalam mengajar sistem peredaran darah yaitu siswa tidak fokus memperhatikan dalam belajar di kelas dan keterbatasan kuota jaringan untuk pembelajaran menggunakan internet. Sarana prasarana yang digunakan juga terbatas yaitu hanya menggunakan buku cetak dan LCD serta tidak ada alat peraga atau media pembelajaran lain yang digunakan.

Berdasarkan hasil angket yang disebarkan kepada 15 siswa Kelas XI IPA SMA Irene Manado dan 15 siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 01 Modinding diperoleh data bahwa 70% siswa tertarik belajar sistem kardiovaskular dan sisanya tidak tertarik belajar sistem kardiovaskular. Kendala mempelajari sistem kardiovaskular yang paling banyak dialami yaitu materi luas sebanyak 46,7% dan istilah yang sulit dipahami sebanyak 36,7%. 93,3% siswa memiliki *smartphone* pribadi yang sering dipakai untuk aplikasi seperti *social media*, *video streaming* dan *web browser*. Dari seluruh siswa yang memiliki handphone 83,3% siswa pernah menggunakan aplikasi pembelajaran tetapi belum pernah menggunakan aplikasi pembelajaran khusus materi sistem kardiovaskular. Hal ini karena berbagai faktor, salah satu faktor terbesar yaitu tidak pernah terpikir menggunakan aplikasi pembelajaran tentang sistem kardiovaskular sebanyak 66,7%.

Penelitian Pike (1989) menemukan bahwa penggunaan unsur visual yang ditambahkan dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan ingatan dari 14% ke 38%. Penelitian ini juga menunjukkan waktu yang diperlukan untuk menyampaikan materi dapat berkurang 40% saat menggunakan visual. Sebuah gambar membuat tiga kali lebih efektif daripada teks saja, sebuah gambar dan teks bersama membuat enam kali lebih efektif daripada teks saja[6]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan 3 Cut Ratna Dewi (2017) yang menemukan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa kelas eksperimen yang menggunakan modul dan media animasi dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional (ceramah)[7].

Oleh karena itu akan dibuat aplikasi pembelajaran interaktif

sistem kardiovaskular untuk siswa SMA dengan materi sistem kardiovaskular sesuai dengan kurikulum yang digunakan di sekolah. Dengan pembuatan aplikasi ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman siswa SMA dalam mempelajari sistem kardiovaskular.

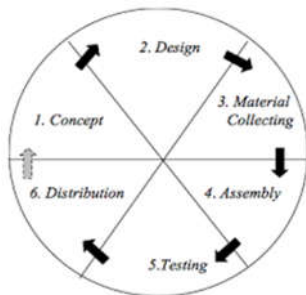
#### A. Penelitian Terkait

Berikut ini merupakan penelitian yang telah ada berkaitan dengan penelitian ini sebagai referensi:

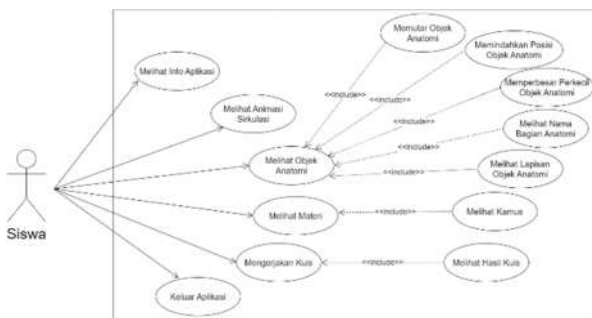
- 1) Pada penelitian Devrico Porsche membahas tentang pembuatan aplikasi pembelajaran interaktif sistem peredaran darah manusia untuk kelas 5 Sekolah Dasar menggunakan metode penelitian ADDIE dan menggunakan perangkat lunak Adobe Flash dan Adobe Photoshop. Aplikasi berhasil dibuat dengan tampilan menarik dan memiliki kesesuaian dengan materi ruang lingkup IPA dengan jelas[8].
- 2) Pada penelitian Andreas D. Porajow membahas tentang pembuatan aplikasi pembelajaran interaktif mata pelajaran tematik untuk siswa kelas 6 Sekolah Dasar menggunakan metode penelitian MDLC dan menggunakan perangkat lunak Adobe Flash dan Adobe Photoshop. Dengan pembuatan aplikasi ini diharapkan mampu meningkatkan minat siswa dan meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran tematik dan mampu memberikan kesan baru dalam pembelajaran[9].
- 3) Pada penelitian Gitadea Laksono membahas tentang rancang bangun aplikasi pembelajaran Mahkhraj Huruf Al-Qur'an untuk anak-anak menggunakan metode penelitian RAD dan menggunakan perangkat lunak Blender, Unity, Adobe Photoshop dan Microsoft Visual Studio. Aplikasi berhasil dibuat dengan fitur materi Mahkhraj huruf yang berisi 29 huruf Hijaiyah dan fitur kuis[10].
- 4) Pada penelitian Mentari Putri Ambat membahas tentang pembuatan aplikasi pengenalan Alkitab interaktif untuk anak Sekolah Minggu menggunakan metode penelitian MDLC dan menggunakan perangkat lunak Unity dan Adobe Photoshop. Dengan pembuatan aplikasi ini membuat anak-anak tertarik dan aplikasi ini bisa digunakan dalam pengajaran di Sekolah Minggu[11].
- 5) Pada penelitian Bunga Indahsari membahas tentang pembuatan *augmented reality card* sebagai media membelajarkan sistem sirkulasi darah manusia untuk siswa kelas XI SMA menggunakan metode penelitian MDLC dan menggunakan perangkat lunak Unity dan Blender. Aplikasi yang dikembangkan dinyatakan valid oleh para ahli yang menguji 2 aspek yaitu materi dan tampilan pembelajaran[12].
- 6) Pada penelitian Jinifer Rori membahas tentang perancangan aplikasi panduan belajar ortodonsia menggunakan animasi 3D menggunakan metode penelitian RAD dan menggunakan perangkat lunak Unity dan Blender. Aplikasi ini membantu mahasiswa kedokteran gigi yang mendapatkan materi ortodonsia dan pengguna dapat memahami materi secara efektif[13].
- 7) Pada penelitian Hafizah dan Wajihan membahas tentang pembuatan aplikasi panduan website multimedia untuk

pelajaran sistem kardiovaskular menggunakan metode penelitian ADDIE dan menggunakan perangkat lunak Macromedia Dreamweaver 8 dan Macromedia Fireworks. Perangkat lunak yang dikembangkan memiliki konten informasi berdasarkan silabus, teknologi yang digunakan sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan strategi penyampaian informasi yang menarik[14].

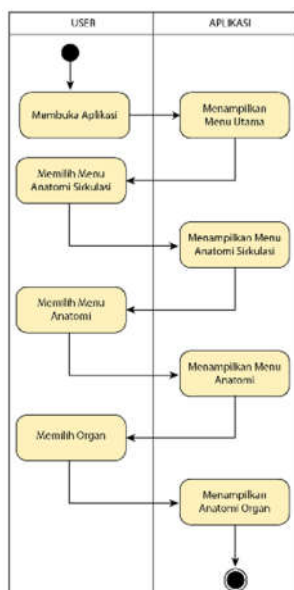
- 8) Pada penelitian Nelson Alda Mandala membahas tentang pembuatan animasi fungsi dan cara kerja mata, pernafasan dan sistem kardiovaskular pada organ tubuh manusia secara 3D menggunakan metode penelitian MDLC dan menggunakan perangkat lunak Blender. Aplikasi dapat berjalan dengan baik dan mendapat hasil positif ketika diuji oleh pengguna aplikasi[15].



Gambar 1. Multimedia Development Life Cycle



Gambar 2. Use case diagram aplikasi pembelajaran interaktif sistem kardiovaskular



Gambar 3. Activity diagram menu anatomi

### B. Aplikasi

Aplikasi merupakan program perangkat lunak siap pakai yang digunakan untuk melakukan perintah dari pengguna. Aplikasi memakai kemampuan komputer untuk melakukan aktivitas atau tugas yang diinginkan pengguna. Ciri-ciri yang menandakan kualitas aplikasi dapat memenuhi kebutuhan pengguna, merespon intruksi dengan cepat dan membutuhkan resource atau penyimpanan yang rendah[16].

### C. Pembelajaran

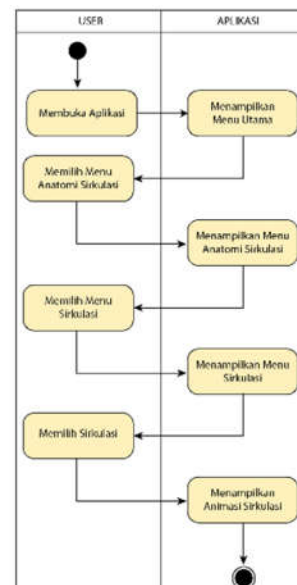
Pembelajaran merupakan proses membelajarkan siswa atau membuat siswa aktif belajar dengan tujuan membantu siswa belajar dengan menciptakan pengalaman belajar yang memungkinkan siswa untuk melalui, mengalami atau melakukannya, sehingga siswa dapat memperoleh pemahaman, pengetahuan, pembentukan sikap dan keterampilan. Pembelajaran hanya bisa terjadi jika siswa terlibat aktif melakukan aktivitas. Karena perubahan proses dalam diri siswa dapat terjadi bila siswa aktif terlibat dengan menggunakan potensi belajar yang dimiliki[1].

### D. Interaktif

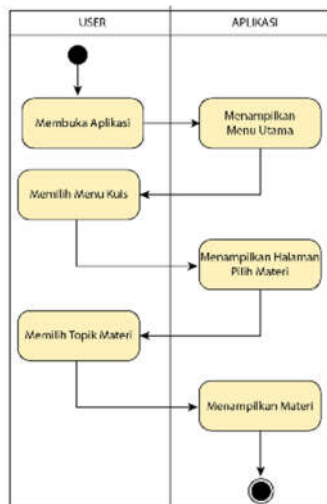
Interaktif merupakan komunikasi dua arah saling melakukan aksi hingga memiliki hubungan timbal balik. Dalam interaksi manusia dan komputer, interaksi merupakan komunikasi antara pengguna (*user*) dan komputer (*system*) baik secara langsung maupun tidak langsung[17].

### E. Sistem Kardiovaskular

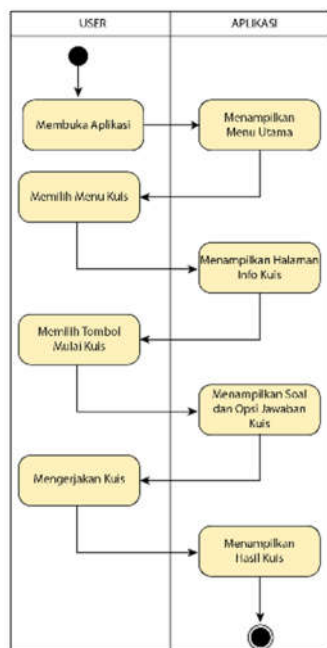
Sistem kardiovaskular merupakan sistem yang mengedarkan darah keseluruh tubuh, membawa oksigen serta zat gizi ke jaringan tubuh dan mengangkut zat buangan dari seluruh tubuh. Sistem kardiovaskular terdiri dari jantung dan pembuluh darah dimana jantung berfungsi sebagai pompa otot yang mendorong darah mengelilingi sirkulasi peredaran darah sedangkan pembuluh darah berfungsi membawa darah dari



Gambar 4. Activity diagram menu sirkulasi



Gambar 5. Activity diagram menu materi



Gambar 6. Activity diagram menu kuis

jantung ke jaringan, melakukan pertukaran gas dan zatmetabolik, serta mengembalikan darah sisa zat metabolisme ke jantung[18].

**F. Animasi**

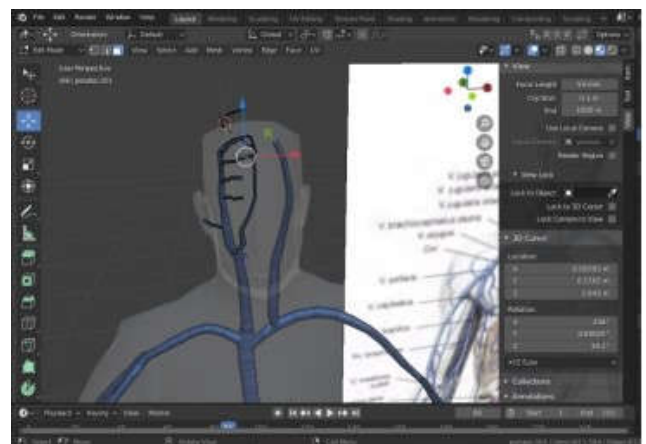
Animasi merupakan gambar bergerak yang terbuat dari sekumpulan objek disusun berurutan dengan kecepatan tertentu yang dibuat menggunakan komputer, sehingga memberi kesan bergerak dan bersifat interaktif. Animasi berkemampuan menampilkan perubahan keadaan tiap waktu yang dapat membantu prosedur dari urutan kejadian[19].

**G. Unified Modelling Language**

Unified Model Language (UML) merupakan salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan requirement, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman

TABEL I  
SUMBER MATERI YANG DIGUNAKAN

No	Material	Keterangan
1		Buku Biologi untuk SMA/MA Kelas XI Program IPA sebagai acuan materi pembelajaran pada menu materi dan menu sirkulasi.
2		Buku Big Book Biologi SMA kelas 1,2 & 3 sebagai referensi materi pembelajaran pada menu materi dan menu sirkulasi.
3		Buku Jilid 1 Sobotta Atlas Anatomi Manusia sebagai acuan materi pembelajaran pada menu anatomi.



Gambar 7. Pembuatan objek 3 dimensi

berorientasi objek. Unified Modelling Language muncul karena adanya kebutuhan pemodelan visual untuk menspesifikasikan, menggambarkan, membangun, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak[20].





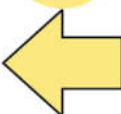


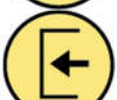


**H. Unity**

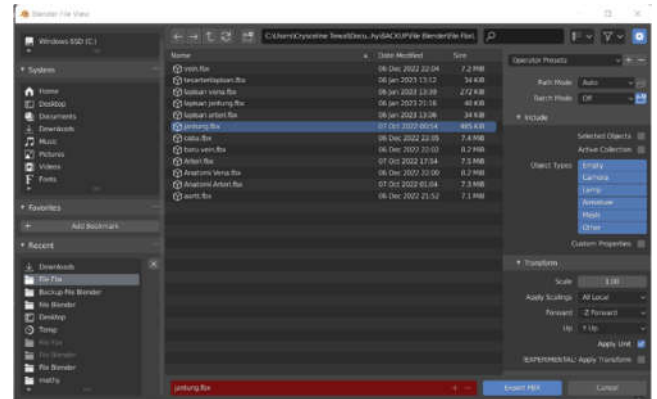
Unity merupakan platform pembuat aplikasi dan game baik 2 dimensi maupun 3 dimensi. Unity sering digunakan oleh pengembang aplikasi karena gratis digunakan, dapat membuat aplikasi untuk berbagai platform, dapat melihat pratinjau aplikasi secara instan[21].

**I. Blender**

Blender merupakan aplikasi pemodelan objek 3D open source gratis. Blender memiliki berbagai kegunaan fungsi seperti pemodelan, memberi tekstur dan rendering. Blender dapat dipakai di berbagai sistem operasi yang bisa digunakan membuat animasi khususnya di bidang objek 3 dimensi[22].

TABEL II  
 KETERANGAN GAMBAR DALAM APLIKASI

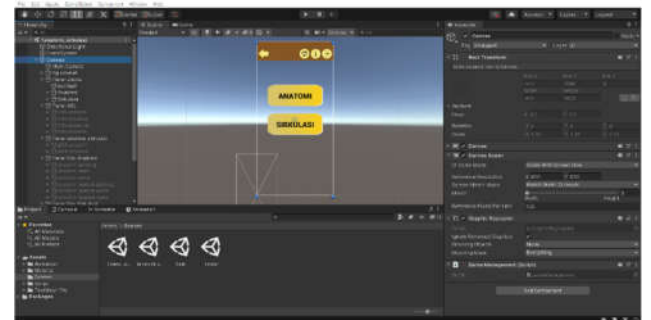
No	Material	Keterangan
1		Material ini dibuat sebagai logo aplikasi
2		Material ini diambil dari internet sebagai ikon anatomi sirkulasi
3		Material ini diambil dari internet sebagai ikon materi
4		Material ini diambil dari internet sebagai ikon kuis
5		Material ini dibuat sebagai tombol Kembali
6		Material ini dibuat sebagai tombol beranda
7		Material ini dibuat sebagai tombol info aplikasi
8		Material ini dibuat sebagai tombol keluar
9		Material ini diambil dari internet sebagai tombol lapisan objek anatomi
10		Material ini dibuat sebagai logo tombol kamus



Gambar 8. Export objek 3 dimensi



Gambar 9. Pembuatan scene menu utama



Gambar 10. Pembuatan scene anatomi sirkulasi



Gambar 11. Pembuatan scene materi

**J. Android**

Android merupakan sistem operasi perangkat *mobile* yang berbasis Linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi. Android merupakan platform terbuka bagi para programmer untuk membuat aplikasi. Android mendukung pengembangan *open source* pada mobile [23].

**K. Alpha Testing dan Beta Testing**

*Alpha testing* dan *beta testing* termasuk pengujian validasi yang berfokus pada tindakan yang terlihat pengguna dan keluaran yang dapat dikenali pengguna dari aplikasi. Validasi dikatakan berhasil ketika perangkat lunak yang dibuat dapat berfungsi dengan cara yang dapat diharapkan oleh pengguna akhir. Ketika aplikasi khusus dibuat untuk pengguna, serangkaian tes penerimaan dilakukan untuk memungkinkan pengguna memvalidasi semua persyaratan[24].

**II. METODE**

**A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Dalam pembuatan Tugas Akhir lokasi penelitian dilakukan dalam lingkungan kampus Universitas Sam Ratulangi, Manado. Pengujian aplikasi dilakukan di 2 sekolah yaitu SMA Kristen

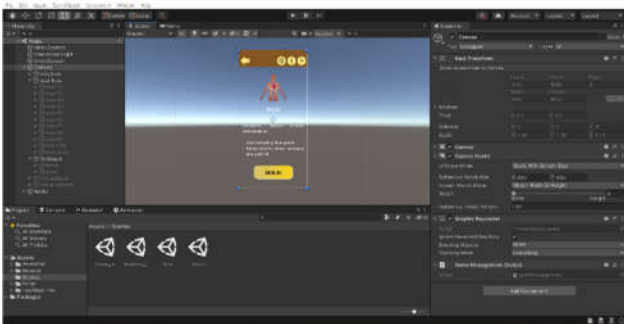
Irene Manado dan SMA Negeri 01 Modinding. Waktu penelitian dimulai pada bulan Mei 2022.

*B. Metode Pengembangan Aplikasi*

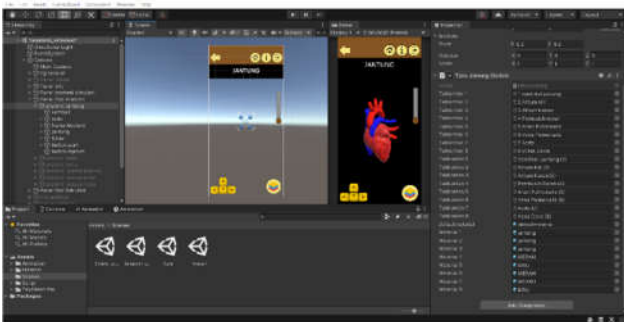
Penulis melakukan penelitian dengan menggunakan metode pengembangan *Multimedia Development Life Cycle* yang terdiri dari 6 tahap sebagai berikut (lihat gambar 1).

1) Konsep (*Concept*)

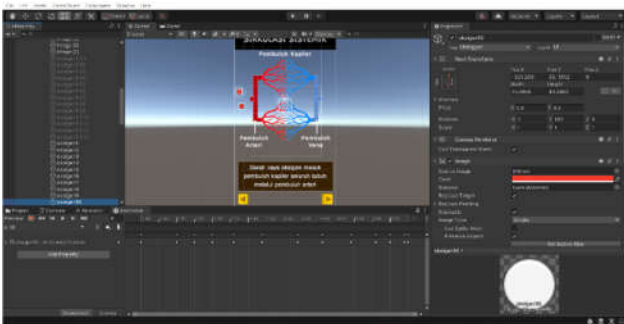
Merupakan langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan tujuan aplikasi yang akan dibuat, menentukan konsep dan materi pembelajaran pada



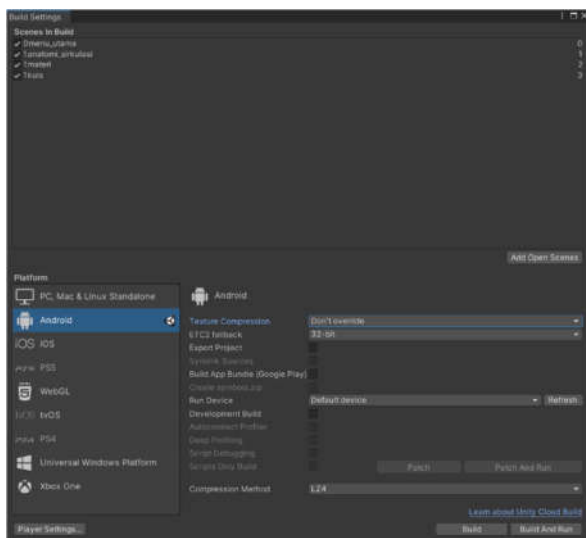
Gambar 12. Pembuatan *scene* kuis



Gambar 13. Pembuatan *tab* anatomi



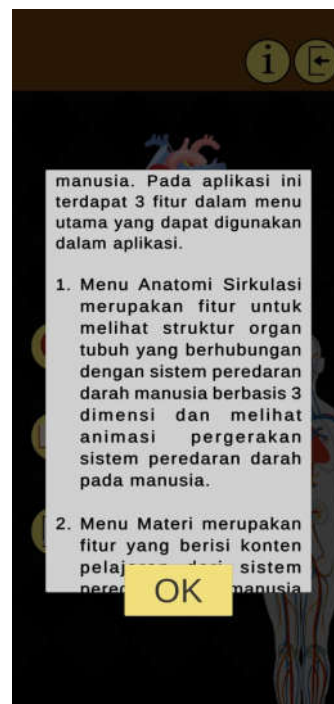
Gambar 14. Pembuatan animasi sirkulasi



Gambar 15. *Build* aplikasi



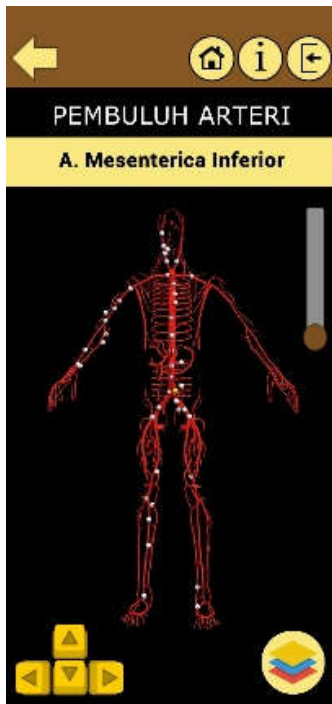
Gambar 16. Tampilan menu utama



Gambar 17. Tampilan info aplikasi

- aplikasi serta menentukan target pengguna aplikasi.
- 2) Perancangan (*Design*)  
Merupakan tahapan perancangan yang dilakukan untuk memberi gambaran dan analisa kebutuhan aplikasi seperti pembuatan *use case diagram*, *activity diagram*, *layout*, perancangan warna dan font serta gaya interaksi.
  - 3) Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)  
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan untuk keperluan data pada aplikasi, data yang dikumpulkan

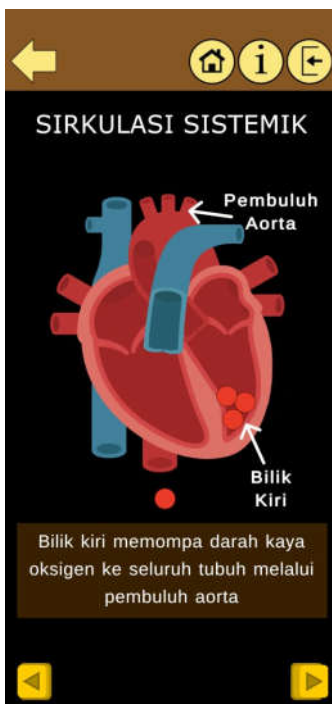
- 4) Pembuatan (*Assembly*)  
Merupakan tahap pembuatan aplikasi dimana semua data dan bahan materi yang dikumpulkan akan digabungkan dan dibuat menjadi aplikasi berdasarkan konsep, perancangan dan tampilan layout yang telah dibuat sesuai kebutuhan aplikasi yang telah dibuat sebelumnya pada tahap perancangan.



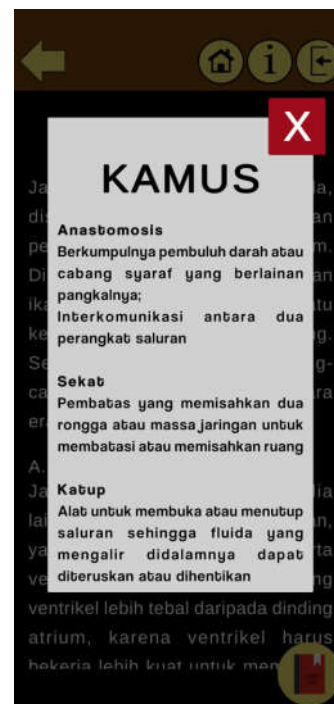
Gambar 18. Tampilan fitur anatomi



Gambar 20. Tampilan fitur materi



Gambar 19. Tampilan fitur sirkulasi



Gambar 21. Tampilan fitur kamus

TABEL III  
HASIL PENGUJIAN APLIKASI

No	Input	Output	Hasil
1	Tombol kembali	Menampilkan ke halaman sebelumnya	Berhasil
2	Tombol beranda	Menampilkan halaman menu utama	Berhasil
3	Tombol info aplikasi	Menampilkan <i>pop-up</i> info aplikasi	Berhasil
4	Tombol keluar aplikasi	Menampilkan <i>pop-up</i> keluar aplikasi	Berhasil
5	Tombol pada menu anatomi	Menampilkan objek anatomi 3 dimensi	Berhasil
6	Tombol bagian objek pada fitur anatomi	Menampilkan nama bagian objek anatomi	Berhasil
7	Tombol arah pada fitur anatomi	Merubah posisi objek anatomi	Berhasil
8	<i>Slider zoom</i> pada fitur anatomi	Memperbesar/perkecil objek anatomi	Berhasil
9	Fitur <i>swipe</i> pada fitur anatomi	Memutar objek anatomi secara horizontal	Berhasil
10	Tombol lapisan organ pada fitur anatomi	Masuk ke tampilan lapisan objek organ	Berhasil
11	Tombol pada menu sirkulasi	Menampilkan animasi proses alur sirkulasi	Berhasil
12	Tombol next previous pada fitur sirkulasi	Menampilkan animasi proses sirkulasi dan materi sebelum dan sesudah.	Berhasil
13	Tombol alur peredaran darah menu animasi	Menampilkan nama bagian organ dari proses alur sirkulasi	Berhasil
14	Tombol kamus	Menampilkan kamus dari materi	Berhasil
15	Tombol jawaban kuis	Menampilkan <i>pop-up feedback</i> benar salah	Berhasil
16	Skor nilai	Nilai skor bertambah bila jawaban kuis benar	Berhasil
	Tombol ulangi soal	Menampilkan kembali soal dan jawaban kuis	Berhasil

### 5) Pengujian (*Testing*)

Merupakan langkah pertama yang dilakukan untuk menentukan tujuan aplikasi yang akan dibuat, menentukan konsep dan materi pembelajaran pada Setelah pembuatan aplikasi selesai dilakukan pengujian untuk mengecek aplikasi dan memperbaiki kesalahan atau *error* setelah pengecekan sampai aplikasi sesuai dengan yang diinginkan.

### 6) Distribusi (*Distribution*)

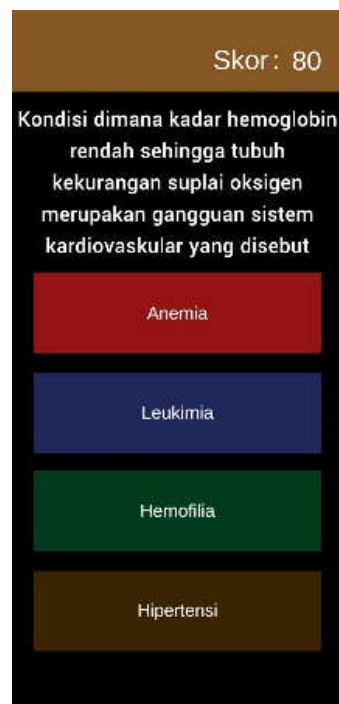
Merupakan tahapan distribusi dari aplikasi. Aplikasi yang dibuat akan disebar untuk dipakai oleh pengguna.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1) Konsep (*Concept*)

Tahapan Konsep dilakukan untuk menentukan tujuan pembuatan aplikasi, menentukan target pengguna serta menentukan konsep aplikasi yang akan dirancang

- Aplikasi dibuat untuk membantu pelajar SMA dalam pembelajaran materi sistem kardiovaskular menjadi menarik dan mudah dipahami.
- Aplikasi yang dibuat dapat digunakan dalam sistem operasi Android dan bersifat *offline*.
- Dalam aplikasi terdapat fitur utama yaitu fitur anatomi sirkulasi, fitur materi dan fitur kuis.



Gambar 22. Tampilan fitur kuis

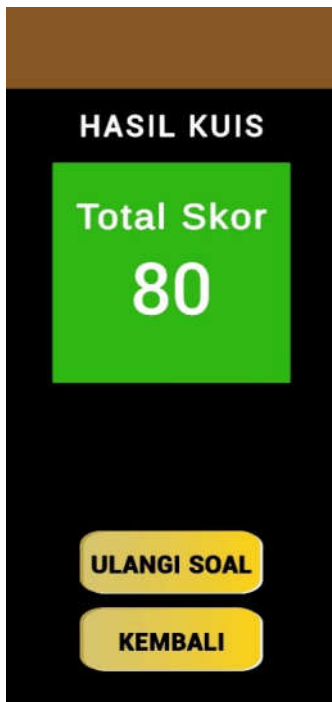
- Fitur anatomi merupakan fitur yang menyediakan objek 3 dimensi interaktif dari organ sistem kardiovaskular dan fitur sirkulasi merupakan fitur yang menyediakan animasi 2 dimensi alur proses peredaran darah dalam tubuh manusia.
- Fitur materi merupakan fitur yang menyediakan konten materi sistem kardiovaskular berupa teks dan gambar. Didalam fitur materi terdapat fitur kamus berisi kata yang jarang dipahami dalam konten materi beserta penjelasannya.
- Fitur kuis merupakan fitur untuk menguji pemahaman pengguna mengenai materi sistem kardiovaskular. Soal yang dibuat berdasarkan konten materi dari fitur anatomi sirkulasi dan fitur materi.

### 2) Perancangan (*Design*)

Tahapan ini dilakukan perancangan spesifikasi kebutuhan dan tampilan aplikasi yang akan dibuat. Tahapan perancangan meliputi pembuatan *use case diagram*, *activity diagram*, *layout*, perancangan warna dan font serta gaya interaksi.

Dalam pembuatan *use case diagram* pengguna dapat melihat menu utama dan memilih menu fitur yang tersedia. Pengguna memilih menu anatomi sirkulasi untuk melihat objek anatomi dan melihat animasi sirkulasi, pengguna memilih menu materi untuk melihat materi dan kamus, pengguna memilih menu kuis untuk mengerjakan kuis dan melihat hasil kuis (lihat gambar 2). Pada *activity diagram* menu anatomi pengguna dapat melihat objek 3D anatomi saat pengguna masuk menu utama dan memilih menu anatomi sirkulasi serta memilih menu anatomi, sistem menampilkan menu anatomi agar





Gambar 23. Tampilan hasil kuis

pengguna dapat memilih organ dan system menampilkan anatomi organ (lihat gambar 3). Pada *activity diagram* menu sirkulasi pengguna dapat melihat animasi sirkulasi saat pengguna masuk menu utama dan memilih menu anatomi sirkulasi serta memilih menu sirkulasi, sistem menampilkan menu sirkulasi sehingga pengguna dapat memilih sirkulasi dan sistem menampilkan animasi sirkulasi (lihat gambar 4).

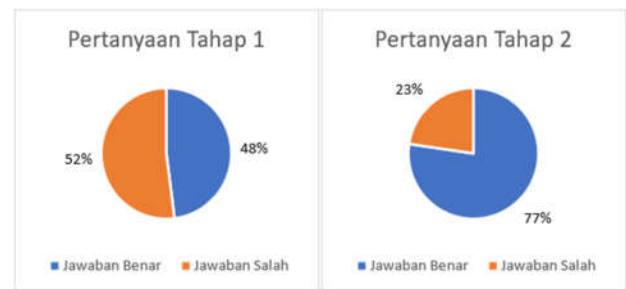
Pada *activity diagram* menu materi pengguna dapat melihat materi saat pengguna masuk menu utama dan memilih menu materi, sistem menampilkan menu materi sehingga pengguna dapat memilih topik materi yang ingin dipelajari dan sistem menampilkan materi (lihat gambar 5). Pada *activity diagram* menu kuis pengguna dapat mengerjakan kuis saat pengguna masuk menu utama dan memilih menu kuis, sistem menampilkan info kuis sehingga pengguna dapat memilih tombol mulai kuis dan sistem menampilkan soal dan jawaban kuis. Pengguna dapat mengerjakan kuis dan sistem menampilkan hasil kuis (lihat gambar 6).

Dalam pembuatan *layout* akan dirancang tampilan dari aplikasi yang dibuat. Pembuatan *layout* dilakukan untuk mengatur tata letak dari antarmuka grafis aplikasi seperti ukuran dan posisi tombol beserta posisi area materi.

Dalam perancangan aplikasi menggunakan gaya interaksi menu, pertanyaan/jawaban, WIMP, *point and click* dan antarmuka 3 dimensi.

### 3) Pengumpulan Bahan (*Material Collecting*)

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan bahan yang dibutuhkan aplikasi. Tahapan ini dilakukan dengan mengambil referensi materi dari buku dan pengumpulan aset yang dibuat sendiri maupun dari internet (lihat tabel I dan II).



Gambar 24. Grafik persentase jawaban *pre-test* dan *post-test*

### 4) Pembuatan (*Assembly*)

#### a. Pembuatan Material 3 Dimensi

Material 3 dimensi yang dibuat berupa objek organ yang dipakai sebagai objek 3 dimensi pada fitur anatomi seperti organ jantung, pembuluh arteri dan pembuluh vena beserta lapisan organ tersebut. Dalam pembuatan objek 3 dimensi menggunakan aplikasi Blender (lihat gambar 7).

Dalam pembuatan objek 3 dimensi dimulai dari memasukan gambar referensi untuk membantu proses pemodelan. Kemudian dilakukan *modelling* sesuai gambar referensi dan diberi material warna dan tekstur untuk objek jantung. Setelah itu *export* file dalam format fbx (lihat gambar 8) untuk dimasukan kedalam aplikasi Unity.

#### b. Pembuatan Aplikasi

Dalam pembuatan aplikasi pembelajaran interaktif sistem kardiovaskular menggunakan aplikasi Unity. Semua material 2D dan 3D yang telah dibuat dimasukan kedalam folder aset dan dibuat aplikasi. Dalam aplikasi terdapat 4 *scene* yang dibuat seperti menu utama (lihat gambar 9), *scene* anatomi sirkulasi (lihat gambar 10), *scene* materi (lihat gambar 11) dan *scene* kuis (lihat gambar 12).

Untuk pembuatan *scene* menu utama dibuat tampilan antarmuka seperti *background*, logo dan tombol. Setelah itu dimasukan *function* "play" dari *script* "gameManagement" pada masing-masing *inspector* tombol fitur untuk berpindah *scene*.

Untuk pembuatan *scene* anatomi sirkulasi yaitu pembuatan *game object* panel dan tampilan yang ada pada halaman panel tersebut kemudian kelola panel menggunakan "scriptPanel" yang dimasukan pada tombol untuk berpindah tampilan panel. Pada panel anatomi dilakukan *import* objek 3 dimensi, memasukan komponen *script* untuk memutar objek, memasukan *slider*, memasukan tombol arah dan membuat tab anatomi (lihat gambar 13). Pada panel sirkulasi dilakukan pembuatan panel proses sirkulasi, pembuatan animasi sirkulasi (lihat gambar 14) serta membuat tombol *next* dan *previous*.

Untuk pembuatan *scene* materi yaitu pembuatan *game object* panel dan tampilan yang ada pada halaman panel tersebut kemudian kelola panel menggunakan "scriptPanel" yang dimasukan pada tombol untuk berpindah tampilan panel. Kemudian

pada panel materi ditampilkan materi dan gambar. Untuk tampilan materi yang melebihi area layar menggunakan komponen *scroll rect* pada *inspector game object* area konten materi.

Untuk pembuatan *scene* kuis yaitu pembuatan *game object* panel dan tampilan yang ada pada halaman panel tersebut kemudian kelola panel menggunakan "scriptPanel" yang dimasukan pada tombol untuk berpindah tampilan panel. Pada panel kuis terdapat panel feedback kuis berisi animasi *feedback* kuis benar maupun salah. Kemudian masukan *script* "Jawab" di *inspector* nomor soal kuis. Setiap tombol jawaban ditambahkan *event on click* dengan memasukan *function* "jawaban" dari *script* "Jawab" dan tombol jawaban yang benar diberi centang aktif pada *event on click*. Kemudian dibuat *script* "Skor" lalu dimasukan pada *inspector game object* label skor.

Setelah semua *scene* berhasil dibuat kemudian disimpan dan *build* menjadi aplikasi seperti pada gambar 15. Masukan semua *scene* dengan mengeklik tombol *add new scene* pada *build setting* dari masing-masing *scene* dan pastikan *scene* "0menu\_utama" berada di bagian paling atas. Pada *build setting* di menu platform pilih Android. Selanjutnya klik tombol *player setting* dan masukan atribut detail seperti nama produk aplikasi, ikon aplikasi dan *splash screen* aplikasi. Setelah semua selesai klik *build* pada *build setting* dan tunggu sampai proses *build* selesai.

Pada gambar 16 merupakan hasil tampilan menu utama yang terdiri dari tombol fitur serta tombol info aplikasi dan tombol keluar aplikasi. Pada gambar 17 merupakan hasil tampilan info aplikasi yang menampilkan *pop-up* berisi informasi tentang aplikasi. Pada gambar 18 merupakan hasil tampilan fitur anatomi yang menampilkan objek 3 dimensi anatomi organ. Pada gambar 19 merupakan hasil tampilan fitur sirkulasi yang menampilkan animasi 2 dimensi dan materi proses sirkulasi peredaran darah. Pada gambar 20 merupakan hasil tampilan fitur materi yang menampilkan teks dan gambar materi dari sub-materi yang ingin dipelajari. Pada gambar 21 merupakan hasil tampilan kamus yang menampilkan kata-kata yang sulit dipahami dalam materi beserta

pengertiannya. Pada gambar 22 merupakan hasil tampilan fitur kuis yang menampilkan soal dan jawaban serta jumlah skor yang dimiliki.

5) Pengujian (Testing)

a. Alpha Testing

Alpha Testing dilakukan untuk menguji kesalahan dan memperbaiki *error* yang terjadi agar pengguna tidak mengalami masalah atau gangguan pada saat pemakaian aplikasi (lihat tabel III). Dalam proses *alpha testing*.

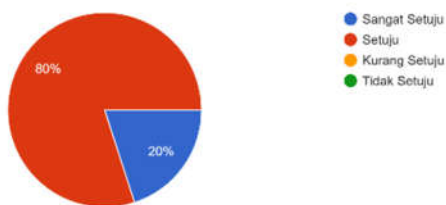
b. Beta Testing

Pada *beta testing* dilakukan dengan 2 tahap, yaitu validasi konten oleh guru biologi di sekolah dan pengujian aplikasi oleh siswa. Pada penelitian ini, *beta testing* dilakukan di 2 sekolah yang berbeda yaitu SMA Kristen Irene Manado dan SMA Negeri 01 Modinding.

Sebelum melakukan validasi konten guru mencoba menggunakan aplikasi dan memberi masukan tampilan media dan materi pada aplikasi untuk diperbaiki. Hasil validasi konten oleh guru Biologi SMA Kristen Irene Manado menyatakan bahwa aplikasi layak untuk digunakan penelitian dan hasil validasi konten guru Biologi SMA Negeri 01 Modinding menyatakan apikasi layak untuk digunakan penelitian dengan perbaikan tambahan yaitu menambah fitur anatomi dari struktur/lapisan organ sistem kardiovaskular.

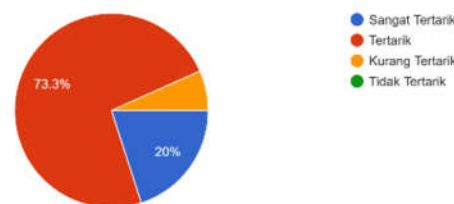
Pengujian aplikasi dilakukan kepada 15 siswa SMA Kristen Irene Manado dan 15 siswa kelas XI IPA SMA Negeri 01 Modinding. Pengujian aplikasi dilaksanakan dalam beberapa tahapan. Tahapan yang pertama dimulai dari siswa mengerjakan *pre-test* untuk menguji pemahaman materi sistem kardiovaskular kepada siswa sebelum menggunakan aplikasi pembelajaran, tahapan kedua siswa menggunakan aplikasi pembelajaran interaktif sistem kardiovaskular, tahapan terakhir siswa mengerjakan *post-test* untuk menguji pemahaman materi sistem kardiovaskular kepada siswa setelah menggunakan aplikasi pembelajaran dan mengisi kuesioner aplikasi untuk mengetahui pengalaman pengguna saat menggunakan aplikasi. Soal *pre-test* dan *post-test* terdiri dari 10 butir soal dengan opsi *multiple choice* (pilihan ganda) dengan soal yang sama.

Aplikasi membantu meningkatkan pemahaman materi. 30 responses



Gambar 25. Persentase jawaban kuesioner aplikasi pertanyaan 1

Saya tertarik belajar menggunakan aplikasi ini. 30 responses



Gambar 26. Persentase jawaban kuesioner aplikasi pertanyaan 2

TABEL IV  
JENIS INTERAKSI

No	Input	Output Hasil
1	Klik Tombol Menu Utama	Memunculkan tampilan fitur yang dipilih pada menu utama
2	Klik bagian objek organ fitur anatomi	Menampilkan <i>highlight</i> beserta nama bagian organ
3	<i>Scroll</i> pada <i>slider zoom</i> fitur anatomi	Memperbesar perkecil tampilan organ
4	<i>Swipe horizontal</i> pada layar di fitur anatomi	Memutar organ secara horizontal
5	<i>Touch and hold</i> tombol arah pada fitur anatomi	Menggerakkan objek terus menerus sesuai tombol arah yang ditekan sampai tombol arah berhenti ditekan
6	Tombol bagian objek pada fitur anatomi	Menampilkan nama bagian objek anatomi
7	Klik tombol <i>next</i> dan <i>previous</i> fitur sirkulasi	Menampilkan animasi dan materi proses sirkulasi sebelum atau selanjutnya
8	<i>Scroll vertikal</i> pada layar fitur materi	Menampilkan materi yang tersembunyi dibagian bawah atau atas
9	Klik opsi jawaban fitur kuis	Menampilkan <i>pop-up feedback</i> benar salah dan menampilkan soal lainnya

Setelah dilakukan pengujian kepada siswa, terdapat hasil nilai *pre-test* dan *post-test* dari 30 siswa untuk melihat perbandingan tingkat pemahaman siswa mengenai materi sistem kardiovaskular sebelum menggunakan aplikasi pembelajaran dan setelah aplikasi pembelajaran. Pada gambar 24 merupakan grafik perbandingan persentase jawaban tahap 1 (*pre-test*) dan tahap 2 (*post-test*). Selain hasil *pre-test* dan *post-test* terdapat hasil kuesioner aplikasi yang telah diisi oleh siswa untuk melihat pengalaman dan penilaian siswa terhadap aplikasi.

Pada jawaban tahapan *pre-test* terlihat bahwa persentase siswa menjawab dengan benar sebesar 52% sedangkan persentase siswa menjawab salah sebesar 48%. Sedangkan tahapan *post-test* terlihat bahwa persentase siswa menjawab benar sebesar 77% sedangkan persentase siswa menjawab salah sebesar 23%. Sehingga terjadi peningkatan sebanyak 29% siswa menjawab dengan benar dari nilai *pre-test* sebelum menggunakan aplikasi dan nilai *post-test* setelah siswa menggunakan aplikasi.

Dari hasil kuesioner aplikasi yang telah diisi oleh 30 siswa, Pada gambar 25 terdapat 80% siswa sangat setuju dan 20% siswa setuju bahwa aplikasi membantu meningkatkan pemahaman materi sistem kardiovaskular. Pada gambar 26 terdapat 20% siswa sangat tertarik menggunakan aplikasi, 73,3% siswa tertarik menggunakan aplikasi, dan sisa 6,7% siswa kurang tertarik menggunakan aplikasi.

#### 6) Distribusi (*Distribution*)

Tahapan distribusi dilakukan untuk memberikan aplikasi kepada pengguna agar dapat dipakai dan mempermudah pengguna mempelajari sistem kardiovaskular. Aplikasi dapat diunduh dari tautan akses berikut <https://drive.google.com/file/d/1MUE0qO-0aQmJ8Q1xVG0iQEtotLL7XPCJ/view?usp=sharing>

#### 7) Interaksi

Pada aplikasi yang dibuat terdapat interaksi yang dapat

dilakukan pengguna dan aplikasi akan menampilkan *output* hasil dari masukan oleh pengguna. Jenis-jenis interaksi yang dipakai dalam aplikasi yaitu *click button* pada menu utama, klik bagian objek organ pada fitur anatomi, *scroll* pada *slider zoom* di fitur anatomi, *swipe horizontal* pada layar di fitur anatomi, *touch and hold* tombol arah pada fitur anatomi, *click* tombol *next* dan *previous* pada fitur sirkulasi, *scroll* vertikal pada layar di fitur materi dan klik opsi jawaban pada fitur kuis (lihat tabel IV).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh bahwa aplikasi pembelajaran interaktif sistem kardiovaskular telah berhasil dibuat menggunakan metode pengembangan aplikasi Multimedia Development Life Cycle. Berdasarkan validasi konten aplikasi oleh guru Biologi SMA Irene Manado dan SMA Negeri 01 Modinding, aplikasi dinyatakan layak digunakan untuk penelitian dengan perbaikan yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian kepada siswa, terdapat peningkatan jawaban benar sebanyak 29% dari nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test*. Berdasarkan kuesioner yang diisi siswa, 80% siswa sangat setuju dan 20% siswa setuju bahwa aplikasi membantu meningkatkan pemahaman materi sistem kardiovaskular. Sebanyak 20% siswa sangat tertarik menggunakan aplikasi, 73,3% siswa tertarik menggunakan aplikasi, dan sisa 6,7% siswa kurang tertarik menggunakan aplikasi. Saran yang dapat dilakukan yaitu menambahkan konten dan fitur animasi interaktif sesuai materi yang dipelajari siswa SMA.

#### V. KUTIPAN

- [1] M. A. Dr. Hj. Helmiati, *Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Aswaja Pressindo, 2012. [Online]. Available: [www.aswajapressindo.co.id](http://www.aswajapressindo.co.id)
- [2] H. Cahyono, "Faktor Faktor Kesulitan Belajar Siswa MIN Janti," *Jurnal Dimensi Pendidikan dan Pembelajaran Universitas Muhammadiyah Ponorogo*, vol. 7, no. 1, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <http://journal.umpo.ac.id/index.php/dimensi/index>
- [3] A. Pabuçu and Ö. Geban, "REMEDIA TING MISCONCEPTIONS CONCERNING CHEMICAL BONDING THROUGH CONCEPTUAL CHANGE TEXT," *HU Journal of Education*, vol. 30, pp. 184–192, 2006.
- [4] C. R. Dewi, Abdullah, and Safrida, "ANALISIS MISKONSEPSI PESERTA DIDIK PADA MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH DI SMAN 5 KOTA BANDA ACEH," *Jurnal EduBio Tropika*, vol. 5, no. 1, pp. 17–20, Apr. 2017.
- [5] W. Liliawati and T. Ramlan Ramalis, "Identifikasi Miskonsepsi Materi Ipa Di Sma Dengan Menggunakan CRI (*Certainly Of Respons Index*) Dalam Upaya Perbaikan Urutan Pemberian Materi Ipa Pada Ktsp," *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*, pp. 159–168, May 2009.
- [6] R. W. Pike, *Creative training techniques handbook : tips, tactics, and how-to's for delivering effective training*, Third Edition. Amherst: HRD Press, 2003.
- [7] S. Safrida, R. Dewi, and A. Abdullah, "Pengunaan Modul Dan Media Animasi Dalam Mengurangi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Sistem Peredaran Darah Di Sman 5 Kota Banda Aceh," *Jurnal Pencerahan*, vol. 11, no. 1, pp. 39–45, 2017, doi: 10.13170/jp.11.1.8115.
- [8] D. Porsche, V. Tulenan, and B. A. Sugiarno, "Aplikasi Pembelajaran Interaktif Sistem Peredaran Darah Manusia Untuk Kelas 5 Sekolah Dasar," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 14, no. 2, pp. 173–182, 2019.
- [9] A. D. Porajow, V. Tulenan, and S. D. E. Paturusi, "Aplikasi Pembelajaran Interaktif Mata Pelajaran Tematik Untuk Siswa Kelas 6 Sekolah Dasar," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 15, no. 4, pp. 315–324, 2020.

- [10] G. Laksono, S. Sentinuwo, and M. D. Putro, "Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Makhraj Huruf Al-Qur'an Untuk Anak-anak," *Jurnal Teknik Informatika Unsrat*, vol. 9, no. 1, 2016, doi: 10.35793/jti.9.1.2016.14928.
- [11] M. P. Ambat, S. R. Sentinuwo, and B. A. Sugiarto, "Aplikasi Pengenalan Alkitab Interaktif Untuk Anak Sekolah Minggu," *E-Journal Teknik Informatika*, vol. 11, no. 1, 2017.
- [12] B. Indahsari, B. A. Sugiarto, and D. F. Sengkey, "Augmented Reality Interactive Card sebagai Media Pembelajaran Sistem Sirkulasi untuk Siswa Kelas XI SMA," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 6, no. 4, pp. 517–526, 2021, doi: 10.35793/jti.16.4.2021.34209.
- [13] J. Rori, S. R. Sentinuwo, and S. Karouw, "PERANCANGAN APLIKASI PANDUAN BELAJAR PENGENALAN ORTODONSIA MENGGUNAKAN ANIMASI 3D," *E-Journal Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 57–51, 2016, doi: <https://doi.org/10.35793/jti.8.1.2016.12299>.
- [14] H. Harun and W. Ibrahim, "Pembangunan Perisian Multimedia Bagi Subjek Sains Sukan Tingkatan 5 Bertajuk Sistem Kardiovaskular," pp. 1–10, 2010.
- [15] N. A. Mandala, "Animasi Fungsi & Cara Kerja Mata, Pernafasan Dan Sistem Kardiovaskular Pada Organ Tubuh Manusia Secara 3D," 2020, Accessed: Oct. 28, 2022. [Online]. Available: <http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/8743>
- [16] R. Habibi and R. Karnovi, *Tutorial Membuat Aplikasi Sistem Monitoring Terhadap Job Desk Operational Human Capital (OHC)*, First Edition. Bandung: Kreatif Industri Nusantara, 2020.
- [17] A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd, and R. Beale, *Human Computer Interaction*, Third Edition. London: Pearson, 2004.
- [18] R. Chalik, *Anatomi dan Fisiologi Manusia Komprehensif*, First Edition. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2016.
- [19] D. Utami, "Animasi dalam Pembelajaran," *Majalah Ilmiah Pembelajaran*, no. 1, 2011.
- [20] F. N. Hasanah and R. S. Untari, *BUKU AJAR REKAYASA PERANGKAT LUNAK*, First Edition. UMSIDA Press, 2021. doi: <https://doi.org/10.21070/2020/978-623-6833-89-6>.
- [21] M. Berg, S. Duffy, B. Moakley, E. van de Kerckhove, and A. Uccello, *Unity Games by Tutorials*. Rockingham: Razeware LLC, 2017.
- [22] O. Alexander, *Tutorial Membuat Animasi 2D & 3D Menggunakan Aplikasi Blender*, First Edition. Media Sains Indonesia, 2021.
- [23] Y. Supardi, *Belajar Coding Android bagi Pemula*. Jakarta: Elex Media Komputindo, 2015.
- [24] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, Seventh Edition. New York: McGraw Hill, 2010.-



**Andre Timothy Kapugu** lahir pada tanggal 06 Juli 1999 di Kebayoran Baru, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis merupakan anak dari pasangan Evert Djohn Sonly Kapugu dan Helmi Diane Tawal. Alamat tempat tinggal penulis di Jalan Ambang, Bongkudai Utara, Kecamatan Mooat, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. Penulis menempuh Pendidikan dimulai dari Sekolah Dasar Negeri Mekarjaya 06 Depok pada tahun (2005 – 2011). Setelah itu penulis melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 04 Depok pada tahun (2011 – 2014). Dan melanjutkan Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan Grafika Desa Putera di Jakarta Selatan 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), Biro Paduan Suara Mahasiswa Fakultas Teknik Unsrat (Blue Choir), Unsrat IT Community (UNITY), dan Generasi Baru Indonesia (GenBI) Sulawesi Utara.