

# Desain Gamifikasi sebagai Pelengkap Aplikasi Pembelajaran Sistem Pendukung Keputusan Klinis

Dhias Muhammad Naufal<sup>1</sup>, Adhistrya Erna Permanasari<sup>1</sup>, Paulus Insap Santosa<sup>1</sup>, Silmi Fauziati<sup>1</sup>, Indriana Hidayah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281 Indonesia

[Diserahkan: 23 November 2023, Direvisi: 28 Januari 2024, Diterima: 14 Maret 2024]

Penulis Korespondensi: Adhistrya Erna Permanasari (email: adhistrya@ugm.ac.id)

**INTISARI** — Pada proses pembelajaran, pemberian materi pada siswa didukung peranan media pembelajaran. Implementasi konsep gamifikasi memperkaya media dan dapat meningkatkan minat siswa dalam penggunaan aplikasi tersebut. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran elektronik pada pengenalan materi sistem pendukung keputusan klinis atau *clinical decision support system* (CDSS). Pada dunia medis konsep CDSS cukup dikenal, sehingga pembelajaran ini kemudian diadopsi ke proses pembelajaran dalam bentuk mata kuliah. CDSS adalah sistem komputer untuk mendukung pengambilan keputusan dalam diagnosis dan pengobatan penyakit. Pada domain pembelajaran, kuliah CDSS ditawarkan pada mahasiswa klinis ataupun nonklinis. Aplikasi dikembangkan dengan metode *feature-driven development* serta menerapkan elemen gamifikasi seperti *reward*, *challenge*, dan *leaderboard* menggunakan kerangka kerja MDA. Proses pengembangan dimulai dari desain keseluruhan aplikasi dan penentuan tujuan pembelajaran, dilanjutkan dengan mendesain elemen gamifikasi yang cocok ke dalam desain keseluruhan aplikasi. Aplikasi yang dibangun meliputi desain aplikasi, elemen gamifikasi, pengujian fungsionalitas, kebergunaan, dan pengalaman pengguna. Hasil akhirnya berupa suatu aplikasi Android. Pengujian fungsionalitas menggunakan pengujian *black box* mencapai hasil 100% kesesuaian. Uji pengguna menggunakan kuesioner *system usability scale* (SUS) dan *user experience questionnaire* (UEQ). Hasil pengujian menunjukkan skor SUS rata-rata 74,9 yang bermakna *good* dan skor UEQ mendapat nilai “Excellent”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan gamifikasi pada pembelajaran CDSS dapat memperkaya fitur pendukung aplikasi pembelajaran. Elemen gamifikasi seperti hadiah, tantangan, dan *leaderboard* diharapkan menarik minat peserta didik untuk mempelajari serta aktif berpartisipasi dalam proses belajar. Aplikasi pembelajaran CDSS berpotensi meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik serta menciptakan pengalaman pembelajaran yang menarik dan efektif untuk peserta didik dari berbagai latar belakang.

**KATA KUNCI** — Gamifikasi, Aplikasi Pembelajaran, *Clinical Decision Support System*, Motivasi.

## I. PENDAHULUAN

Sistem pendukung keputusan klinis atau *clinical decision support system* (CDSS) adalah sistem komputer yang membantu pengambilan keputusan yang efektif dan efisien dalam diagnosis dan pengobatan penyakit, perawatan pasien, dan manajemen institusi kesehatan [1], [2]. CDSS menggabungkan ilmu informatika dan pengetahuan medis yang menggunakan kerangka teknologi untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis informasi kesehatan.

Pada domain pembelajaran, CDSS menjadi salah satu kursus yang ditawarkan pada mahasiswa, baik dengan latar belakang pendidikan klinis ataupun nonklinis. Pada penyampaian pembelajaran diperlukan satu pendekatan khusus ke mahasiswa. Mahasiswa dan tenaga medis kesulitan memahami serta menerapkan konsep CDSS secara praktis karena kurangnya sumber daya pembelajaran interaktif dan berfokus pada aplikasi CDSS. Untuk memperbaiki pembelajaran CDSS, dibutuhkan media pembelajaran efektif yang fokus pada aplikasi CDSS.

Peserta didik memerlukan media pembelajaran untuk dapat memahami konsep, keterampilan, dan kompetensi. Media pembelajaran elektronik, seperti aplikasi *mobile* dan platform *online*, memberikan interaksi dan keterlibatan yang tinggi. Keleluasaan belajar tanpa terbatas waktu dan tempat telah meningkat melalui akses fleksibel pada perangkat komputer, tablet, dan *smartphone*. Strategi efektif dalam menjaga minat peserta didik adalah gamifikasi pembelajaran, yang menggunakan elemen permainan (*game*) seperti poin, tingkatan, tantangan, dan hadiah untuk mendorong keterlibatan

aktif. Dengan pendekatan ini, peserta didik termotivasi untuk menyelesaikan tugas pembelajaran melalui sistem poin, tingkatan yang menantang, dan hadiah atas prestasi [3]. Dengan memanfaatkan elemen permainan, seperti sistem poin yang memotivasi pencapaian, tingkatan yang memberikan tantangan bertahap, dan hadiah yang memberikan pengakuan atas prestasi, peserta didik akan merasa lebih termotivasi untuk mengikuti dan menyelesaikan tugas pembelajaran [4].

Makalah ini menampilkan desain dan implementasi gamifikasi pada aplikasi pembelajaran CDSS. Alur makalah disajikan sebagai berikut. Bagian II menyajikan konsep dasar dan peluang gamifikasi pada media pembelajaran. Bagian III menguraikan metode penelitian yang telah dilakukan. Bagian IV melaporkan hasil penelitian beserta pembahasannya dan makalah ditutup dengan Bagian V yang berisi kesimpulan.

## II. PELUANG GAMIFIKASI DALAM PEMBELAJARAN CDSS

CDSS adalah sistem komputer yang diciptakan untuk memengaruhi pengambilan keputusan klinis tentang pasien pada saat keputusan diambil [1]. Ilmu ini merupakan kombinasi antara ilmu medis dan ilmu informatika, termasuk perhitungan komputasi yang dilakukan untuk menghasilkan keputusan medis berdasarkan rekam medis individu.

Media pembelajaran menyampaikan informasi instruksional dalam proses pembelajaran [5]. Media ini memiliki peran strategis dalam belajar-mengajar, sehingga pilihan media yang tepat dapat memengaruhi hasil pembelajaran. Media pembelajaran elektronik atau *e-learning* merupakan salah satu media pembelajaran yang menggunakan

teknologi informasi seperti komputer, laptop, atau *smartphone* yang terhubung ke internet. Hal ini memungkinkan akses materi pembelajaran, interaksi dengan instruktur atau sesama peserta, dan penyelesaian tugas dan ujian secara *online* [6].

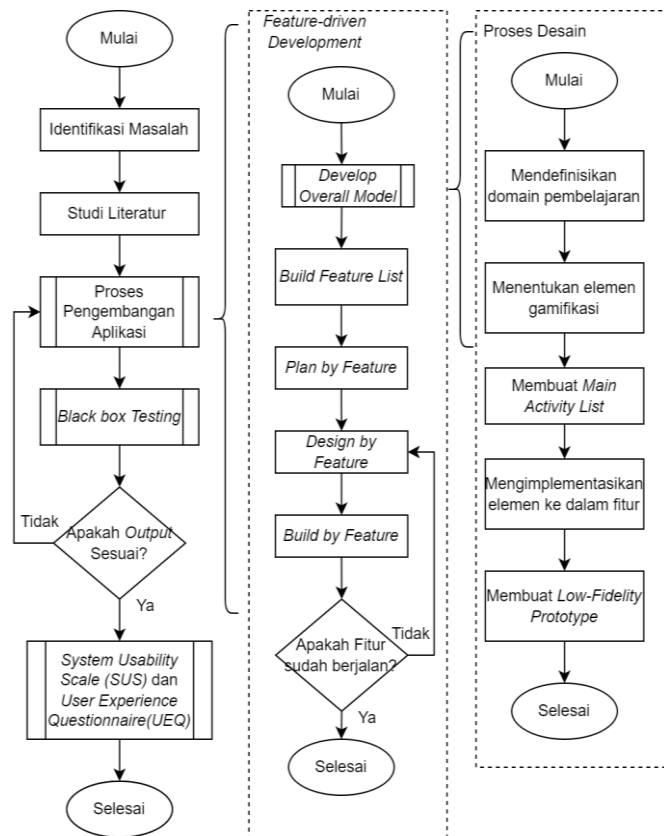
Gamifikasi adalah pendekatan yang menggunakan elemen-elemen permainan untuk mengatasi masalah di luar domain permainan [7], [8]. Gamifikasi melibatkan penggabungan elemen permainan *online*, seperti poin, *leaderboard*, dan *badge*, ke dalam konteks nonpermainan, untuk meningkatkan keterlibatan pengguna [9]. Konsep ini mencakup produk, pola pikir, proses, pengalaman, desain, dan sistem yang memanfaatkan elemen permainan. Pada awalnya, gamifikasi muncul dari fitur-fitur permainan yang diciptakan untuk hiburan dan menarik pengguna untuk berinteraksi. Dukungan gamifikasi pada aplikasi diharapkan dapat memberikan pengalaman dan motivasi kepada pengguna sebagaimana saat memainkan permainan [10].

Konsep gamifikasi muncul dari karakteristik sebuah permainan hiburan atau permainan yang secara harfiah dibuat untuk menghibur dan dapat menarik pengguna untuk mengoperasikannya. Seiring berjalannya waktu, permainan juga dikembangkan untuk tujuan pendidikan, yaitu untuk memotivasi pengguna. Karena itulah, konsep gamifikasi muncul dan dapat digunakan untuk memecahkan berbagai masalah. Perkembangan dalam ilmu permainan terlihat dalam ilustrasi perkembangan ilmu permainan.

Gamifikasi telah terbukti menjadi strategi populer yang diyakini efektif dalam meningkatkan minat dan motivasi belajar [9]-[12]. Berdasarkan beberapa studi yang ada, implementasi gamifikasi yang tepat akan meningkatkan ketertarikan dan motivasi murid dalam proses pembelajaran.

Gamifikasi memberikan peluang signifikan untuk meningkatkan pembelajaran medis dengan mengintegrasikan elemen-elemen dari permainan ke dalam proses pembelajaran. Elemen-elemen ini, contohnya hadiah, tantangan, dan simulasi, mendorong keterlibatan dan motivasi di antara para pembelajar. Gamifikasi memungkinkan para pembelajar untuk menerapkan pengetahuan teoretis dalam skenario praktis dan meningkatkan pemahaman serta retensi. Hal ini memperkenalkan kompetisi yang sehat, umpan balik instan, serta jalur pembelajaran yang dipersonalisasi dan dapat mengakomodasi gaya belajar yang beragam.

Pada domain medis, gamifikasi membantu mempromosikan pengambilan keputusan layanan kesehatan yang bebas risiko, pembelajaran jarak jauh, analisis pembelajaran, dan umpan balik yang cepat [13]-[15]. Pendidikan medis juga berubah dengan cepat. Mahasiswa memiliki tingkat literasi teknologi yang tinggi dan keinginan untuk mendapatkan pengalaman pendidikan yang beragam. Maka, model pembelajaran aktif dengan teknologi yang ditingkatkan dan alat pendidikan multimedia disertakan ke dalam kurikulum pendidikan [13]. Sementara itu, saat ini sebagian besar mahasiswa adalah generasi-Z. Generasi ini dekat dengan teknologi. Inovasi media belajar turut memengaruhi proses transfer pengetahuan [16]. Penelitian terkait peranan gamifikasi pada media pembelajaran medis telah banyak dikembangkan [17]-[21]. Selain itu, pendidikan medis yang menggunakan gamifikasi memfasilitasi pengembangan keterampilan, pemikiran kritis, dan pengambilan keputusan dalam lingkungan interaktif yang aman. Gamifikasi dapat meningkatkan pembelajaran, keterlibatan, dan kerja sama dalam implementasi dunia nyata.



Gambar 1. Alur penelitian.

### III. METODOLOGI

Perencanaan desain dilakukan menggunakan metode *activity-centered design* (ACD). ACD adalah pengembangan dari desain *human-computer interaction* (HCI) yang menggunakan pendekatan konteks dan motivasi perilaku pengguna dalam membangun sistem [22]. Penelitian ini berfokus pada aktivitas utama pembelajaran CDSS. Pengembangan gamifikasi dilakukan secara teratur berdasarkan aktivitas yang direncanakan. Metode ini bersinergi dengan pengembangan aplikasi menggunakan *feature-driven development*. ACD membantu memahami pengguna dan kebutuhan pengguna untuk perencanaan fitur dalam *feature-driven development*. Keduanya didasarkan pada kerangka kerja gamifikasi mekanika, dinamika, estetika (*mechanics, dynamics, aesthetics, MDA*) yang komprehensif dan menekankan pengalaman pemain.

Penelitian ini mengandung tiga tahap utama, yaitu desain dan implementasi desain gamifikasi, pengembangan, serta pengujian. Tahap desain menggunakan metode ACD dengan penerapan kerangka kerja gamifikasi MDA. Tahap pengembangan menerapkan metode *feature-driven development*. Sementara itu, tahap pengujian mencakup pengujian *black box* untuk menguji fungsionalitas aplikasi serta SUS dan UEQ untuk mengevaluasi pengalaman pengguna. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

#### A. MECHANICS, DYNAMICS, AESTHETICS (MDA)

Dalam gamifikasi, pendekatan MDA secara formal digunakan dengan menganalisis desain permainan ke dalam tiga elemen. Elemen mekanika menjelaskan aturan dan komponen permainan tertentu dalam hal tindakan dan dapat disebut sebagai proses yang mendorong tindakan pengguna. Kemudian, dinamika merupakan elemen yang menguraikan cara implementasi aturan selama permainan berdasarkan

TABEL I  
AKTIVITAS UTAMA

ID	Aktivitas Utama
A-01	Sign-in Google
A-02	Melihat <i>dashboard</i> halaman utama
A-03	Mempelajari materi
A-04	Mengerjakan kuis singkat mengenai materi
A-05	Melihat urutan <i>leaderboard</i> dari kuis terkait
A-06	Melihat penghargaan atau <i>achievement</i> berdasarkan kuis terkait
A-07	Log-Out

tindakan pemain yang diterjemahkan secara langsung ke dalam sistem serta interaksi yang terjadi di antara sesama pemain. Sementara itu, estetika menjelaskan respons emosional yang diharapkan timbul dari pengguna saat berinteraksi dengan sistem yang menggunakan gamifikasi [23].

Media pembelajaran yang dibangun berfokus pada domain pengetahuan *declarative knowledge* dalam CDSS, mencakup konsep dasar CDSS, seperti definisi, komponen, prinsip desain, dan metode evaluasi, yang disajikan secara jelas untuk pengguna awam. Materi yang disajikan meliputi CDSS, uji diagnostik medis, dan *electronic health record* (EHR). CDSS dijelaskan sebagai ilmu komputasi utama dalam membantu keputusan medis. Materi CDSS diikuti dengan informasi tentang implementasi DSS dalam konteks medis, jenis-jenis CDSS, pentingnya uji diagnostik medis, dan peran EHR sebagai sumber data untuk mendukung keputusan medis.

**B. ACTIVITY-CENTERED DESIGN (ACD)**

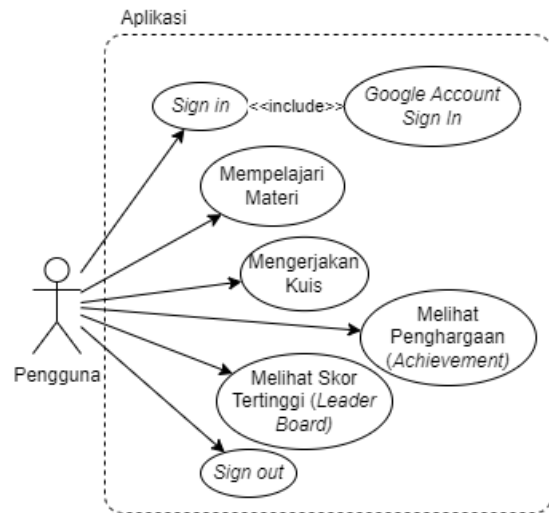
Langkah awal pengembangan sistem dilakukan dengan identifikasi calon pengguna. Hasilnya digunakan untuk mengembangkan desain dengan pendekatan ACD. Metode ini digunakan untuk mengembangkan aplikasi sesuai dengan aktivitas penggunaannya. Aktivitas yang diambil ialah aktivitas umum yang biasa dilakukan oleh seseorang yang menggunakan media pembelajaran elektronik. Lalu, aktivitas utama tersebut akan menjadi aktivitas acuan untuk pengembangan fitur.

Daftar ini menjelaskan perkembangan aktivitas yang lebih rinci dari aktivitas utama dalam Tabel I. Fitur-fitur aktivitas utama diorganisasikan menjadi kelompok fitur yang memiliki komponen-komponen fitur lebih spesifik. Tabel I memuat daftar aktivitas utama yang relevan dengan aplikasi yang dikembangkan. Secara keseluruhan, tujuan dari aplikasi pembelajaran ini adalah untuk CDSS. Aktivitas utama ini dirumuskan berdasarkan persona pengguna yang telah dibuat, termasuk kegiatan mempelajari materi dan mengikuti kuis sebagai latihan pemahaman. Dari daftar aktivitas ini, kemudian dibuat *use case diagram* sebagai representasi umum perancangan aplikasi yang dikembangkan sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2.

**C. DESAIN GAMIFIKASI**

Proses pengembangan gamifikasi dalam aplikasi ini bergantung pada domain pembelajaran atau jenis pengetahuan dari ilmu yang diimplementasikan. Dalam kasus ini, ilmu yang diterapkan adalah CDSS dan domain pembelajarannya adalah *declarative knowledge*. Setiap domain pembelajaran memiliki elemen gamifikasi yang unik [24]. Domain *declarative knowledge* melibatkan elemen gamifikasi, seperti *story/narrative*, *sorting*, *matching*, dan *replayability*.

Dalam konteks CDSS, kategori ini mencakup pengetahuan tentang konsep-konsep dasar mengenai CDSS, seperti definisi



Gambar 2. Diagram use case aplikasi.

CDSS, komponen-komponennya, prinsip-prinsip desain, dan metode evaluasi yang berhubungan dengan pengetahuan yang berkaitan dengan fakta, informasi, atau konsep yang dapat dinyatakan dengan jelas cocok untuk pengguna awam yang ingin memahami ilmu ini. Dalam CDSS, pengetahuan deklaratif mencakup pengetahuan medis dan informasi terkait yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan klinis.

Dari hubungan tersebut, elemen gamifikasi yang akan digunakan adalah *story/narrative* dan dikemas dalam bentuk materi mengenai CDSS yang dapat diakses secara berurutan. Selain itu, elemen tersebut dapat dikemas dalam sebuah kuis singkat untuk menguji pemahaman. Kuis yang dikembangkan dapat dikerjakan secara berulang-ulang, sehingga sesuai dengan elemen gamifikasi *replayability*. Kedua elemen ini adalah elemen utama yang kemudian akan dikembangkan lagi dalam kerangka kerja gamifikasi. Proses pengembangan gamifikasi menggunakan pendekatan kerangka kerja desain permainan MDA, yang terdiri atas mekanika, dinamika, and estetika. Pendekatan ini mengimplementasikan elemen permainan ke dalam aplikasi pembelajaran. Penggunaan metode dan rancangan ini disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan adanya gamifikasi dalam aplikasi yang dikembangkan. Acuan pengembangan desain ini mengikuti aktivitas utama pada Tabel I. Pengembangan ini dimulai dari pengembangan mekanika permainan.

**D. BUILD FEATURE LIST**

Proses *build feature list* berisi daftar fitur yang dikembangkan dari desain gamifikasi yang sudah dibuat. Daftar ini adalah perkembangan aktivitas yang lebih detail dari aktivitas utama pada Tabel I. Dengan demikian, fitur aktivitas utama akan menjadi kelompok fitur set yang memiliki bagian-bagian fitur lainnya.

**E. PENGUJIAN**

Pada tahap ini, aplikasi yang telah dikembangkan dan diuji fungsionalitasnya diujicoba oleh pengguna nyata. Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan pendekatan pengujian *black box*. Sementara itu, pengujian pengguna menggunakan SUS dilakukan untuk mengukur kegunaan dan pengujian menggunakan UEQ dilakukan untuk mengukur umpan balik pengalaman pengguna. Pengujian kegunaan dengan SUS dipilih untuk menilai kelayakan penggunaan aplikasi. Untuk

mengukur dampak aplikasi, UEQ dipilih untuk memberikan penilaian tentang daya tarik dan efektivitas sesuai dengan tujuan gamifikasi. Pengujian ini melibatkan populasi mahasiswa yang ingin mempelajari dasar CDSS, terutama dari prodi Teknik Biomedis. Setelah membaca instruksi, responden menguji aplikasi dengan menyelesaikan tujuan yang ada dalam waktu 10 menit. Setelah itu, responden mengisi formulir SUS untuk menilai kegunaan aplikasi serta mengisi formulir UEQ untuk mengevaluasi pengalaman pengguna.

### 1) PENGUJIAN BLACK BOX

Pengujian *black box* merupakan salah satu pengujian yang dilakukan pada sebuah perangkat lunak. Pengujian ini berfokus pada fungsionalitas suatu perangkat lunak. Fokus utamanya adalah masukan yang tersedia untuk suatu sistem dan keluaran yang diharapkan untuk setiap nilai masukan. Metode pengujian *black box* didasari oleh persyaratan dan spesifikasi perangkat lunak. Teknik ini adalah teknik pengujian perangkat lunak saat cara kerja internal dari *item* yang diuji tidak diketahui oleh pengujian. Metode ini juga disebut pengujian berbasis spesifikasi dan perilaku. Teknik ini dinamai demikian karena dalam pengujian ini implementasi kode internal aplikasi tidak perlu diketahui [25]. Untuk menguji aplikasi, dirancang berbagai *test case* yang kemudian diterapkan pada aplikasi untuk menguji keberhasilan fungsi sistem.

### 2) SYSTEM USABILITY TESTING (SUS)

SUS merupakan sebuah kuesioner yang digunakan untuk mengukur tingkat kegunaan dari suatu sistem berdasarkan sudut pandang subjektif pengguna. Hasil pengujian SUS adalah skor dengan rentang nilai 1–100 dan tidak menggunakan perhitungan yang rumit. Kuesioner SUS terdiri atas sepuluh pertanyaan yang mengandung pernyataan positif dan negatif [26]. Responden diminta untuk memberikan jawaban berdasarkan skala 1–5. Skala 1 menunjukkan “Sangat Tidak Setuju”, skala 2 menunjukkan “Tidak Setuju”, skala 3 menunjukkan “Netral”, skala 4 menunjukkan “Setuju”, dan skala 5 menunjukkan “Sangat Setuju”.

Setiap pertanyaan memiliki skor kontribusi antara 0 hingga 4. Untuk pertanyaan positif dengan angka ganjil (1, 3, 5, 7, dan 9), skor kontribusi diperoleh dengan mengurangi 1 dari posisi skala, sedangkan untuk pertanyaan negatif dengan angka genap, skor kontribusi diperoleh dengan mengurangi posisi skala dari 5. Selanjutnya, nilai kontribusi total dari setiap pertanyaan dikalikan dengan 2,5 untuk mendapatkan skor akhir SUS. Skor akhir SUS didapatkan dari perhitungan rata-rata skor SUS setiap responden.

Skor SUS dapat diklasifikasikan menjadi beberapa level kategori. Rata-rata skor SUS di bawah 20,3, masuk kategori “Worst”. Rata-rata skor pada rentang 20,3–35,7 dikategorikan “Awful”, skor 35,8–50,9 masuk kategori “Poor”, skor 51–71,4 berada pada “OK”, skor pada rentang 71,5–85,5 masuk kategori “Good”, skor 85,6–90,9 masuk kategori “Excellent”, dan skor di atas 90,9 dikategorikan “Best”.

### 3) USER EXPERIENCE QUESTIONNAIRE (UEQ)

UEQ adalah sebuah kuesioner yang digunakan untuk mengukur pengalaman pengguna dari suatu produk interaktif. Kuesioner ini merupakan alat yang sering digunakan untuk mengevaluasi kualitas dan kegunaan perangkat lunak berdasarkan pendapat pengguna [27]. Kuesioner UEQ adalah metode pengukuran yang mudah digunakan, dapat diandalkan, dan valid untuk mengukur pengalaman pengguna. Kuesioner

ini dapat digunakan sebagai tambahan dalam metode evaluasi lain untuk mendapatkan penilaian kualitas subjektif.

Evaluasi pengukuran berbasis kuesioner UEQ dibagi menjadi 6 skala aspek dengan 26 butir pernyataan. Aspek UEQ dapat dijelaskan sebagai berikut.

- *Attractiveness*, menunjukkan daya tarik suatu produk secara keseluruhan.
- *Perspicuity*, menyatakan kemudahan suatu produk digunakan oleh pengguna.
- *Efficiency*, menunjukkan tingkat kecepatan pengguna menyelesaikan tugas pada suatu produk tanpa kesesahan.
- *Dependability*, menunjukkan tingkat besarnya kontrol pengguna dalam menggunakan produk.
- *Stimulation*, menunjukkan kemampuan suatu produk dalam memotivasi pengguna.
- *Novelty*, menunjukkan tingkat inovasi dan kreasi produk.

Skala *attractiveness* terdiri atas enam pernyataan, sedangkan skala aspek lainnya terdiri atas empat pernyataan. Setiap pernyataan memiliki tujuh rentang skala, dari -3 hingga +3. Rentang -3 menggambarkan jawaban yang paling negatif, 0 menggambarkan jawaban netral, dan +3 menggambarkan jawaban yang paling positif. Setelah hasil kuesioner UEQ terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis data kuesioner tersebut

UEQ terhadap suatu produk dikelompokkan ke dalam lima kategori berdasarkan skala aspek yang diukur. Kategori “Excellent” terjadi jika berada dalam 10% hasil terbaik; “Good” saat 10% hasil dalam kumpulan data *benchmark* lebih baik dan 75% hasil lainnya lebih buruk; kategori “Above Average” saat 25% hasil dalam kumpulan data *benchmark* lebih baik dan 50% hasil lainnya lebih buruk; kategori “Below Average” jika 50% hasil dalam kumpulan data *benchmark* lebih baik dan 25% hasil lainnya lebih buruk; dan kategori “Bad” saat berada dalam 25% hasil paling buruk.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini diawali dengan pembahasan hasil pengembangan kerangka kerja MDA. Kemudian, dipaparkan pembahasan berdasarkan fitur yang dikembangkan dan penjelasan mengenai hasil dari proses desain gamifikasi, pengembangan aplikasi, serta pengujian masing-masing aspek. Selanjutnya, diuraikan pengujian keseluruhan aplikasi yang melibatkan pengguna nyata atau responden.

### A. KERANGKA KERJA MDA

Proses pengembangan gamifikasi dilakukan menggunakan pendekatan kerangka kerja desain permainan MDA yang terdiri atas mekanika, dinamika, dan estetika. Kerangka kerja MDA digambarkan sebagai hubungan satu arah dari desainer ke pengguna. Kerangka kerja ini memungkinkan desainer membangun fungsi (mekanika) yang pada gilirannya menyediakan interaksi pengguna yang berbeda (dinamika), yang membawa emosi dan pengalaman kepada pengguna (estetika). Biasanya, desainer lebih cenderung melihat permainan dari aspek mekanika, kemudian dinamika, dan terakhir estetika, sedangkan pemain cenderung melihat ke arah yang berlawanan, dimulai dari aspek estetika, kemudian dinamika, dan terakhir mekanika.

Penggunaan metode dan rancangan ini disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan adanya gamifikasi dalam aplikasi yang dikembangkan.

## 1) MEKANIKA

Mekanika permainan berfokus pada aturan-aturan dalam peraturan permainan. Mekanika permainan yang tersusun pada aplikasi ini adalah sebagai berikut.

- Terdapat dua mode pada aplikasi, yaitu “Pembelajaran Materi” dan “Kuis”. Pembelajaran melibatkan materi dasar tentang CDSS. Pengguna dapat membaca materi dari konsep umum hingga EHR. Sementara itu, mode kuis melibatkan pertanyaan dan jawaban untuk menguji pengetahuan. Pengguna dapat mendapatkan poin dari kuis yang benar.
- Poin memberikan insentif kepada pengguna dalam menyelesaikan tugas atau mencapai tujuan tertentu.
- “Achievements” memberikan penghargaan seperti sertifikat atau *badge* ketika pengguna mencapai tujuan atau pencapaian tertentu.
- “Time attack” pada fitur kuis memberikan tantangan waktu untuk mengerjakan kuis. Waktu juga memengaruhi poin.

## 2) DINAMIKA

Setelah penyelesaian desain mekanika permainan, dilakukan desain dinamika permainan. Dinamika merujuk pada perilaku sistem permainan yang timbul dari interaksi antara pemain dengan mekanika permainan. Ini mencakup respons terhadap tindakan pemain, aliran permainan, pola interaksi, dan perubahan yang terjadi seiring permainan berlangsung. Dinamika permainan yang tersusun pada aplikasi ini ialah sebagai berikut.

- Materi dan kuis yang diakses berurutan merupakan elemen dinamis yang melibatkan pengguna dalam mengeksplorasi dan memperoleh pengetahuan secara berurutan. Pengguna dapat menavigasi melalui materi yang disusun dengan urutan tertentu untuk memahami konten aplikasi secara sistematis.
- *Leaderboard* merupakan elemen dinamis yang memungkinkan pengguna melihat peringkat sendiri dan peringkat pengguna lain dalam aplikasi. Unsur ini menciptakan dinamika persaingan di antara pengguna, mendorong pengguna untuk mencapai skor tinggi, dan berada di peringkat teratas.

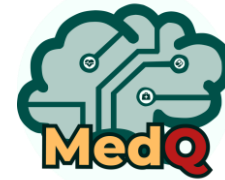
## 3) ESTETIKA

Estetika mencakup perasaan dan emosi pemain saat bermain, termasuk kegembiraan, kepuasan, dan tantangan. Estetika permainan yang tersusun pada aplikasi ini adalah sebagai berikut.

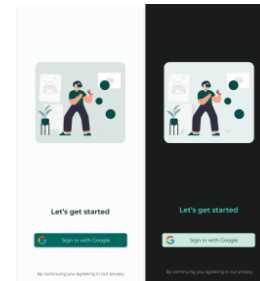
- *Unlocking part* dengan urutan memberikan perasaan pencapaian saat membuka materi baru.
- *Onboarding* sebagai panduan bagi pengguna baru agar dapat mengikuti dinamika permainan.
- Desain visual sebagai antarmuka menarik yang meningkatkan pengalaman pengguna dan daya tarik aplikasi.

## B. PENGEMBANGAN DESAIN

Gamifikasi yang diimplementasikan merupakan elemen gamifikasi untuk domain pembelajaran *declarative knowledge*. Dengan demikian, elemen utama dari desain ini adalah pengembangan desain pembelajaran yang diimplementasikan menjadi sebuah fitur materi yang disusun berurutan dan sebuah kuis yang dapat dikerjakan berulang-ulang. Pengembangan gamifikasinya sendiri menggunakan kerangka kerja MDA.



Gambar 3. Logo aplikasi MedQ.



Gambar 4. Hi-Fi fitur set *sign-in*.

Kerangka kerja ini mengimplementasikan mekanika permainan, dinamika permainan, dan estetika permainan ke dalam aplikasi pembelajaran.

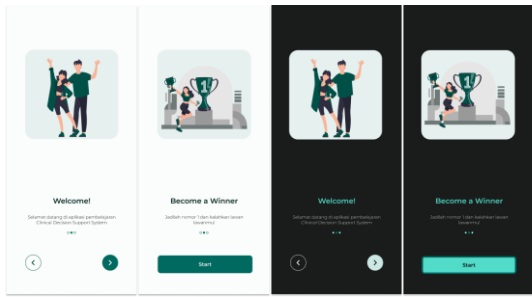
Warna utama yang digunakan dalam desain aplikasi ini adalah hijau. Hijau dipilih karena memberikan kesan segar dan sehat. Pemilihan warna yang tepat untuk konteks pembelajaran merupakan upaya untuk memenuhi elemen estetika permainan untuk menarik pengguna menggunakan aplikasinya. Aplikasi ini dinamai “MedQ” untuk kesan simpel dan mudah diingat. MedQ adalah kependekan dari Medical Education Quiz.

Hasil pertama dari penelitian ini adalah prototipe desain *hi-fidelity wireframe* dari aplikasi yang dikembangkan. Prototipe ini dibuat berdasarkan fitur set yang dikembangkan dan terdiri atas tema terang dan tema gelap. Pada setiap fitur set ini, elemen gamifikasi yang dapat diimplementasikan juga diidentifikasi. Setiap fitur set tentunya memiliki elemen dan tujuan gamifikasinya masing-masing. Dari prototipe yang dikembangkan, kemudian dibuat bentuk aplikasi *flutter* sebagai *front-end* untuk pengembangannya dengan *back-end service* menggunakan Firebase. Logo aplikasi ditampilkan pada Gambar 3.

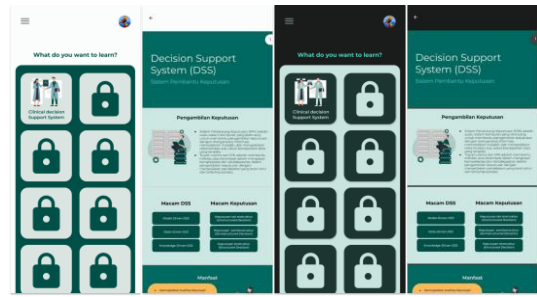
Fitur pertama adalah halaman *sign-in*. Melalui fitur ini pengguna mendaftar untuk mengakses aplikasi dengan autentikasi akun Google. Prototipe halaman *sign-in* ini, yang ditunjukkan dalam Gambar 4, memiliki satu tombol yang meminta autentikasi Google dari pengguna. Gambar ditambahkan untuk estetika aplikasi dan tema gelap diimplementasikan untuk memberikan tampilan estetis saat mode gelap digunakan di ponsel.

Fitur set berikutnya mencakup halaman *on boarding* dengan desain yang terlihat pada Gambar 5. Halaman ini muncul apabila pengguna belum melakukan *Sign-in* dan bertujuan memberikan kesan dinamis tentang perjalanan penggunaan. Halaman *on boarding* terdiri atas tiga halaman, dengan setiap halaman memiliki kalimat berbeda. Tombol navigasi memungkinkan perpindahan antarhalaman dan menuju halaman *dashboard*.

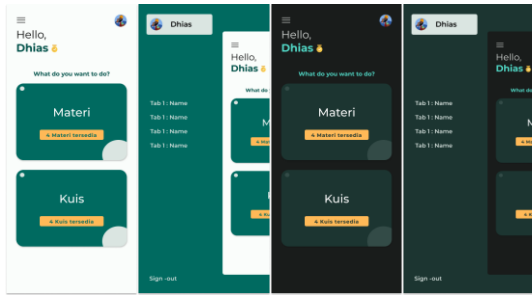
Selain itu, halaman utama aplikasi juga termasuk dalam fitur set ini, dengan desain seperti yang tampak pada Gambar 6. Gambar ini terbagi menjadi visualisasi halaman utama dan *drawer*. Mode-mode permainan langsung tersedia, yaitu mode materi untuk melihat materi yang disediakan dan mode kuis untuk menguji pemahaman. Kedua mode ini menghadirkan



Gambar 5. Hi-Fi fitur set on boarding.



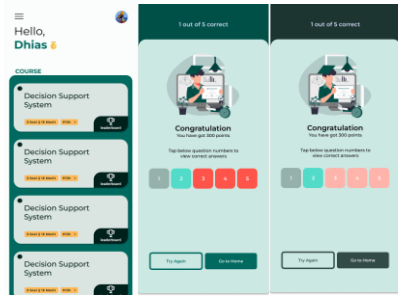
Gambar 8. Hi-Fi fitur set materi.



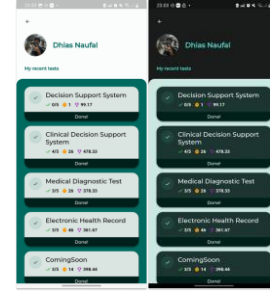
Gambar 6. Hi-Fi fitur set halaman utama.



Gambar 9. Hi-Fi fitur set leaderboard.



Gambar 7. Hi-Fi antarmuka halaman kuis.



Gambar 10. Hi-Fi fitur set profil.

dinamika permainan, memungkinkan pengguna mendapatkan materi dan mengikuti kuis. Halaman ini juga menawarkan *side drawer* untuk profil dan *sign-out* serta *tab* tambahan dengan informasi pengembang dan tautan media sosial dalam konteks penelitian ini. Unsur mekanika ditampilkan pada peletakan elemen mode, sedangkan unsur estetika dapat dilihat pada desain antarmuka pengguna, pemilihan tema gelap untuk tampilan estetika modern dan kekinian, serta adanya foto profil pemilik akun.

Fitur set berikutnya adalah aktivitas mengerjakan kuis. Pertama, desain dibuat untuk memilih kuis. Daftar kuis yang ada dalam aplikasi ditampilkan di gambar tersebut. Setiap pilihan akan membuka halaman kuis seperti diilustrasikan dalam Gambar 7. Fitur terkait pengerjaan kuis dan navigasi menunjukkan implementasi faktor mekanika. Dalam daftar setiap kuis juga disertakan tombol untuk menuju fitur set *leaderboard*. Penyajian kuis secara berurutan bertujuan untuk memberikan kesan dinamika permainan dalam aplikasi ini.

Halaman kuis terdiri atas tiga bagian, yaitu halaman menjawab kuis, melihat gambaran keseluruhan kuis, dan pengiriman jawaban kuis. Mekanika permainan pada halaman ini melibatkan aspek waktu sebagai penentu lamanya kuis dikerjakan. Elemen waktu ini juga berperan dalam dinamika permainan karena memengaruhi respons pengguna. Fitur ini juga mengatur sistem poin permainan yang diperoleh pengguna. Halaman hasil ini akan menampilkan poin yang diperoleh oleh pengguna dan jumlah jawaban yang benar dijawab oleh pengguna. Jawaban benar yang lebih banyak dan waktu yang lebih singkat memberikan poin yang lebih besar. Estetika fitur

ini mengikuti tema keseluruhan aplikasi. Fitur set ini diakhiri dengan hasil setelah pengguna menyelesaikan kuis. Poin benar dihitung dan disimpan di basis data aplikasi. Poin tersebut kemudian diurutkan berdasarkan kuis tertinggi. Halaman hasil ditampilkan di Gambar 8. Gambar tersebut menunjukkan desain fitur set materi. Fitur ini memaparkan materi dalam format PDF yang dapat diakses secara berurutan. Ini adalah bagian dari dinamika permainan yang diimplementasikan dalam aplikasi. Fitur ini dibuat seperti demikian dengan tujuan meningkatkan keterlibatan kognitif, yaitu pengguna yang terlibat secara kognitif aktif dalam memproses, menganalisis, dan menafsirkan informasi secara urut.

Gambar 9 menampilkan desain halaman *leaderboard* dalam mode terang dan mode gelap. *Leaderboard* mengurutkan poin dari kuis-kuis yang telah dikerjakan dalam fitur set kuis. Fitur ini merupakan salah satu fitur yang diharapkan masuk ke dalam aspek *social student engagement* yang diimplementasikan ke dalam aplikasi MedQ.

Data poin yang dikumpulkan oleh pengguna diambil dan diurutkan berdasarkan nilai tertinggi. Fitur ini adalah salah satu elemen dinamika yang ada dalam aplikasi.

Kuis yang diselesaikan dicatat dalam halaman profil, mirip dengan pencapaian yang diperoleh setelah menyelesaikannya. Gambar 10 menunjukkan desain halaman profil dalam mode terang dan gelap. Fitur ini adalah bagian dari mekanika permainan. Pengguna akan mendapatkan penghargaan sesuai jumlahnya. Hal ini juga berkontribusi pada dinamika permainan dengan pengguna bersaing untuk meraih lebih banyak penghargaan.

TABEL II  
PENGUJIAN *BLACK-BOX*

ID	Aktivitas Utama	Hasil
A-01	Aplikasi mampu memberikan akses dan mencatat pengguna pada sistem.	Berhasil
A-02	Aplikasi mampu mengerjakan fungsionalitas pada halaman utama.	Berhasil
A-03	Aplikasi mampu mengerjakan fungsionalitas pada fitur materi.	Berhasil
A-04	Aplikasi mampu mengerjakan fungsionalitas pada fitur kuis.	Berhasil
A-05	Aplikasi mampu mengerjakan fungsionalitas pada fitur <i>leaderboard</i> .	Berhasil
A-06	Aplikasi mampu mengerjakan fungsionalitas pada fitur <i>achievement</i> .	Berhasil
A-07	Aplikasi mampu mengerjakan fungsionalitas pada halaman utama.	Berhasil

C. ANALISIS HASIL PENGUJIAN

1) PENGUJIAN *BLACK-BOX*

Pengujian kapabilitas aplikasi dilakukan menggunakan pengujian *black-box*. Pada uji ini dilakukan pengujian tujuh skenario dan keseluruhannya dinyatakan berhasil. Hasil uji *black-box* disajikan pada Tabel II.

2) PENGUJIAN SUS

Pengujian kegunaan dilakukan secara langsung dengan menggunakan kuesioner SUS berbentuk Google Form. Sebelum dilakukan pengujian, para responden diberi informasi tentang aplikasi dan diminta untuk membaca serta menyetujui lembar persetujuan. Setelah mendapatkan persetujuan dan membaca lembar persetujuan tersebut, pengujian dimulai. Para responden mencoba semua fitur yang tersedia dalam aplikasi MedQ, termasuk fitur kuis dan fitur materi. Para responden diberi kebebasan untuk mencoba seluruh bagian aplikasi. Setelah mencoba semua fitur, para responden diminta untuk mengisi kuesioner SUS melalui Google Form. Pengujian ini melibatkan 38 responden.

Hasil pengujian MedQ memperoleh rata-rata skor SUS sebesar 74,9, yang menunjukkan bahwa aplikasi MedQ masuk dalam kategori “Good” berdasarkan klasifikasi skor rata-rata. Dari rata-rata skor SUS, dapat disimpulkan bahwa aplikasi MedQ layak dan dapat diterima dalam hal kegunaannya.

3) PENGUJIAN UEQ

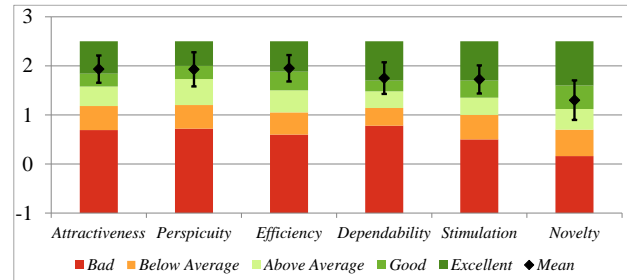
Pengujian pengalaman pengguna dilakukan secara langsung menggunakan kuesioner UEQ berbentuk Google Form. Proses ini dilakukan bersamaan dengan pengujian SUS. Hasil rata-rata skala UEQ untuk setiap aspek pengalaman pengguna terhadap *benchmark* UEQ aplikasi MedQ ditunjukkan dalam Tabel III dan Gambar 11.

Aplikasi MedQ mendapatkan nilai rata-rata 1,93 untuk skala *attractiveness*, 1,93 untuk skala *perspicuity*, dan 1,95 untuk skala *efficiency*. Pada skala *dependability*, aplikasi MedQ meraih nilai rata-rata 1,75, sedangkan skala *stimulation* mendapatkan nilai rata-rata 1,72 dan pada skala *novelty*, aplikasi MedQ mencapai nilai rata-rata 1,3. Hasil pengujian UEQ ditunjukkan pada grafik *benchmark* Gambar 12.

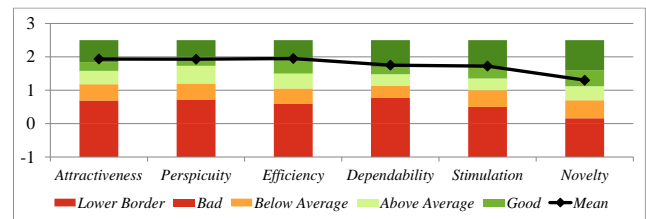
Hasil dari perbandingan terhadap *benchmark* pada Gambar 12 menunjukkan nilai *attractiveness*, *efficiency*, *dependability*, dan *stimulation* berada pada level “Excellent” karena pada rentang 10% hasil terbaik. Sementara itu, nilai *perspicuity* dan *novelty* berada pada kategori “Good”, dengan 10% hasil dalam kumpulan data *benchmark* lebih baik dan 75% hasil lainnya lebih buruk. Apabila dibandingkan dengan *benchmark*, aplikasi

TABEL III  
RATA-RATA HASIL PENGUJIAN UEQ

Skala UES (Rata-Rata dan Varians)		
<i>Attractiveness</i>	↑ 1,933	0,71
<i>Perspicuity</i>	↑ 1,929	1,11
<i>Efficiency</i>	↑ 1,950	0,66
<i>Dependability</i>	↑ 1,750	0,95
<i>Stimulation</i>	↑ 1,721	0,75
<i>Novelty</i>	↑ 1,300	1,48



Gambar 11. Grafik rata-rata hasil pengujian UEQ.



Gambar 12. Grafik *benchmark* pengujian UEQ.

MedQ masuk ke dalam kategori “Excellent” untuk skala *attractiveness*, *efficiency*, *dependability*, dan *stimulation*, tetapi masuk kategori “Good” untuk skala kejelasan dan kebaruan.

V. KESIMPULAN

Aplikasi MedQ adalah media pembelajaran elektronik yang secara spesifik membahas mengenai CDSS. MedQ telah berhasil dikembangkan dengan mengimplementasikan lima aktivitas utama. Aktivitas tersebut dimulai dari melihat *dashboard* halaman utama, mempelajari materi, mengerjakan kuis singkat mengenai materi, melihat urutan *leaderboard* dari kuis terkait, dan melihat penghargaan atau *achievement* berdasarkan kuis terkait. Dalam proses pengembangannya, MedQ diuji menggunakan tiga instrumen. Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan pengujian *black box* yang menghasilkan 100% “Berhasil”, sehingga disimpulkan bahwa semua fitur berjalan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Pengujian kegunaan menggunakan SUS mendapatkan nilai 74,9 yang masuk ke dalam kategori “Good”. Pengujian pengalaman pengguna menggunakan UEQ menunjukkan bahwa aplikasi MedQ termasuk dalam kategori “Excellent” untuk aspek *attractiveness*, *efficiency*, *dependability*, dan *stimulation*, serta termasuk dalam kategori “Good” untuk aspek *perspicuity* dan *novelty*. Aplikasi MedQ ini adalah prototipe awal yang terbatas pada pengenalan konsep dasar CDSS. Konten pada aplikasi akan dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan contoh kasus CDSS untuk memperkaya pemahaman mahasiswa. MedQ juga akan diuji coba langsung ke komunitas mahasiswa yang lebih luas dan di dalam kelas untuk mendukung proses pembelajaran.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan selama penulisan penelitian ini.

## KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi dan metodologi, Dhias Muhammad Naufal, Adhistrya Erna Permanasari, dan Paulus Insap Santosa; perangkat lunak, Dhias Muhammad Naufal; validasi, Adhistrya Erna Permanasari dan Paulus Insap Santosa; penulisan—penyusunan draf asli, Dhias Muhammad Naufal, Adhistrya Erna Permanasari; penulisan—peninjauan dan penyuntingan, Adhistrya Erna Permanasari; visualisasi, Adhistrya Erna Permanasari; administrasi proyek, Adhistrya Erna Permanasari, Silmi Fauziati, dan Indriana Hidayah; akuisisi pendanaan, Adhistrya Erna Permanasari, Silmi Fauziati, dan Indriana Hidayah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapatkan dukungan dari pendanaan Penelitian Fundamental Reguler Universitas Gadjah Mada tahun anggaran 2023 no kontrak 3167/UN1/DITLIT/Dit-Lit/PT.01.03/2023.

## REFERENSI

- [1] R. Takahashi dan Y. Kajikawa, "Computer-aided diagnosis: A survey with bibliometric analysis," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 101, hal. 58–67, Mei 2017, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2017.02.004.
- [2] A. Teufel dan H. Binder, "Clinical decision support systems," *Visc. Med.*, vol. 37, no. 6, hal. 491–497, Des. 2021, doi: 10.1159/000519420.
- [3] A.J. Irawan, F.A.T. Tobing, dan E.E. Surbakti, "Implementation of gamification Octalysis method at design and build a react native framework learning application," dalam *2021 6th Int. Conf. New Media Stud. (CONMEDIA)*, 2021, hal. 118–123, doi: 10.1109/CONMEDIA53104.2021.9617171.
- [4] J. Schell, *The Art of Game Design: A Book of Lenses*, 3rd ed. Boca Raton, FL, AS: CRC Press, 2019.
- [5] E. Pradanika, Y. Widyani, dan Y. Rusmawati, "Designing gamification for programming learning applications," dalam *2022 Int. Conf. Data Softw. Eng. (ICoDSE)*, 2022, hal. 18–23, doi: 10.1109/ICoDSE56892.2022.9972176.
- [6] F. Marisa dkk., "Gamifikasi (gamification) konsep dan penerapan," *JOINTECS (J. Inf. Technol. Comput. Sci.)*, vol. 5, no. 3, hal. 219–228, Sep. 2020, doi: 10.31328/jointecs.v5i3.1490.
- [7] A.N. Saleem, N.M. Noori, dan F. Ozdamli, "Gamification applications in e-learning: A literature review," *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 27, no. 1, hal. 139–159, Mar. 2022, doi: 10.1007/s10758-020-09487-x.
- [8] M. Sailer dan L. Homner, "The gamification of learning: A meta-analysis," *Educ. Psychol. Rev.*, vol. 32, hal. 77–112, Mar. 2020, doi: 10.1007/s10648-019-09498-w.
- [9] L.F. Rodrigues, A. Oliveira, dan H. Rodrigues, "Main gamification concepts: A systematic mapping study," *Heliyon*, vol. 5, no. 7, hal. 1–13, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01993.
- [10] J. Koivisto dan J. Hamari, "The rise of motivational information systems: A review of gamification research," *Int. J. Inf. Manag.*, vol. 45, hal. 191–210, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.013.
- [11] J. Hu, "Book reviews: Gamification in learning and education: Enjoy learning like gaming," *Br. J. Educ. Stud.*, vol. 68, no. 2, hal. 265–267, Apr. 2020, doi: 10.1080/00071005.2019.1682276.
- [12] J.M.P. Andreu, "Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios," *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, vol. 32, no. 1, hal. 73–99, Jan.-Jun. 2020, doi: 10.14201/teri.20625.
- [13] K. Krishnamurthy dkk., "Benefits of gamification in medical education," *Clin. Anat.*, vol. 35, no. 6, hal. 795–807, Sep. 2022, doi: 10.1002/ca.23916.
- [14] E. Pesare, T. Roselli, N. Corriero, dan V. Rossano, "Game-based learning and gamification to promote engagement and motivation in medical learning contexts," *Smart Learn. Environ.*, vol. 3, hal. 1–21, Apr. 2016, doi: 10.1186/s40561-016-0028-0.
- [15] S. Felszeghy dkk., "Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching," *BMC Med. Educ.*, vol. 19, hal. 1–11, Jul. 2019, doi: 10.1186/s12909-019-1701-0.
- [16] I. Cretu, M. Grigore, dan I.S. Scripcariu, "Get ready for gen Z, our next generation of medical students," *Rev. Cercet. Interv. Soc.*, vol. 69, hal. 283–292, Jun. 2020, doi: 10.33788/rcis.69.18.
- [17] Leilimosalanejad dan S. Abdollahifard, "Gamification in psychiatry: Design and development of native model and the innovate strategy in medical education as a funny and exciting learning," *Pak. J. Med. Health Sci.*, vol. 12, no. 4, hal. 1820–1828, Okt.-Des. 2018.
- [18] F.A. dos Reis Lívero dkk., "Playfulness in the classroom: Gamification favor the learning of pharmacology," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 26, no. 2, hal. 2125–2141, Mar. 2021, doi: 10.1007/s10639-020-10350-w.
- [19] Z. Athiyah, A.E. Permanasari, dan S. Wibirama, "Development of gamification design on heart anatomy learning media," dalam *2022 4th Int. Conf. Biomed. Eng. (IBIOMED)*, 2022, hal. 97–102, doi: 10.1109/IBIOMED56408.2022.9987817.
- [20] M.D. Szeto dkk., "Gamification and game-based strategies for dermatology education: Narrative review," *JMIR Dermatol.*, vol. 4, no. 2, Jul.-Dec. 2021, Art. no. 30325, doi: 10.2196/30325.
- [21] L.F. Hamdi, B.S. Hantono, dan A.E. Permanasari, "Gamification methods of game-based learning applications in medical competence: A systematic literature review," dalam *2022 Int. Symp. Inf. Technol. Digit. Innov. (ISITDI)*, 2022, hal. 50–54, doi: 10.1109/ISITDI55734.2022.9944535.
- [22] G. Gay dan H. Hembrooke, *Activity-Centered Design: An Ecological Approach to Designing Smart Tools and Usable Systems*. Cambridge, MA, AS: The MIT Press, 2004.
- [23] R. Hunicke, M. Leblanc, dan R. Zubek, "MDA: A formal approach to game design and game research," dalam *Proc. AAAI Workshop Chall. Game AI*, 2004, hal. 1–5.
- [24] K.M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, CA, AS: Pfeiffer, 2012.
- [25] B. Beizer dan J. Wiley, "Black box testing: Techniques for functional testing of software and systems," *IEEE Softw.*, vol. 13, no. 5, hal. 98, Sep. 1996, doi: 10.1109/ms.1996.536464.
- [26] C. Hass, "A practical guide to usability testing," dalam *Consumer Informatics and Digital Health: Solutions for Health and Health Care*. Cham, Swiss: Springer, 2019, ch. 2, sec. 6, hal. 107–124.
- [27] M. Schrepp, *User Experience Questionnaire Handbook Version 8*. (2019). Tanggal akses: 19-Agu-2023. [Online]. Tersedia: www.ueq-online.org