

APLIKASI PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS GAMIFIKASI UNTUK SISWA SMA KELAS XI

Astrida Misna Tianti¹, Anang Kukuh Adisusilo², Agustina Widyawati³

¹Informatika, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, astridamisnatianti014@gmail.com

²Informatika, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, anang65@uwks.ac.id

³Ilmu Komunikasi, Universitas Sunan Gresik, agustina.w@lecturer.usg.ac.id

*)Korespondensi: anang65@uwks.ac.id

Abstrak

Pembelajaran Biologi di tingkat SMA pada materi sistem pencernaan manusia masih banyak menggunakan metode penyampaian konvensional yang cenderung kurang interaktif. Hal ini membuat siswa cepat bosan dan kurang termotivasi dalam memahami konsep pembelajaran sistem pencernaan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi pembelajaran berbasis gamifikasi yang mengintegrasikan elemen permainan seperti poin, level, badge, *leaderboard*, progress bar, serta kuis interaktif sebagai media alternatif. Pengembangan aplikasi ini menggunakan metode tahapan perancangan konsep, pembuatan desain dan aset, implementasi aplikasi menggunakan *Unity* dan pengujian fungsionalitas menggunakan Black-box Testing. Dalam proses membangun aplikasi ini *Unity* digunakan sebagai game engine utama dengan Firebase sebagai layanan back-end untuk autentikasi pengguna, penyimpanan data, dan pengelolaan progres pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil dibangun dengan fitur materi organ pencernaan berbentuk objek 3D, kuis interaktif, sistem level, dashboard guru, dan *leaderboard*. Berdasarkan hasil pengujian Black-box Testing terhadap 21 skenario pengujian diperoleh tingkat keberhasilan sebesar 99%, yang menunjukkan bahwa fitur-fitur aplikasi dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang sehingga memenuhi kebutuhan fungsional pengguna. Aplikasi juga diujicobakan kepada 20 remaja setara siswa SMA kelas XI. Hasil uji coba menunjukkan bahwa penerapan gamifikasi dan visualisasi objek 3D membantu meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan pengguna, serta kemudahan dalam memahami materi sistem pencernaan manusia. Penerapan elemen gamifikasi berupa sistem level, skor dan poin, badge, *leaderboard*, progress pembelajaran, *reward*, serta evaluasi akhir berhasil diimplementasikan ke dalam aplikasi pembelajaran Sistem Pencernaan Manusia berbasis Android.

Kata Kunci: Gamifikasi, *Unity*, Sistem Pencernaan Manusia, Siswa SMA.

Abstract

Biology learning at the senior high school level, particularly on the topic of the human digestive system, is still predominantly conducted using conventional teaching methods that tend to be less interactive. As a result, students often become easily bored and lack motivation to understand the concepts of the human digestive system. This study aims to develop a gamification-based learning application that integrates game elements such as points, levels, badges, *leaderboards*, progress bars, and interactive quizzes as an alternative learning medium. The application was developed through the stages of concept design, interface and asset creation, application implementation using *Unity*, and functional testing using the Black-box Testing method. *Unity* was utilized as the primary game engine, while Firebase served as the back-end platform for user authentication, data storage, and learning progress management. The results show that the application was successfully developed with features including 3D models of the digestive organs, interactive quizzes, a level system, a teacher dashboard, and a *leaderboard*. Based on Black-box Testing conducted on 21 test scenarios, the application achieved a success rate of 99%, indicating that all features functioned according to the specified functional requirements. Furthermore, the application was evaluated by 20 adolescents equivalent to eleventh-grade senior high school students. The evaluation results indicate that the implementation of gamification elements and 3D object visualization enhanced students' learning motivation, user engagement, and understanding of the human digestive system. In addition, gamification features, including levels, points and scores, badges, *leaderboards*, learning progress tracking, rewards, and final evaluations, were successfully implemented in the Android-based Human Digestive System learning application.

Keywords: Gamification, *Unity*, Human Digestive System Learning, Senior High School Students.

I. PENDAHULUAN

Biologi merupakan ilmu yang terus berkembang seiring dengan pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan tersebut menuntut dunia pendidikan untuk terus meningkatkan mutu

pembelajaran agar mampu menghasilkan peserta didik yang memiliki pemahaman konsep yang baik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi informasi. Guru dituntut mampu menganalisis



kebutuhan, merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan media pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan teknologi sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan menarik [1].

Pada pembelajaran Biologi, khususnya materi sistem pencernaan manusia yang bisa dilihat pada gambar 1, proses pembelajaran masih banyak menggunakan metode penyampaian konvensional yang cenderung berpusat pada guru. Kondisi tersebut menyebabkan siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran mudah merasa bosan dan mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak. Oleh karena itu diperlukan media pembelajaran yang mampu menyajikan materi secara lebih interaktif sehingga dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari. Pemanfaatan aplikasi pembelajaran berbasis Android menjadi salah satu alternatif karena dapat digunakan secara fleksibel serta mampu mengintegrasikan berbagai media seperti teks, gambar, animasi, maupun evaluasi pembelajaran [2].



Gambar 1. Organ Sistem Pencernaan Manusia

Pembelajaran yang inovatif dan menarik menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan minat belajar siswa. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan adalah gamifikasi, yaitu penerapan konsep dan mekanisme permainan ke dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan hasil belajar peserta didik [3]. Gamifikasi memanfaatkan berbagai elemen permainan, seperti poin, level, tantangan, penghargaan (*reward*), *badge*, dan *leaderboard* sehingga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif [4].

Perkembangan teknologi digital tidak hanya mengubah cara penyampaian informasi, tetapi juga menuntut media pembelajaran mampu menciptakan komunikasi yang lebih interaktif antara guru dan peserta didik. Penguatan literasi media menjadi aspek penting dalam pembelajaran abad ke-21 karena peserta didik dituntut tidak hanya sebagai penerima informasi, tetapi juga mampu berpartisipasi aktif dalam proses belajar [5]. Berdasarkan kondisi tersebut, penerapan gamifikasi pada media pembelajaran menjadi salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan interaktivitas,

keterlibatan, dan motivasi belajar siswa melalui penyajian materi yang lebih menarik dan menantang.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan gamifikasi memberikan dampak positif terhadap pembelajaran Biologi. Penelitian Ramli dan Nurhidayah [6] menunjukkan bahwa strategi gamifikasi pada materi sistem ekskresi mampu meningkatkan motivasi, partisipasi, dan hasil belajar siswa melalui penerapan elemen poin, *reward*, *feedback*, dan *level*. Selain itu penelitian Febryana dan Zubaidah [7] membuktikan bahwa penggunaan media asesmen berbasis gamifikasi seperti *Quizizz*, *Kahoot!*, dan *Wordwall* mampu meningkatkan motivasi belajar Biologi siswa. Menurut Sari [8] mengembangkan aplikasi mobile learning berbasis *Unity* pada mata pelajaran Biologi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi layak digunakan sebagai media pembelajaran dan memperoleh tingkat kelayakan sangat baik berdasarkan penilaian ahli media, ahli materi, serta respon siswa. Penelitian Pratama dkk, meneliti penerapan gamifikasi dalam pembelajaran berbasis mobile learning [9]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan elemen gamifikasi seperti *leaderboard*, *achievement*, *reward*, dan progress pembelajaran mampu meningkatkan motivasi intrinsik siswa serta mendorong siswa untuk menyelesaikan seluruh materi pembelajaran. Penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada penerapan gamifikasi dalam proses pembelajaran maupun asesmen dan belum mengintegrasikan penyajian materi, visualisasi objek tiga dimensi (3D), sistem progres pembelajaran, *dashboard* guru, serta evaluasi hasil belajar ke dalam satu aplikasi pembelajaran berbasis Android.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun aplikasi pembelajaran Biologi berbasis Android pada materi sistem pencernaan manusia dengan mengintegrasikan berbagai elemen gamifikasi, seperti level, poin, *badge*, *leaderboard*, *progress bar*, *reward*, dan kuis interaktif. Materi disajikan secara interaktif melalui teks, gambar, animasi, serta objek 3D organ pencernaan untuk mempermudah siswa memahami konsep yang dipelajari. Aplikasi dilengkapi dengan *dashboard* guru untuk memantau perkembangan belajar siswa. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan proses pembelajaran Biologi tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga mampu meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengalaman belajar siswa melalui pendekatan gamifikasi.

1. Gamifikasi

Gamification merupakan pendekatan pembelajaran menggunakan elemen-elemen di dalam *game* atau video *game* dengan tujuan memotivasi para mahasiswa dalam proses pembelajaran dan memaksimalkan perasaan enjoy dan engagement terhadap proses pembelajaran [10]. Dengan memanfaatkan elemen-elemen permainan, seperti poin, *level*, tantangan, dan hadiah, gamifikasi bertujuan untuk meningkatkan

keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Pendekatan ini didasarkan pada pemikiran bahwa permainan dapat memicu emosi positif, seperti kegembiraan, keterlibatan, dan pencapaian, yang dapat meningkatkan motivasi intrinsik peserta didik [11].

2. Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak serta menyediakan lingkungan bagi pengembang dalam membangun berbagai aplikasi *mobile Android* tidak membedakan antara aplikasi inti dengan aplikasi pihak ketiga. *Application Programming Interface (API)* yang disediakan menawarkan akses ke *hardware*, maupun data data ponsel sekalipun, atau data sistem sendiri. *Android* merupakan sebuah sistem operasi perangkat *mobile* berbasis *linux* yang mencakup sistem operasi, *middleware*, dan aplikasi [12].

3. Unity

Unity merupakan *platform* pengembangan aplikasi interaktif yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan game dua dimensi maupun tiga dimensi karena menyediakan berbagai fitur yang terintegrasi.. *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 [13]. *Unity* juga menawarkan pustaka aset yang luas, mencakup elemen visual, audio, dan animasi, yang dapat dimanfaatkan untuk mempercepat proses pengembangan. Dengan komunitas global yang besar serta dokumentasi lengkap, *Unity* memberikan dukungan yang kuat bagi pengembang pemula maupun profesional [14].

Dalam penelitian [14] *game* edukasi "TANARA" dikembangkan menggunakan *Unity* untuk memperkenalkan budaya nusantara kepada siswa. Dengan memanfaatkan *storytelling* interaktif dan kuis sebagai elemen pembelajaran, *game* ini mencapai tingkat kelayakan yang sangat tinggi, yaitu 93% untuk validitas dan 94% untuk praktikalitas.

4. C#

C# (dibaca "See-Sharp") merupakan bahasa pemrograman baru yang diciptakan oleh *Microsoft* (dikembangkan dibawah kepemimpinan Anders Hejlsberg yang notabene juga telah menciptakan berbagai macam bahasa pemrograman termasuk *Borland Turbo C++* dan *Borland Delphi*). Bahasa C# juga telah di standarisasi secara internasional oleh *ECMA*. Seperti halnya bahasa pemrograman yang lain, C# bisa digunakan untuk membangun berbagai macam jenis aplikasi, seperti aplikasi berbasis *windows* (desktop) dan aplikasi berbasis web serta aplikasi berbasis *web services* [15].

5. Flowchart

Flowchart atau diagram alir merupakan suatu jenis diagram yang merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi yang berurutan dalam

sistem. Seorang analis sistem menggunakan *Flowchart* sebagai bukti dokumentasi untuk menjelaskan gambaran logis sebuah sistem yang akan dibangun kepada *programmer*. *Flowchart* dapat membantu untuk memberikan solusi terhadap masalah yang bisa saja terjadi dalam membangun sistem. *Flowchart* digambarkan dengan menggunakan simbol-simbol. Setiap simbol mewakili suatu proses tertentu. Sedangkan untuk menghubungkan satu proses ke proses selanjutnya digambarkan dengan menggunakan garis penghubung [16].

6. Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan salah satu jenis diagram dalam *UML* yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor (pengguna) dan fungsi-fungsi utama sistem (*use case*). Diagram ini bersifat statik karena menampilkan gambaran umum perilaku sistem tanpa menunjukkan alur proses secara detail. *Use Case Diagram* berfungsi untuk menjelaskan apa saja yang dapat dilakukan sistem dari sudut pandang pengguna, bukan bagaimana sistem tersebut bekerja secara internal.

Diagram ini memiliki dua fungsi utama yaitu mendefinisikan fitur atau layanan yang harus disediakan oleh sistem agar sesuai dengan kebutuhan pengguna, dan menggambarkan perilaku sistem dari sudut pandang user. *Use Case Diagram* membantu pengembang memahami kebutuhan pengguna serta menjadi dasar dalam perancangan sistem yang lebih rinci.

Dalam penelitian ini aplikasi pembelajaran berbasis gamifikasi, aktor dapat berupa siswa dan guru, sedangkan *use case*-nya meliputi aktivitas seperti login, mengerjakan kuis, mengambil hadiah/*reward*, melihat skor, dan mengelola materi pembelajaran [17].

7. Activity Diagram

Activity Diagram merupakan diagram dalam *UML* yang digunakan untuk menggambarkan alur kerja (*workflow*) atau urutan aktivitas dalam suatu sistem informasi. Diagram ini menampilkan prosedur logika dan proses bisnis yang terjadi di dalam sistem mulai dari awal hingga akhir suatu aktivitas. *Activity Diagram* bermanfaat untuk memperjelas hubungan antara satu aktivitas dengan aktivitas lainnya, termasuk kondisi percabangan (*decision*), pengulangan (*loop*), serta proses paralel yang dapat terjadi secara bersamaan. Diagram ini membantu dalam menganalisis dan merancang sistem agar alur kerjanya efisien dan sesuai dengan kebutuhan pengguna [17].

8. Class Diagram

Class diagram adalah merupakan hubungan antar kelas dan penjelasan detail tiap-tiap kelas di dalam model desain dari suatu sistem, juga memperlihatkan aturan- aturan dan tanggung jawab entitas yang menentukan perilaku sistem. Jadi dapat dikatakan bahwa *Class Diagram* adalah *visual* dari struktur



sistem program pada jenis-jenis yang di bentuk. *Class Diagram* merupakan alur jalannya sebuah *database* pada *system* yang akan dibangun atau dibuat. *Class diagram* juga disebut kumpulan dari beberapa *class* dan relasinya. *Class* identik dengan *entity* yang direpresentasikan dalam bentuk persegi dimana pada bagian atas ditulis nama *class*, kemudian ke bawah ditulis *attribute* yang terdapat pada *class*, kemudian ke bawah lagi ditulis metode yang ada pada *class*.

Sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. Selama proses analisis, *class diagram* memperlihatkan aturan-aturan dan tanggung jawab entitas yang menentukan perilaku sistem. Selama tahap desain, *class diagram* berperan dalam menangkap struktur dari semua kelas yang membentuk arsitektur yang dibuat dapat membantu kita dalam visualisasi struktur kelaskelas dari suatu sistem dan merupakan tipe diagram yang paling banyak dipakai. *Class Diagram* memperlihatkan hubungan antar kelas [18].

9. Sequence Diagram

Sequence Diagram merupakan salah satu diagram dalam *Unified Modeling Language (UML)* yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antar objek dalam pengembangan sistem berorientasi objek. *Sequence diagram* merupakan alat (*tool*) yang sangat populer dalam pengembangan sistem informasi berbasis *object-oriented* untuk menampilkan interaksi antar objek. Selain digunakan untuk memodelkan interaksi objek, *sequence diagram* juga dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam perancangan antarmuka pengguna (*user interface*), sehingga memudahkan pengembang dalam mengidentifikasi aktivitas yang melibatkan sistem informasi dan merancang interaksi antara pengguna dengan sistem secara terstruktur [19].

10. Database

Basis data adalah sekumpulan informasi yang disusun secara terstruktur sehingga dapat disimpan, diakses, dan dikelola secara efisien menggunakan sistem manajemen basis data. Keberadaan *database* memungkinkan penyimpanan, pencarian, pengelolaan, dan pengambilan data dilakukan secara efisien, sekaligus menjaga integritas, keamanan, dan konsistensi data sehingga mendukung pengelolaan informasi dalam jumlah besar [20].

Conceptual Data Model (CDM) merupakan model konseptual yang digunakan pada tahap awal perancangan basis data untuk menggambarkan kebutuhan data suatu sistem. *CDM* berfokus pada identifikasi entitas, atribut, serta hubungan antarentitas tanpa mempertimbangkan implementasi pada *Database Management System (DBMS)* tertentu. Model ini berfungsi sebagai representasi kebutuhan bisnis sehingga memudahkan proses analisis dan komunikasi antara pengembang sistem dengan pengguna sebelum *database* diimplementasikan [21].

Physical Data Model (PDM) merupakan pengembangan dari model konseptual yang menggambarkan implementasi basis data secara fisik pada *DBMS* tertentu. *PDM* menjelaskan struktur *database* secara rinci meliputi nama tabel, atribut, tipe data, *primary key*, *foreign key*, indeks, dan hubungan antar tabel sehingga dapat langsung digunakan sebagai acuan dalam proses implementasi *database* [22].

11. Firebase

Firebase merupakan layanan berbasis *cloud* yang dikembangkan untuk menghubungkan aplikasi mobile dengan penyimpanan data secara daring (*cloud storage*). *Firebase* menyediakan berbagai layanan *backend* yang memudahkan pengembang dalam membangun aplikasi salah satunya adalah *Firebase Realtime Database*, yang memungkinkan data disimpan dalam format *JSON* dan disinkronkan secara otomatis ke seluruh perangkat yang terhubung secara *realtime*. Dengan mekanisme tersebut setiap perubahan data dapat langsung diterima oleh aplikasi tanpa memerlukan proses penyegaran (*refresh*) secara manual [23].

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan aplikasi multimedia yang terdiri atas lima tahapan, yaitu *Concept* (Konsep), *Design* (Desain), *Material Collecting* (Pengumpulan Materi), *Assembly* (Implementasi), dan *Testing* (Pengujian), sesuai pada Gambar 2. Metode ini dipilih karena memberikan tahapan yang sistematis dalam proses pengembangan aplikasi pembelajaran, mulai dari penentuan kebutuhan hingga pengujian fungsionalitas aplikasi.



Gambar 2. Metode Penelitian

1. Tahap Concept (Konsep)

Tahapan dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna, menentukan tujuan aplikasi, sasaran pengguna yaitu siswa SMA kelas XI, serta menetapkan materi pembelajaran yang difokuskan pada sistem

pencernaan manusia. Pada tahap ini juga ditentukan penerapan konsep gamifikasi berupa sistem *level*, poin, *badge*, *leaderboard*, *progress* pembelajaran, *reward*, dan kuis interaktif sebagai elemen utama untuk meningkatkan motivasi belajar.

2. Tahap Design (Desain)

Tahap *design* meliputi perancangan struktur aplikasi, navigasi antarmuka (*user interface*), alur penggunaan aplikasi, serta perancangan sistem menggunakan *Unified Modeling Language (UML)*. Tahapan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai alur proses dan interaksi pengguna sebelum aplikasi diimplementasikan.

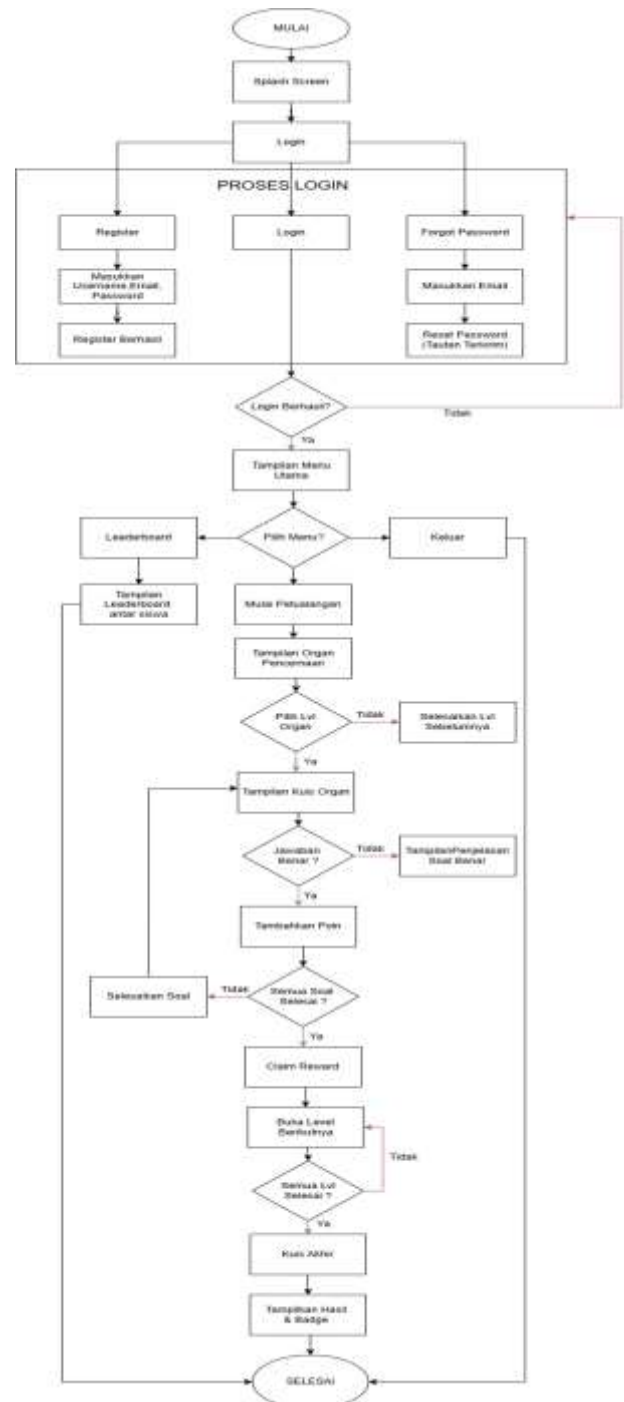
2.1 Alur Game

Gambar 3 menunjukkan alur kerja aplikasi pembelajaran sistem pencernaan manusia berbasis gamifikasi yang menerapkan mekanisme *unlock system*. Proses dimulai dari *splash screen* menuju halaman autentikasi yang menyediakan fitur *login*, *register*, dan *forgot password*. Setelah berhasil masuk, pengguna diarahkan ke menu utama yang berisi pilihan Mulai Petualangan, *Leaderboard*, dan Keluar. Pada menu Mulai Petualangan, pengguna mempelajari materi melalui level yang disusun berdasarkan urutan organ pencernaan, di mana setiap level harus diselesaikan untuk membuka level berikutnya. Setiap level dilengkapi kuis interaktif yang memberikan poin untuk jawaban benar dan *feedback* edukatif untuk jawaban salah. Setelah kuis selesai, pengguna dapat mengklaim *reward* dan memperoleh *badge* sesuai pencapaian, kemudian melanjutkan ke level berikutnya hingga seluruh materi terselesaikan. Di akhir pembelajaran, pengguna mengerjakan kuis akhir yang mencakup seluruh materi, kemudian sistem menampilkan *Final Result* berupa total skor dan kategori pencapaian, sementara fitur *Leaderboard* digunakan untuk menampilkan peringkat siswa berdasarkan total poin yang diperoleh.

2.2 Use Case Diagram

Pada Gambar 4 *Use Case Diagram* digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem serta fungsi-fungsi utama yang tersedia pada aplikasi pembelajaran Biologi berbasis gamifikasi. Pada penelitian ini terdapat dua aktor, yaitu Siswa sebagai pengguna utama dan Guru sebagai pengguna pendukung. Siswa dapat melakukan autentikasi, memulai pembelajaran, memilih level organ sesuai mekanisme *unlock system*, mengerjakan kuis, mengklaim *reward*, melihat *leaderboard*, serta memperoleh hasil akhir pembelajaran. Sementara itu, guru berperan dalam memantau aktivitas belajar siswa melalui dashboard, yang mencakup data siswa, progres pembelajaran, skor, dan peringkat pada *leaderboard*. Diagram ini menunjukkan bahwa setiap aktor memiliki

hak akses sesuai dengan perannya dalam mendukung proses pembelajaran berbasis gamifikasi.



Gambar 3. Alur Game

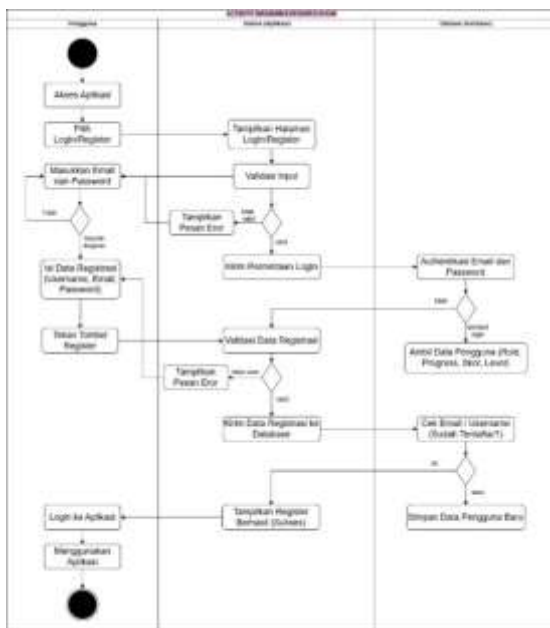
2.3 Activity Diagram

Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas pengguna dan sistem pada proses autentikasi aplikasi. Pada Gambar 5 Diagram ini menunjukkan proses login dan register yang melibatkan pengguna, sistem aplikasi, dan *database Firebase*. Proses dimulai ketika pengguna memilih menu *login* atau *register*. Pada proses login, sistem

memvalidasi email dan kata sandi, kemudian melakukan autentikasi ke *Firestore*. Jika autentikasi berhasil, sistem mengambil data pengguna seperti peran, progres, skor, dan level sebelum mengarahkan pengguna ke halaman utama. Pada proses *register*, sistem memvalidasi data pengguna dan memeriksa ketersediaan email maupun *username* pada *Firestore*. Apabila data valid dan belum terdaftar, akun baru disimpan sehingga pengguna dapat melakukan login untuk mengakses seluruh fitur aplikasi.



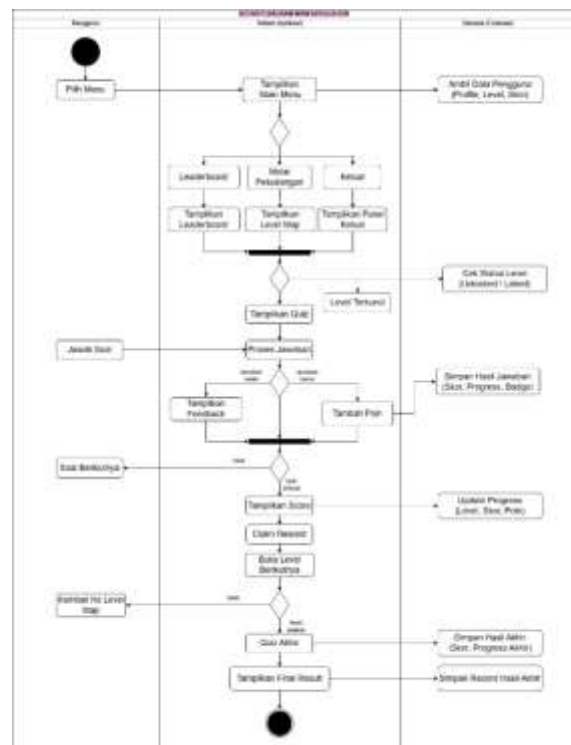
Gambar 4. Use Case Diagram



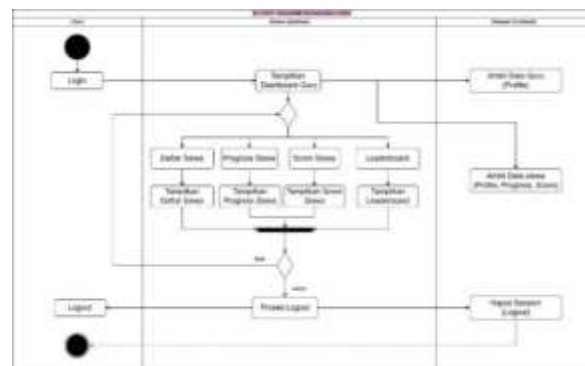
Gambar 5. Aplikasi Sistem Pencernaan (Bagian 1)

Gambar 6 menggambarkan alur interaksi pengguna dengan fitur utama aplikasi setelah berhasil masuk ke Menu Utama. Pengguna dapat memilih menu *Leaderboard*, *Mulai Petualangan*, atau *Keluar*. Pada menu *Mulai Petualangan*, pengguna memilih level organ yang tersedia, kemudian sistem memverifikasi

status level sebelum menampilkan kuis. Selama kuis berlangsung, sistem memvalidasi setiap jawaban, memberikan poin untuk jawaban benar, serta menampilkan *feedback* apabila jawaban salah. Setelah kuis selesai, sistem menyimpan skor, progres pembelajaran, dan *badge*, kemudian menampilkan halaman *Claim Reward* untuk membuka level berikutnya. Proses ini berlanjut hingga seluruh level terselesaikan, dilanjutkan dengan *Quiz Akhir* sebagai evaluasi keseluruhan. Pada akhir pembelajaran sistem menampilkan *Final Result* yang berisi total skor dan *badge* yang diperoleh, kemudian pengguna dapat kembali ke menu utama atau mengakhiri penggunaan aplikasi.



Gambar 6. Aplikasi Sistem Pencernaan (Bagian 2)



Gambar 7. Activity Diagram Dashboard Guru

Activity Diagram Dashboard Guru pada Gambar 7 menggambarkan alur interaksi guru dengan sistem dalam memantau perkembangan belajar siswa. Setelah guru berhasil melakukan *login*, sistem mengambil data profil guru serta data siswa dari *Firestore*, kemudian menampilkan *Dashboard Guru*. Guru dapat

mengakses menu Daftar Siswa, *Progress*, *Score*, dan *Leaderboard* untuk melihat informasi siswa, perkembangan pembelajaran, hasil kuis, serta peringkat berdasarkan total skor. Seluruh data ditampilkan secara dinamis dari *database Firebase*. Setelah selesai guru dapat kembali ke *dashboard* untuk mengakses menu lainnya atau melakukan *logout* untuk mengakhiri sesi penggunaan aplikasi

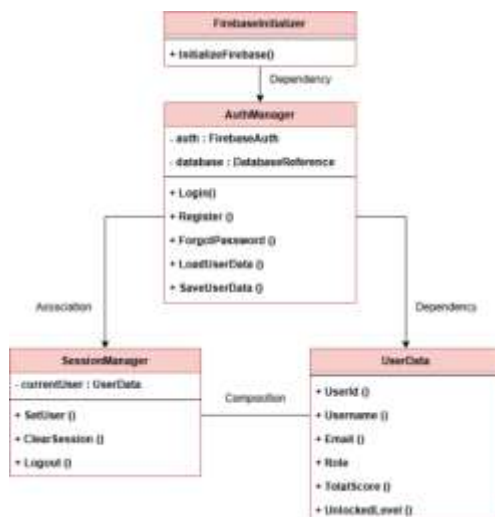
2.4 Class Diagram

2.4.1 Class Diagram Authentication

Class diagram pada sistem autentikasi digunakan untuk menggambarkan hubungan antar class yang mengelola proses login, registrasi, penyimpanan data pengguna, dan pengelolaan sesi pengguna.

Pada Gambar 8 *FirebaseInitializer* memiliki hubungan *dependency* dengan *AuthManager* karena *Firebase* harus diinisialisasi terlebih dahulu sebelum proses autentikasi dapat dijalankan. *AuthManager* merupakan *class* utama yang menangani *login*, registrasi, reset *password*, serta penyimpanan dan pengambilan data pengguna dari *Firebase*.

Class ini memiliki hubungan *association* dengan *SessionManager* untuk menyimpan data pengguna yang sedang *login*, serta *dependency* dengan *UserData* untuk mengelola informasi pengguna. *SessionManager* berfungsi mengelola sesi pengguna aktif melalui atribut *currentUser*. Hubungan antara *SessionManager* dan *UserData* adalah *composition*, karena data pengguna menjadi bagian dari sesi yang dikelola oleh *SessionManager*.



Gambar 8. Class Diagram Authentication

2.4.2 Class Diagram Level Map

Class diagram pada Gambar 9 digunakan untuk menggambarkan hubungan antar *class* dalam proses pengelolaan level dan progress pengguna. *LevelManager* merupakan *class* utama yang menangani pemuatan progress, pembaruan tampilan level, pembukaan level, dan penyimpanan progress.

Class ini memiliki hubungan *composition* dengan *LevelData* untuk mengelola informasi level, serta *association* dengan *SessionManager* untuk mengambil data pengguna yang sedang aktif. *SessionManager* memiliki hubungan *Composition* dengan *UserData* untuk membaca data progress pengguna dan dengan *Firebase Database* untuk menyimpan serta mengambil data progress dari *database*.

2.4.3 Class Diagram Feedback

Class diagram pada Gambar 10 sistem *feedback* digunakan untuk menggambarkan hubungan antar *class* yang berperan dalam proses pemberian umpan balik setelah pengguna menjawab soal *quiz*. Pada Gambar, *FeedbackManager* berfungsi sebagai *class* utama yang mengelola tampilan *feedback* dan menampilkan penjelasan jawaban kepada pengguna.

Class ini memiliki hubungan *association* dengan *QuizManager* untuk mengatur perpindahan ke soal berikutnya maupun penyelesaian *quiz*. *FeedbackManager* memiliki hubungan *dependency* dengan *MysteryBoxFlow* untuk mendukung alur *quiz* tipe *Mystery Box* serta *ResultManager* untuk menampilkan hasil akhir *quiz* setelah seluruh soal selesai dikerjakan.

2.4.4 Class Diagram Dashboard Guru

Class diagram pada *Dashboard Guru* digunakan untuk menggambarkan struktur *class* beserta hubungan antar *class* yang berperan dalam proses pengelolaan, pemantauan, dan penyajian data perkembangan belajar siswa. Diagram ini menunjukkan bagaimana setiap *class* saling berinteraksi untuk mengambil data dari basis data, mengolah informasi, kemudian menampilkan hasilnya pada antarmuka aplikasi sehingga guru dapat memonitor aktivitas belajar siswa secara efektif.

Pada Gambar 11, *TeacherDashboardManager* berfungsi sebagai *controller* atau *class* utama yang mengatur seluruh proses pada halaman *Dashboard Guru*. *Class* ini bertanggung jawab melakukan koneksi dengan *Firebase Realtime Database* untuk mengambil data pengguna seperti identitas siswa, progres pembelajaran, dan hasil kuis yang telah disimpan secara daring. Selain mengambil data, *TeacherDashboardManager* juga mengelola proses pemanggilan menu, pengaturan navigasi antar halaman *dashboard*, melakukan penyaringan data sesuai kebutuhan, serta memperbarui tampilan antarmuka secara otomatis apabila terdapat perubahan data pada *Firebase*.

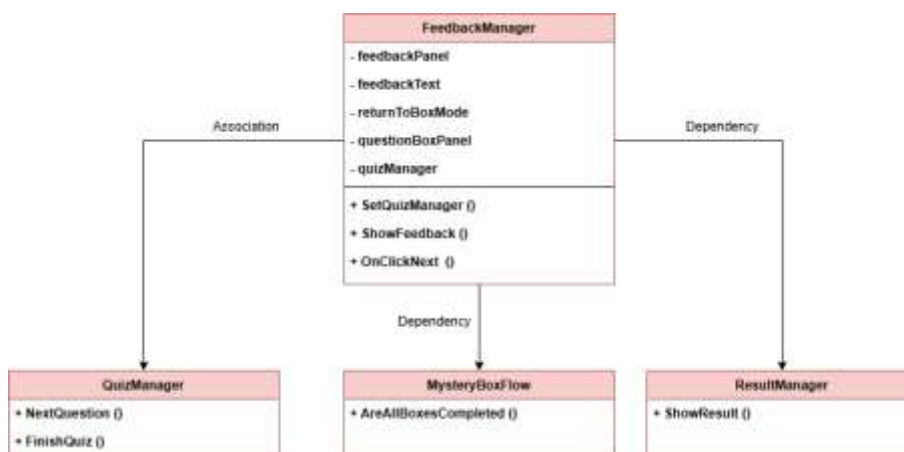
TeacherDashboardManager memiliki hubungan *association* dengan beberapa *class* antarmuka, yaitu *StudentItemUI*, *ProgressItemUI*, dan *ScoreItemUI*. Hubungan ini menunjukkan bahwa *TeacherDashboardManager* menggunakan ketiga *class* tersebut untuk menampilkan informasi yang telah diperoleh dari *database* ke dalam bentuk daftar (*list*)

pada tampilan aplikasi. *StudentItemUI* bertugas menampilkan informasi identitas setiap siswa, seperti nama dan data dasar pengguna. *ProgressItemUI* digunakan untuk menyajikan perkembangan pembelajaran siswa, misalnya level yang telah dicapai,

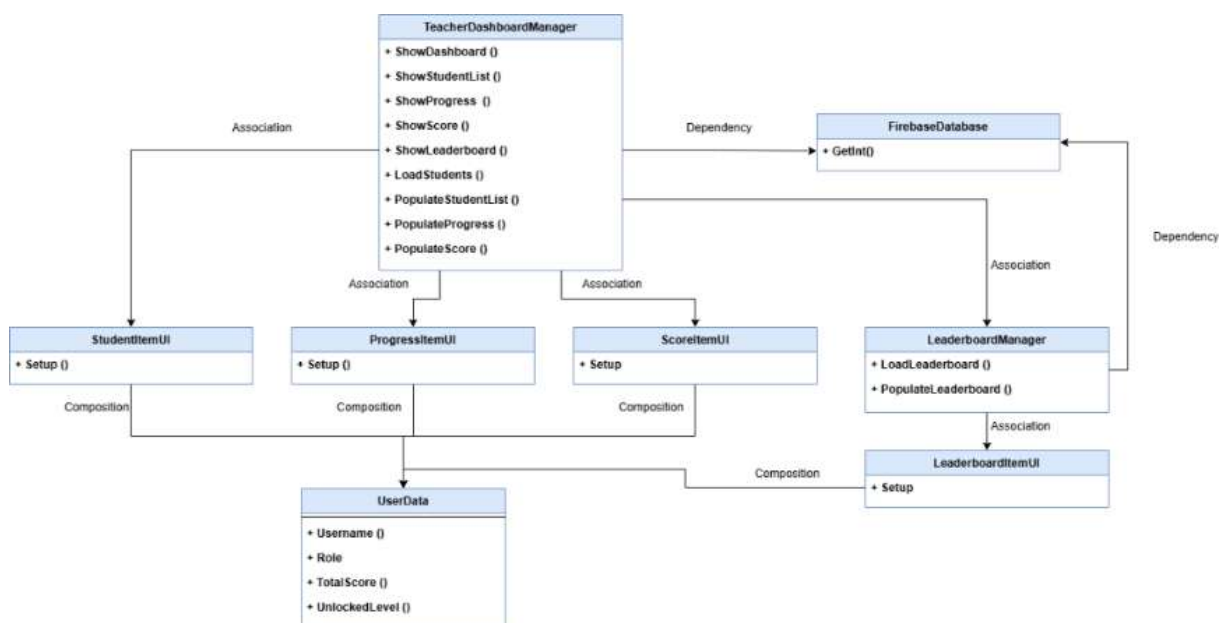
materi yang telah diselesaikan, serta persentase kemajuan belajar. *ScoreItemUI* berfungsi menampilkan nilai atau skor hasil pengerjaan kuis sehingga guru dapat melihat pencapaian akademik masing-masing siswa secara lebih rinci.



Gambar 9 Class Diagram Level Map



Gambar 10 Class Diagram Feedback



Gambar 11 Class Diagram Dashboard Guru

Selain menampilkan data individu siswa *Dashboard* Guru juga terintegrasi dengan fitur *Leaderboard* yang dikelola oleh *LeaderboardManager*. *Class* ini memiliki tanggung jawab untuk mengambil seluruh data skor siswa dari *Firestore Realtime Database*, kemudian melakukan proses pengolahan dengan mengurutkan data berdasarkan skor tertinggi menggunakan algoritma pengurutan yang telah diterapkan pada sistem. Setelah proses pengurutan selesai, hasil peringkat ditampilkan melalui *LeaderboardItemUI*, sehingga guru dapat melihat urutan siswa berdasarkan performa belajar mereka. Informasi *leaderboard* ini tidak hanya memberikan gambaran mengenai siswa dengan pencapaian terbaik, tetapi juga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi bagi guru dalam memantau perkembangan belajar seluruh peserta didik.

2.4.5 Class Diagram Sistem Quiz

Class diagram pada Gambar 11 sistem *quiz* digunakan untuk menggambarkan hubungan antar *class* yang berperan dalam proses penyajian soal, pemeriksaan jawaban, pemberian *feedback*, serta pengaturan alur *quiz*.

QuizManager memiliki hubungan *association* dengan *QuestionManager* yang bertanggung jawab mengelola data soal dan jawaban. *QuizManager* dapat memanggil *method* seperti *CheckAnswer()* dan *NextQuestion()* untuk memproses jawaban pengguna dan menampilkan soal berikutnya. *QuestionManager* memiliki hubungan *composition* dengan *QuestionData* karena setiap soal yang ditampilkan berasal dari objek *QuestionData* yang berisi pertanyaan, pilihan jawaban, jawaban benar, penjelasan, serta tipe soal. Data tersebut menjadi bagian utama yang digunakan dalam proses *quiz*. *QuizManager* *association* dengan *FeedbackManager* yang digunakan untuk menampilkan umpan balik dan penjelasan jawaban kepada pengguna setelah menjawab soal. Sistem *quiz* juga menerapkan konsep *polymorphism* melalui *interface IQuizFlow*. *Interface* ini digunakan untuk mendukung beberapa jenis alur *quiz* yang berbeda.

3. Material Collecting (Pengumpulan Materi)

Tahap pengumpulan materi dan aset bertujuan untuk mengumpulkan seluruh bahan dan komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan aplikasi. Pada penelitian ini material utama yang dikumpulkan berupa konten pembelajaran Biologi pada topik Sistem Pencernaan Manusia yang diambil dari buku Biologi Peminatan Kelas XI SMA/MA Kurikulum 2013 Revisi 2017 serta berbagai sumber referensi jurnal ilmiah pendidikan biologi. Pengumpulan materi ini bertujuan untuk memastikan isi pembelajaran yang disajikan dalam game selaras dengan kurikulum nasional dan capaian pembelajaran yang berlaku di tingkat SMA. Setiap organ pencernaan dikembangkan menjadi satu unit

pembelajaran dalam bentuk level permainan. Materi yang disusun mencakup fungsi organ mulut, kerongkongan, lambung, usus kecil, proses pencernaan mekanik dan kimiawi, peran enzim, serta hubungan antarorgan dalam sistem pencernaan manusia, seperti contoh pada Gambar 12.



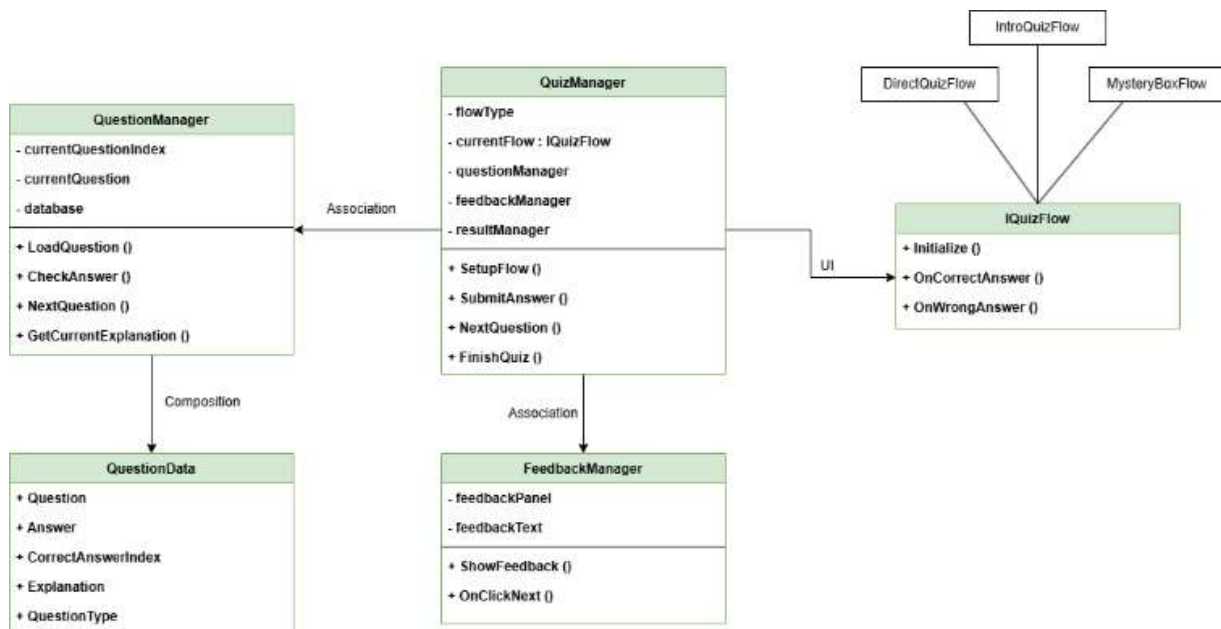
Gambar 12. Icon Level Organ Pencernaan

4. Tahap Assembly (Implementasi)

Tahap *Assembly* merupakan proses merealisasikan seluruh rancangan sistem yang telah dibuat pada tahap desain ke dalam bentuk aplikasi pembelajaran yang dapat dijalankan pada perangkat Android. Proses implementasi dilakukan menggunakan *Unity* sebagai *game engine* dengan bahasa pemrograman C#, sedangkan *Firestore* dimanfaatkan sebagai layanan *backend* yang menangani autentikasi pengguna, penyimpanan data pengguna, progres pembelajaran, skor, *badge*, dan *leaderboard*. Pada tahap ini seluruh komponen antarmuka, logika program, model objek tiga dimensi (3D), materi pembelajaran, serta elemen gamifikasi diintegrasikan menjadi satu kesatuan aplikasi yang berfungsi secara utuh.

5. Testing (Pengujian)

Tahap testing pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Black-box Testing*. Pengujian difokuskan pada seluruh fungsi utama aplikasi tanpa memperhatikan struktur atau implementasi kode program, melainkan berdasarkan kesesuaian antara masukan (*input*) yang diberikan dengan keluaran (*output*) yang dihasilkan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap fitur telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang pada tahap analisis dan perancangan sistem. Pengujian dilakukan secara menyeluruh terhadap fitur autentikasi, *dashboard* guru, materi pembelajaran berbasis objek 3D, sistem *level*, kuis, *feedback*, perhitungan skor, *reward*, *badge*, *leaderboard*, hingga halaman hasil akhir. Melalui pengujian tersebut, dapat dipastikan bahwa seluruh fungsi aplikasi berjalan dengan baik, mampu menangani interaksi pengguna secara benar, serta menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan sistem sehingga aplikasi siap digunakan oleh pengguna.



Gambar 13 Class Diagram Sistem Quiz

6. Uji Coba Pengguna (User Acceptance Test)

Selain pengujian fungsional menggunakan metode Black-box Testing, penelitian ini juga melakukan uji coba aplikasi kepada 20 responden yang merupakan remaja dengan karakteristik setara siswa SMA kelas XI. Uji coba bertujuan untuk memperoleh gambaran mengenai penerimaan pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan. Setelah menggunakan seluruh fitur aplikasi, responden diminta mengisi kuesioner menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu : 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Cukup Setuju, 4 = Setuju, dan 5 = Sangat Setuju.

Aspek yang dinilai meliputi:

1. Kemudahan penggunaan aplikasi
2. Tampilan antarmuka
3. Kemudahan memahami materi
4. Ketertarikan terhadap elemen gamifikasi
5. Manfaat aplikasi sebagai media pembelajaran.

Hasil penilaian kemudian dihitung dalam bentuk persentase untuk mengetahui tingkat penerimaan pengguna terhadap aplikasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berupa aplikasi pembelajaran Biologi berbasis gamifikasi pada materi sistem pencernaan manusia untuk siswa SMA kelas XI yang dikembangkan menggunakan *Unity* sebagai *game engine* dengan bahasa pemrograman *C#* serta didukung oleh *Firebase* sebagai layanan *backend*. Aplikasi berhasil mengintegrasikan seluruh komponen yang telah dirancang, meliputi autentikasi pengguna, penyajian materi pembelajaran, evaluasi melalui kuis, penerapan elemen gamifikasi, serta *dashboard* guru sebagai media monitoring. Integrasi tersebut menghasilkan aplikasi berbasis Android yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif untuk

mendukung proses belajar mengajar baik bagi siswa maupun guru.

Aplikasi menyediakan fitur autentikasi yang terdiri atas *Login*, *Register*, dan *Forgot Password*, seperti contoh Gambar 14. Fitur ini memungkinkan pengguna membuat akun baru, masuk menggunakan akun yang telah terdaftar, serta melakukan pemulihan kata sandi melalui *email*. Setelah proses autentikasi berhasil, sistem mengambil data pengguna yang tersimpan pada *Firebase*, seperti identitas pengguna, progres pembelajaran, skor, level yang telah dicapai, serta informasi pencapaian lainnya. Data tersebut kemudian digunakan untuk menyesuaikan tampilan aplikasi sehingga setiap pengguna dapat melanjutkan proses pembelajaran sesuai progres yang telah diperoleh sebelumnya. Selanjutnya, sistem menampilkan Menu Utama sebagai pusat navigasi yang menyediakan akses menuju fitur Mulai Petualangan, *Leaderboard*, *Dashboard* Guru, dan Keluar. Antarmuka dirancang sederhana dan mudah dipahami sehingga memudahkan pengguna dalam mengakses seluruh fitur yang tersedia.

Pada Gambar 15 Materi pembelajaran disajikan dalam bentuk objek tiga dimensi (3D) yang menampilkan organ-organ sistem pencernaan manusia secara interaktif. Pengguna dapat melihat bentuk organ dari berbagai sudut pandang sehingga memperoleh gambaran visual yang lebih jelas mengenai struktur organ pencernaan.

Materi disusun secara bertahap sesuai urutan sistem pencernaan manusia, mulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, hingga anus. Penyajian materi dalam bentuk visual interaktif diharapkan mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap struktur dan fungsi organ.



Gambar 14. Halaman Login dan Register



Gambar 15. Halaman Quiz

Sistem menampilkan soal secara bertahap, memproses jawaban pengguna, kemudian menghitung jumlah jawaban benar dan salah secara otomatis untuk menghasilkan skor akhir. Aplikasi memberikan *feedback* terhadap setiap jawaban yang diberikan sehingga pengguna dapat mengetahui jawaban yang benar beserta penjelasan singkatnya. Penyediaan umpan balik ini membantu siswa memahami kesalahan yang dilakukan sekaligus memperkuat pemahaman terhadap materi yang telah dipelajari sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

Penerapan konsep gamifikasi menjadi salah satu fitur utama yang membedakan aplikasi ini dengan media pembelajaran konvensional. Elemen gamifikasi diimplementasikan melalui sistem level (*unlock system*), skor, reward, badge, leaderboard, dan *Final Result*. Pengguna diwajibkan menyelesaikan setiap level sebelum dapat membuka materi pada level berikutnya sehingga proses pembelajaran berlangsung secara bertahap sesuai urutan materi. Setiap kuis yang berhasil diselesaikan akan menghasilkan skor yang kemudian digunakan sebagai dasar pemberian badge dengan kategori *Bronze*, *Silver*, atau *Gold* sesuai pencapaian pengguna. Pengguna juga memperoleh *reward* sebagai bentuk apresiasi terhadap keberhasilan dalam menyelesaikan setiap level. Penerapan elemen-elemen tersebut bertujuan untuk meningkatkan

motivasi belajar melalui pemberian tantangan, penghargaan, serta rasa pencapaian selama proses pembelajaran berlangsung, seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Halaman Badge

Aplikasi juga menyediakan fitur *Leaderboard* yang menampilkan peringkat pengguna berdasarkan total skor yang diperoleh selama mengikuti pembelajaran. Seluruh data skor dan pencapaian disimpan pada *Firestore* sehingga peringkat pengguna dapat diperbarui secara otomatis sesuai perkembangan hasil belajar. *Leaderboard* memberikan unsur kompetisi yang sehat antarpengguna sehingga diharapkan dapat mendorong siswa untuk memperoleh hasil belajar yang lebih baik. Setelah seluruh level dan kuis akhir diselesaikan, sistem menampilkan halaman *Final Result* yang menyajikan total skor, kategori pencapaian, serta hasil akhir pembelajaran sebagai bentuk evaluasi keseluruhan terhadap kemampuan pengguna.

Selain fitur yang ditujukan bagi siswa, aplikasi juga dilengkapi dengan *Dashboard Guru* yang berfungsi sebagai media monitoring pembelajaran. Guru dapat melihat daftar siswa yang telah terdaftar, memantau progres penyelesaian materi pada setiap siswa, melihat skor yang diperoleh, serta mengakses *leaderboard* untuk mengetahui peringkat siswa berdasarkan total poin. Seluruh informasi tersebut ditampilkan secara langsung dari *database Firestore* sehingga memudahkan guru dalam memonitor perkembangan belajar siswa secara lebih efektif dan efisien. Dengan tersedianya fitur monitoring ini, guru tidak hanya dapat mengetahui hasil akhir pembelajaran tetapi juga perkembangan proses belajar masing-masing siswa selama menggunakan aplikasi.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh fitur yang dirancang pada tahap perancangan berhasil diintegrasikan ke dalam satu aplikasi pembelajaran Biologi berbasis gamifikasi. Integrasi antara materi interaktif berbasis objek 3D, kuis evaluasi, sistem level, reward, badge, leaderboard, serta dashboard guru menghasilkan media pembelajaran yang tidak hanya mendukung penyampaian materi, tetapi juga meningkatkan interaksi pengguna selama proses belajar.

Aplikasi yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan media pembelajaran

yang interaktif, menarik, serta mampu mendukung proses pembelajaran sistem pencernaan manusia bagi siswa SMA kelas XI melalui penerapan elemen-elemen gamifikasi. Selain mendukung aktivitas belajar siswa, aplikasi juga menyediakan *Dashboard* Guru yang memungkinkan guru memantau data siswa, progres pembelajaran, skor, dan peringkat siswa melalui *Firebase*. Dengan terintegrasinya seluruh fitur aplikasi berhasil diimplementasikan sebagai media pembelajaran Biologi berbasis gamifikasi yang mendukung proses pembelajaran secara interaktif dan memberikan kemudahan bagi guru dalam melakukan monitoring hasil belajar siswa

Pengujian aplikasi pada Quiz Biology dilakukan menggunakan metode *Black-box Testing* untuk memastikan seluruh fitur dan fungsi aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang. Metode ini dipilih karena berfokus pada pengujian masukan (*input*) dan keluaran (*output*) sistem tanpa memperhatikan struktur atau kode program yang digunakan.

Proses pengujian dilakukan melalui pengujian internal (*Developer Testing*), yaitu pengujian yang dilaksanakan oleh pengembang selama proses pengembangan aplikasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan (*bug*) pada setiap modul sebelum aplikasi digunakan oleh pengguna. Seluruh pengujian dilakukan di lingkungan pengembangan menggunakan *Unity 3D*, dengan memeriksa fungsi-fungsi utama seperti autentikasi pengguna, navigasi antarhalaman, penyajian materi, kuis interaktif, perhitungan skor, sistem level, *feedback*, *reward*, *badge*, *leaderboard*, *Dashboard* Guru, hingga *Final Result*. Setiap skenario pengujian pada Tabel 1 dilakukan dengan memberikan masukan sesuai fungsi yang diuji.

Table 1. Pengujian Black Box terhadap Seluruh Fitur Utama Aplikasi

No.	Fitur Yang Diuji	Tujuan Pengujian	Keterangan
1	Register dan Login	Memastikan pengguna dapat membuat akun baru dan masuk ke dalam aplikasi menggunakan <i>email</i> dan <i>password</i> yang valid.	Berhasil
2	Forgot Password	Memastikan sistem dapat mengirimkan tautan reset <i>password</i> ke email pengguna yang terdaftar.	Berhasil
3	Halaman Sambutan (Welcome)	Menampilkan pesan sambutan dan nama pengguna setelah berhasil <i>login</i> ke dalam aplikasi	Berhasil

4	Main Menu	Memastikan tombol Mulai Petualangan, <i>Leaderboard</i> , dan Keluar dapat berfungsi dengan baik.	Berhasil
5	Level Map	Menampilkan peta level organ pencernaan dan mengatur akses level sesuai progres pengguna.	Berhasil
6	Sistem Unlock Level	Memastikan level berikutnya terbuka setelah pengguna menyelesaikan level sebelumnya.	Berhasil
7	Materi Organ 3D	Menampilkan model organ pencernaan tiga dimensi yang dapat diamati pengguna sebagai media pembelajaran.	Berhasil
8	Quiz Pembelajaran	Menampilkan soal kuis dan memproses jawaban pengguna sesuai dengan materi yang dipelajari.	Berhasil
9	Feedback Jawaban	Menampilkan penjelasan atau <i>feedback</i> ketika pengguna memberikan jawaban yang salah.	Berhasil
10	Perhitungan Skor	Menghitung jumlah jawaban benar, salah, dan total skor yang diperoleh pengguna.	Berhasil
11	Reward dan Badge	Memberikan badge pencapaian sesuai dengan skor yang diperoleh pengguna setelah menyelesaikan kuis.	Berhasil
12	Claim Reward	Memastikan <i>reward</i> dapat diklaim dan progres pembelajaran tersimpan pada sistem.	Berhasil
13	Leaderboard	Menampilkan peringkat pengguna berdasarkan total skor yang	Berhasil

		diperoleh selama pembelajaran.	
14	Dashboard Guru	Menampilkan halaman dashboard yang digunakan guru untuk memantau aktivitas siswa.	Berhasil
15	Daftar Siswa	Menampilkan seluruh data siswa yang terdaftar pada aplikasi.	Berhasil
16	Progress Siswa	Menampilkan perkembangan penyelesaian level pembelajaran setiap siswa.	Berhasil
17	Score Siswa	Menampilkan skor yang diperoleh siswa selama menggunakan aplikasi.	Berhasil
18	Leaderboard Dashboard Guru	Menampilkan peringkat siswa berdasarkan skor tertinggi pada <i>dashboard</i> guru.	Berhasil
19	Quiz Akhir	Menampilkan evaluasi akhir yang berisi gabungan materi dari seluruh level pembelajaran.	Berhasil
20	Final Result	Menampilkan total poin dan pencapaian akhir pengguna setelah menyelesaikan seluruh pembelajaran.	Berhasil
21	Logout	Memastikan pengguna dapat keluar dari aplikasi dan kembali ke halaman <i>login</i> .	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian *Black Box* pada seluruh fitur utama aplikasi pembelajaran Biologi berbasis gamifikasi, seluruh fungsi sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang. Pengujian menunjukkan bahwa fitur autentikasi, pembelajaran, kuis, *reward*, *leaderboard*, serta *dashboard* guru berfungsi dengan baik tanpa ditemukan kesalahan fungsional.

Selain pengujian fungsional menggunakan metode *Black-box Testing*, aplikasi juga diujicobakan kepada 20 remaja berusia 16–17 tahun yang memiliki karakteristik setara dengan siswa SMA kelas XI sebagai target pengguna aplikasi. Uji coba dilakukan untuk memperoleh tanggapan pengguna terhadap aspek kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, penyajian materi, serta penerapan elemen gamifikasi pada proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil uji coba pada Tabel 2 sebagian besar peserta menyatakan bahwa aplikasi mudah digunakan, tampilan antarmuka menarik, serta visualisasi organ pencernaan dalam bentuk objek tiga dimensi membantu memahami materi yang dipelajari. Elemen gamifikasi berupa *level*, *reward*, *badge*, *leaderboard*, dan kuis interaktif mampu meningkatkan motivasi peserta untuk menyelesaikan seluruh tahapan pembelajaran.

Tabel 2. Uji Coba Pengguna

Aspek	Presentase
Kemudahan Pengguna	92%
Tampilan Aplikasi	94%
Materi Mudah Dipahami	90%
Gamifikasi Menarik	95%
Aplikasi Membantu Belajar	93%
Rata-rata	92,8%

Berdasarkan hasil uji coba pengguna, diperoleh rata-rata tingkat penerimaan sebesar 92,8% yang termasuk kategori sangat baik. Responden menyatakan bahwa visualisasi objek tiga dimensi, kuis interaktif, sistem *level*, *badge*, dan *leaderboard* mampu meningkatkan ketertarikan selama proses pembelajaran. Selain itu penyajian materi secara bertahap mempermudah responden memahami konsep sistem pencernaan manusia.

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Ramli dan Nurhidayah (2024) yang menyatakan bahwa penerapan gamifikasi melalui sistem poin, *reward*, kompetisi, *feedback*, dan level mampu meningkatkan motivasi, partisipasi, serta hasil belajar siswa pada mata pelajaran Biologi. Kesamaan tersebut menunjukkan bahwa integrasi elemen gamifikasi pada media pembelajaran dapat mendorong siswa untuk lebih aktif mengikuti proses pembelajaran serta menyelesaikan setiap tahapan pembelajaran secara bertahap.

Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian Febryana dan Zubaidah (2022) yang menunjukkan bahwa media asesmen berbasis gamifikasi, seperti *Quizizz*, *Kahoot!*, dan *Wordwall*, mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menyenangkan. Perbedaanannya, penelitian ini tidak hanya menerapkan gamifikasi pada proses evaluasi, tetapi juga mengintegrasikan gamifikasi ke dalam keseluruhan proses pembelajaran melalui penyajian materi, visualisasi objek tiga dimensi, sistem level, *reward*, *badge*, *leaderboard*, serta *dashboard* guru dalam satu aplikasi Android. Dengan demikian aplikasi dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran sistem pencernaan manusia untuk siswa SMA kelas XI.



IV. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi pembelajaran Biologi berbasis *Android* menggunakan *Unity* dan *Firestore* dengan menerapkan elemen gamifikasi, seperti *level*, *point*, *badge*, *reward*, *leaderboard*, *progress* pembelajaran, *dashboard* guru pada materi sistem pencernaan manusia untuk siswa SMA. Berdasarkan hasil *Black-box Testing* seluruh fitur aplikasi berfungsi sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah dirancang sehingga aplikasi dapat digunakan dengan baik sebagai media pembelajaran interaktif.

Selain pengujian fungsional aplikasi juga telah diujicobakan kepada 20 remaja berusia 16–17 tahun yang setara dengan siswa SMA kelas XI. Hasil uji coba menunjukkan bahwa aplikasi memperoleh tanggapan positif karena mudah digunakan, memiliki tampilan yang menarik, serta mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan pengguna dalam mempelajari materi sistem pencernaan manusia melalui penerapan elemen gamifikasi dan visualisasi objek tiga dimensi. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi gamifikasi pada aplikasi pembelajaran tidak hanya mendukung penyampaian materi secara interaktif, tetapi juga mampu meningkatkan pengalaman belajar pengguna.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil pengembangan yang telah dilakukan, aplikasi ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan materi Biologi lainnya agar cakupan pembelajaran menjadi lebih luas. Selain itu fitur gamifikasi yang telah diterapkan dapat dikembangkan dengan menambahkan variasi tantangan atau penghargaan baru untuk meningkatkan motivasi belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. K. Surata, I. M. Sudiana, and I. G. Sudirgayasa, "Meta-Analisis Media Pembelajaran pada Pembelajaran Biologi I Ketut Surata I Made Sudiana I Gede Sudirgayasa," 2020.
- [2] L. Stefano Mongi, A. S. M. Lumenta, and A. M. Sambul, "Rancang Bangun Game Adventure of Unsrat Menggunakan Game Engine Unity," *Journal Teknik Informatika*, vol. 14, no. 1, 2018.
- [3] Chasing Illusions Studio, "Experience the Human Body in Stunning 3D Animation!"
- [4] Nilüfer Zeybek and Elif Saygı, "Gamification in Education: Why, Where, When, and How?," *journals.sagepub.com*, 2024.
- [5] N. Fikriyyah, J. Febry Talita, A. A. Ratna, S. Evanalia, I. Yatiana, and A. Widyawati¹, "Pelatihan Jurnalistik Pelajar dan Penguatan Media Publikasi Madrasah di MTsN 2 Kota Surabaya Student Journalism Training and Strengthening of Madrasah Media Publication at MTsN 2 Surabaya," 2026.
- [6] R. A. Ramli and * Nurhidayah, "PENERAPAN STRATEGI GAMIFIKASI DALAM MENGOPTIMALKAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS XI MIPA 6 SMAN 4 MAROS," *Jurnal Pendidikan Biologi*, vol. 7, no. 2, pp. 42–51, 2024, [Online]. Available: <https://ejournals.umma.ac.id/index.php/binomial>
- [7] N. Eka Febryana, Z. Madrasah Aliyah Negeri Kotawaringin Timur Kotawaringin Timur, and K. Tengah, "Implementasi Media Asesmen Berbasis Gamifikasi terhadap Motivasi Belajar Biologi Siswa MAN Kotawaringin Timur." [Online]. Available: <https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/mipa/>
- [8] Prayitno Y S, Arif M, Dellia P, Wijaya E Y, and Sari A K, ""Pengembangan Game Edukasi Berbasis Android Pada MataPelajaran Biologi Materi Sistem Peredaran Darah Untuk Siswa kelas XI IPA Tingkat SMA," *Journal of Education and Informatics Research/Trunojoyo*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2020.
- [9] M. P. Tjahyadi⁽¹⁾, A. Sinsuw⁽²⁾, V. Tulenan⁽³⁾, and S. Sentinuwo⁽⁴⁾, "Prototipe Game Musik Bambu Menggunakan Engine Unity 3D," *E-journal Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, 2014.
- [10] Jusuf H, "Penggunaan Gamifikasi dalam Proses Pembelajaran," *TICOM*, vol. 5, no. 1, pp. 1–76, 2016.
- [11] D. Novita Sari, A. Rifqy Alfiyan, and G. Artikel, "Peran Adaptasi Game (Gamifikasi) dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Literasi Digital: Systematic Literature Review," *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, 2023, doi: 10.30812/upgrade.v0i0.3157.
- [12] S. N. Anwar, I. Nugroho, and E. Lestariningsih, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI APLIKASI MOBILE SEMARANG GUIDANCE PADA ANDROID," *DINAMIKA INFORMATIKA*, vol. 5, no. 2, 2013.
- [13] L. Stefano Mongi, A. S. M. Lumenta, and A. M. Sambul, "Rancang Bangun Game Adventure of Unsrat Menggunakan Game Engine Unity," *Journal Teknik Informatika*, vol. 14, no. 1, 2018.
- [14] Rohmawati, Sudargo, and Menarianti, "Pengembangan Game Edukasi Tentang Budaya Nusantara 'Tanara' Menggunakan Unity 3D Berbasis Android," *sitech*, vol. 2, no. 2, pp. 173–184, 2019.
- [15] A. Kurniawan *et al.*, "Pengenalan Bahasa C# (CSH101) BAHASA C#," 2004. [Online]. Available: <http://otak.csharpindonesia.net>
- [16] R. Rosaly, A. Prasetyo, and M. Kom, "Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan."
- [17] Wulandari T and Nurmiati S, "Rancang bangun sistem pemesanan wedding organizer menggunakan metode RAD di shofia ahmad wedding," *Jurnal Rekayasa Informasi*, vol. 11, no. 1, pp. 75–85, 2022.

- [18] S. Ramdany W, Aulia Kaidar, and Aguchino, "Penerapan UML Class Diagram dalam Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web.".
- [19] N. Nurdam, "Sequence Diagram Sebagai Perkakas Perancangan Antarmuka Pemakai," 2014.
- [20] I. Fahzirah, "PENGENALAN SISTEM DATABASE: KONSEP DASAR DAN MANFAATNYA DALAM PERUSAHAAN Muhammad Irwan Padli Nasution," *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, vol. 1, no. 4, 2024, doi: 10.61722/jinu.v1i4.1884.
- [21] S. Al-Fedaghi, "Conceptual Data Modeling: Entity-Relationship Models as Thinging Machines," Sep. 2021, doi: 10.22937/IJCSNS.2021.21.9.33.
- [22] A., & Kusuma. Nugroho, "PERANCANGAN+DAN+PEMODELAN+BASIS+DATA+UNTUK+SISTEM+INFORMASI+RESERVASI+LAYANAN+BARBERSHOP," 2022.
- [23] F. D. Astuti and Y. Hermawan, "PEMANFAATAN FIREBASE REALTIME DATABASE PADA APLIKASI PEMBELAJARAN AGAMA ISLAM MENGGUNAKAN FRAMEWORK FLUTTER," 2020.

[Halaman ini dibiarkan kosong]