



# Perancangan Aplikasi Quiz Interaktif Berbasis Multimedia Menggunakan UML dan MDLC

Much Nur Syams Simaja<sup>1</sup>, Ali Ikhwan<sup>1\*</sup>, Fakhri Alauddin Tarihoran<sup>1</sup>, Dzakwan Abbas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: [1much.n.s.simaja@gmail.com](mailto:much.n.s.simaja@gmail.com), [2\\*ali\\_ikhwan@uisu.ac.id](mailto:ali_ikhwan@uisu.ac.id), [3fakhrialauddin44@gmail.com](mailto:fakhrialauddin44@gmail.com), [4dzakwanabbas018@gmail.com](mailto:dzakwanabbas018@gmail.com)

(\* : coresponding author)

**Abstrak**– Penelitian ini bertujuan merancang prototipe aplikasi quiz interaktif berbasis multimedia sebagai media evaluasi pembelajaran digital. Permasalahan yang diangkat adalah media evaluasi konvensional belum selalu menyediakan timer, skor otomatis, pembahasan jawaban, leaderboard, dan pengelolaan soal yang terintegrasi. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development dengan model *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC) yang terdiri atas tahap concept, design, material collecting, assembly, testing, dan distribution. Pemodelan sistem dilakukan menggunakan Unified Modeling Language (UML), meliputi use case diagram, activity diagram siswa, activity diagram admin, dan class diagram. Hasil penelitian berupa rancangan sistem dan prototipe antarmuka yang memuat fitur login, pemilihan quiz, pengerjaan soal dengan timer, perhitungan skor, pembahasan, leaderboard, serta pengelolaan soal oleh admin. Evaluasi dilakukan melalui pengujian black-box pada level prototipe untuk memeriksa kesesuaian fitur terhadap skenario kebutuhan. Hasil evaluasi menunjukkan seluruh skenario utama telah terwakili pada rancangan prototipe. Penelitian ini menghasilkan dasar pengembangan aplikasi quiz interaktif yang dapat dilanjutkan ke implementasi penuh dan uji usability pengguna.

**Kata Kunci:** Aplikasi Quiz, Multimedia, UML, MDLC, *Black Box Testing*

**Abstract**– This study aims to design a multimedia-based interactive quiz application prototype as a digital learning evaluation medium. The main problem addressed is that conventional assessment media do not always provide an integrated timer, automatic scoring, answer discussion, leaderboard, and question management. The research applies a Research and Development approach using the *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), consisting of concept, design, material collecting, assembly, testing, and distribution stages. System modeling is performed using Unified Modeling Language (UML), including a use case diagram, student activity diagram, admin activity diagram, and class diagram. The result is a system design and interface prototype that includes login, quiz selection, timer-based question answering, score calculation, answer discussion, leaderboard, and question management by the admin. Evaluation is conducted using black-box testing at the prototype level to verify feature conformity with requirement scenarios. The evaluation results indicate that all main scenarios have been represented in the prototype design. This study provides a foundation for further development into a fully functional application and user usability testing.

**Keywords:** Interactive Quiz, Multimedia, UML, MDLC, *Black Box Testing*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi mendorong institusi pendidikan memanfaatkan media digital untuk mendukung pembelajaran dan evaluasi. Evaluasi pembelajaran tidak lagi hanya berfungsi sebagai alat pengukuran akhir, tetapi juga sebagai sarana umpan balik cepat agar peserta didik mengetahui capaian, kesalahan, dan materi yang perlu dipelajari kembali. Dalam praktik pembelajaran konvensional, guru sering memerlukan waktu tambahan untuk mengoreksi jawaban, menyusun rekap nilai, dan memberikan pembahasan. Kondisi tersebut dapat mengurangi kecepatan umpan balik yang diterima siswa.

Aplikasi quiz interaktif merupakan salah satu bentuk media evaluasi digital yang menggabungkan teks, elemen visual, navigasi interaktif, timer, skor otomatis, dan leaderboard. Fitur timer mendorong kedisiplinan pengerjaan, skor otomatis mempercepat proses penilaian, pembahasan membantu siswa memahami alasan jawaban benar, sedangkan leaderboard menambahkan unsur kompetitif yang dapat meningkatkan keterlibatan belajar. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengembangan media pembelajaran interaktif banyak menggunakan metode

MDLC dan mengevaluasi produk melalui black-box testing serta System Usability Scale (Alvendri et al., 2023; Setiawan et al., 2024; Wibowo & Murinto, 2023; Isfa' Lana & Widodo, 2026).

Walaupun berbagai media pembelajaran digital telah dikembangkan, sebagian rancangan masih berfokus pada penyajian materi atau visualisasi objek tertentu. Penelitian ini diarahkan pada perancangan sistem evaluasi pembelajaran berupa aplikasi quiz interaktif yang mengintegrasikan alur siswa dan admin dalam satu model sistem. Siswa dapat melakukan login, memilih quiz, mengerjakan soal dengan timer, melihat skor, membaca pembahasan, dan melihat leaderboard. Admin dapat mengelola soal dan mengatur quiz. Perbedaan utama penelitian ini terletak pada pemodelan UML yang menghubungkan kebutuhan pengguna, alur aktivitas, struktur kelas, dan prototipe antarmuka dalam satu rancangan yang siap dikembangkan menjadi aplikasi operasional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana merancang aplikasi quiz interaktif berbasis multimedia menggunakan UML dan MDLC; (2) bagaimana menyusun prototipe antarmuka yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan admin; dan (3) bagaimana mengevaluasi kesesuaian fitur utama pada level prototipe menggunakan black-box testing. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rancangan dan prototipe aplikasi quiz interaktif berbasis multimedia yang dapat digunakan sebagai dasar implementasi sistem evaluasi pembelajaran digital.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) karena menghasilkan produk berupa rancangan sistem dan prototipe aplikasi. Model pengembangan yang digunakan adalah Multimedia Development Life Cycle (MDLC). MDLC dipilih karena sesuai untuk produk multimedia interaktif yang membutuhkan tahap konseptual, desain, pengumpulan bahan, pembuatan prototipe, pengujian, dan distribusi, serta banyak digunakan dalam pengembangan media pembelajaran digital (Rahmatika et al., 2023; Septian et al., 2021). Dalam konteks penelitian ini, produk belum diklaim sebagai aplikasi produksi penuh, melainkan prototipe rancangan yang memvisualisasikan fitur utama aplikasi quiz interaktif.

**Tabel 1.** Tahapan Pengembangan Menggunakan MDLC

<b>Tahap</b>	<b>Aktivitas Penelitian</b>	<b>Keluaran</b>
<i>Concept</i>	Identifikasi aktor, masalah evaluasi pembelajaran, dan tujuan aplikasi.	Daftar kebutuhan siswa dan admin.
<i>Design</i>	Pembuatan use case diagram, activity diagram, class diagram, dan rancangan antarmuka.	Dokumen rancangan UML dan UI mockup.
<i>Material Collecting</i>	Pengumpulan contoh soal, pilihan jawaban, kunci jawaban, pembahasan, ikon, warna, dan komponen visual.	Daftar materi soal dan aset antarmuka.
<i>Assembly</i>	Penyusunan prototipe antarmuka untuk alur login, pilih quiz, pengerjaan soal, hasil, leaderboard, dan admin.	Prototipe aplikasi quiz interaktif.
<i>Testing</i>	Pemeriksaan fitur menggunakan skenario black-box pada level prototipe.	Tabel hasil pengujian fungsional prototipe.
<i>Distribution</i>	Penyusunan dokumen rancangan dan rekomendasi implementasi lanjutan.	Artikel dan paket rancangan pengembangan.

## 2.2 Kebutuhan Sistem

Kebutuhan sistem diperoleh dari analisis aktor yang terlibat dalam aplikasi, yaitu siswa dan admin. Siswa berinteraksi dengan fitur pembelajaran dan evaluasi, sedangkan admin bertanggung jawab terhadap pengelolaan soal serta pemeliharaan konten quiz. Kebutuhan fungsional disusun agar setiap fitur pada prototipe memiliki dasar kebutuhan yang jelas dan dapat diuji melalui skenario black-box.

**Tabel 2.** Kebutuhan Fungsional Aplikasi

No	Aktor	Kebutuhan Fungsional
1	Siswa	Melakukan daftar akun dan login untuk mengakses dashboard.
2	Siswa	Melihat daftar quiz beserta judul, jumlah soal, dan durasi.
3	Siswa	Mengerjakan soal pilihan ganda dengan bantuan timer.
4	Siswa	Melihat skor otomatis setelah quiz selesai.
5	Siswa	Melihat pembahasan jawaban benar dan salah.
6	Siswa	Melihat leaderboard berdasarkan skor.
7	Admin	Login admin dan mengakses dashboard pengelolaan.
8	Admin	Menambah, mengubah, dan menghapus soal.
9	Admin	Mengatur quiz, publikasi, dan melihat rekap nilai.

## 2.3 Teknik Analisis dan Pengujian

Analisis sistem dilakukan dengan UML untuk menggambarkan batas sistem, interaksi aktor, alur aktivitas, dan struktur kelas. Use case diagram digunakan untuk mengidentifikasi layanan yang tersedia untuk siswa dan admin. Activity diagram digunakan untuk memperjelas urutan aktivitas pengguna dan respon sistem. Class diagram digunakan untuk menggambarkan struktur data dan relasi objek yang mendukung implementasi aplikasi.

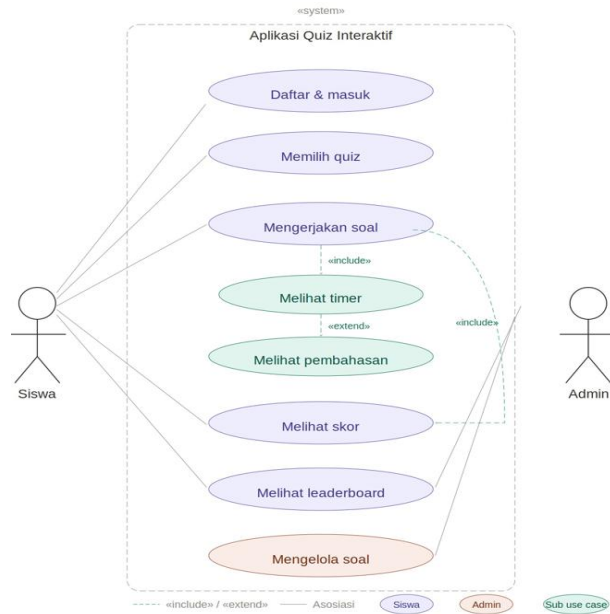
Pengujian dilakukan menggunakan black-box testing pada level prototipe. Pengujian ini tidak memeriksa kode program internal, tetapi memeriksa apakah fitur yang ditampilkan pada prototipe telah sesuai dengan skenario kebutuhan. Teknik ini lazim digunakan untuk memvalidasi fungsi aplikasi dari perspektif input dan output (Uminingsih et al., 2022; Salsabila & Nirsal, 2025). Karena produk yang dihasilkan masih berupa prototipe rancangan, pengujian usability kepada responden nyata direkomendasikan sebagai tahap lanjutan sebelum implementasi operasional menggunakan instrumen seperti System Usability Scale (Brooke, 1996; Kurniawan et al., 2022).

# 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

## 3.1 Analisis Aktor dan Use Case Diagram

Aplikasi quiz interaktif memiliki dua aktor utama, yaitu siswa dan admin. Aktor siswa menggunakan aplikasi untuk mengikuti proses evaluasi pembelajaran, sedangkan aktor admin mengelola data soal, quiz, dan hasil nilai. Use case siswa meliputi daftar dan masuk, memilih quiz, mengerjakan soal, melihat timer, melihat skor, melihat pembahasan, serta melihat leaderboard. Use case admin meliputi login admin dan pengelolaan soal.

Relasi include digunakan pada fitur timer karena timer menjadi bagian yang wajib muncul selama pengerjaan soal. Relasi extend diterapkan pada pembahasan karena siswa dapat memilih untuk melihat atau tidak melihat pembahasan setelah skor ditampilkan. Pada rancangan lanjutan, use case admin dapat diperluas dengan fitur kelola quiz, publikasi quiz, dan rekap nilai agar sesuai dengan *activity diagram admin*.

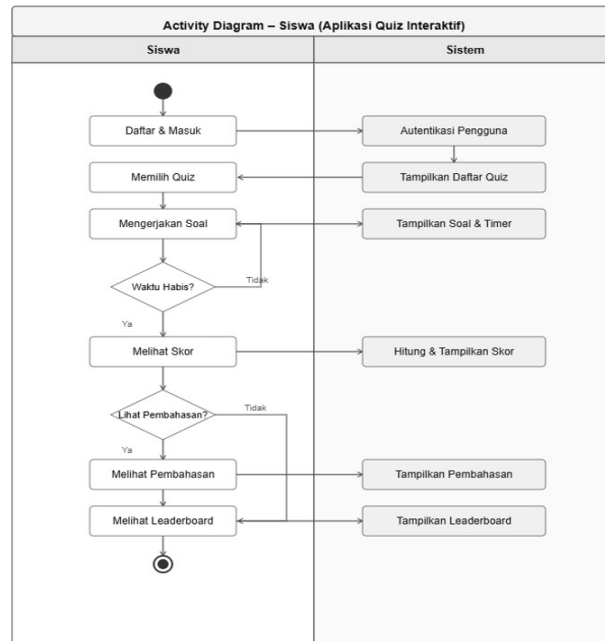


**Gambar 1.** Use Case Diagram Aplikasi Quiz Interaktif

### 3.2 Activity Diagram Siswa

Activity diagram siswa menggambarkan proses utama dari awal autentikasi sampai siswa menyelesaikan quiz. Alur dimulai dari daftar atau login, kemudian sistem melakukan autentikasi dan menampilkan daftar quiz. Setelah siswa memilih quiz, sistem menampilkan soal dan timer. Saat pengerjaan selesai atau waktu habis, sistem menghitung skor dan menampilkan hasil. Siswa selanjutnya dapat memilih melihat pembahasan, lalu melihat leaderboard sebelum proses berakhir.

Pembagian swimlane antara siswa dan sistem memperjelas tanggung jawab setiap pihak. Siswa melakukan aksi seperti memilih quiz, menjawab soal, dan menentukan apakah ingin melihat pembahasan. Sistem menangani proses autentikasi, penyajian soal, timer, perhitungan skor, pembahasan, dan leaderboard.

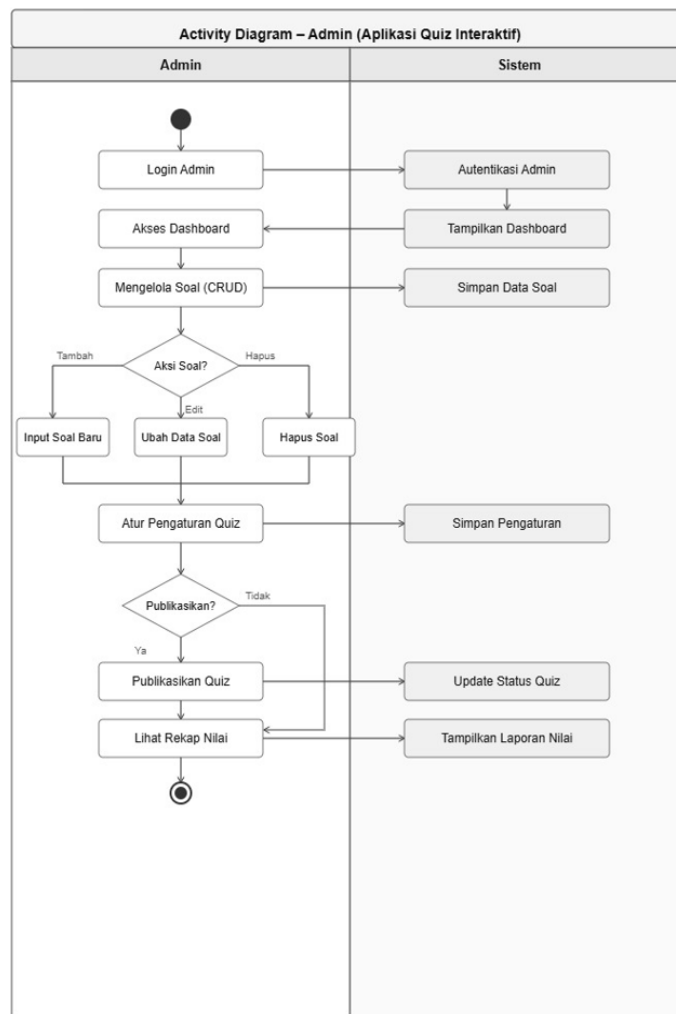


**Gambar 2.** Activity Diagram Siswa

### 3.3 Activity Diagram Admin

Activity diagram admin menunjukkan alur pengelolaan konten quiz. Admin melakukan login, mengakses dashboard, kemudian mengelola soal melalui operasi tambah, edit, dan hapus. Setelah data soal dikelola, admin dapat mengatur quiz, menentukan status publikasi, dan melihat rekap nilai. Sistem berperan melakukan autentikasi, menampilkan dashboard, menyimpan data soal, menyimpan pengaturan, memperbarui status quiz, serta menampilkan laporan nilai.

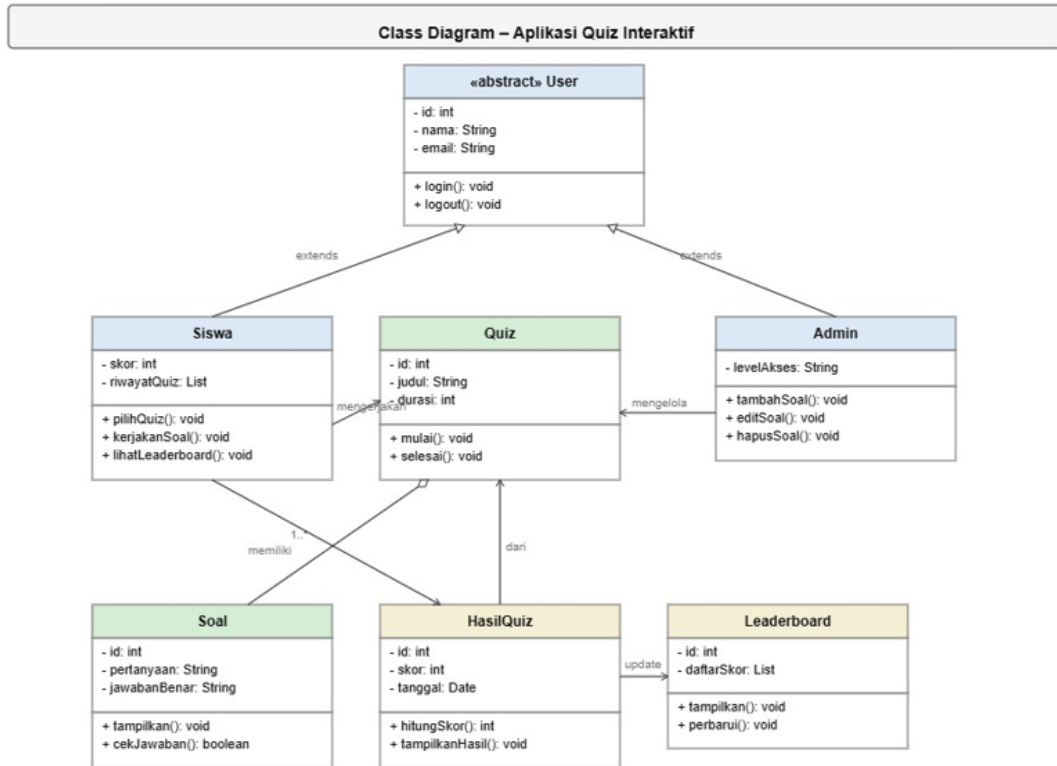
Alur admin penting karena kualitas aplikasi quiz tidak hanya ditentukan oleh tampilan siswa, tetapi juga oleh kemudahan admin dalam memperbarui soal dan memantau hasil. Dengan adanya pemisahan alur siswa dan admin, rancangan sistem menjadi lebih modular dan mudah dikembangkan.



**Gambar 3.** Activity Diagram Admin

### 3.4 Class Diagram dan Struktur Data

Class diagram menunjukkan struktur konseptual aplikasi. Kelas User digunakan sebagai kelas induk yang diturunkan menjadi Siswa dan Admin. Siswa memiliki atribut skor dan riwayat quiz, sedangkan Admin memiliki atribut level akses. Kelas Quiz berisi data quiz seperti id, judul, dan durasi. Kelas Soal menyimpan pertanyaan dan jawaban benar. Kelas HasilQuiz menyimpan skor, tanggal, dan hasil pengerjaan. Kelas Leaderboard digunakan untuk menampilkan daftar skor yang diperbarui dari hasil quiz.



**Gambar 4.** Class Diagram Aplikasi Quiz Interaktif

Pada implementasi lanjutan, struktur kelas perlu dilengkapi agar mendukung aplikasi operasional. Kelas Soal sebaiknya memiliki atribut pilihanA, pilihanB, pilihanC, pilihanD, pembahasan, dan tingkatKesulitan. Kelas HasilQuiz perlu menyimpan idSiswa, idQuiz, jumlahBenar, jumlahSalah, waktuPengerjaan, dan tanggalPengerjaan. Leaderboard dapat dibangun sebagai tampilan hasil olahan dari tabel HasilQuiz, sehingga data peringkat selalu konsisten dengan hasil pengerjaan quiz.

**Tabel 3.** Rekomendasi Struktur Entitas Data

Entitas	Atribut Utama	Keterangan
<i>User</i>	idUser, nama, email, password, role	Menyimpan identitas dasar pengguna.
<i>Siswa</i>	idSiswa, idUser, totalSkor, riwayatQuiz	Menyimpan profil siswa dan capaian belajar.
<i>Admin</i>	idAdmin, idUser, levelAkses	Menyimpan hak akses pengelolaan.
<i>Quiz</i>	idQuiz, judul, deskripsi, durasi, status	Menyimpan data paket quiz.
<i>Soal</i>	idSoal, idQuiz, pertanyaan, pilihanA-D, jawabanBenar, pembahasan	Menyimpan konten soal dan pembahasan.
<i>Hasil Quiz</i>	idHasil, idSiswa, idQuiz, skor, jumlahBenar, waktuPengerjaan, tanggal	Menyimpan hasil pengerjaan quiz.
<i>Leaderboard</i>	idLeaderboard, idQuiz, daftarSkor	Menampilkan peringkat berdasarkan hasil quiz.

### 3.5 Perancangan Antarmuka

Antarmuka dirancang dengan mempertimbangkan keterbacaan, konsistensi warna, kemudahan navigasi, dan kejelasan status pengerjaan. Rancangan utama terdiri atas halaman login dan daftar, halaman pilih quiz, halaman pengerjaan soal, halaman hasil dan pembahasan, halaman leaderboard, serta halaman admin untuk mengelola soal. Warna ungu digunakan sebagai aksentuasi utama siswa, hijau untuk status keberhasilan, kuning untuk statistik, dan merah untuk peringatan waktu atau jawaban salah.

Pada layar pengerjaan soal, timer dibuat menonjol agar siswa selalu mengetahui sisa waktu. Progress bar digunakan untuk menunjukkan posisi soal. Pilihan jawaban ditampilkan dalam bentuk kartu agar mudah dipilih. Pada layar hasil, skor ditampilkan dalam bentuk ring besar sehingga siswa langsung memahami capaian. Pembahasan dibuat dalam bentuk kartu untuk membedakan jawaban benar, jawaban siswa, dan penjelasan materi.



Gambar 5. Rancangan Antarmuka Aplikasi Quiz Interaktif

## 4. IMPLEMENTASI

### 4.1 Implementasi *Prototype*

Implementasi pada penelitian ini difokuskan pada prototipe antarmuka dan alur interaksi. Prototipe disusun untuk merepresentasikan proses utama aplikasi mulai dari autentikasi, pemilihan quiz, pengerjaan soal dengan timer, penampilan skor, pembahasan, leaderboard, hingga pengelolaan soal oleh admin. Rancangan ini dapat diimplementasikan lebih lanjut menggunakan arsitektur client-server, misalnya frontend berbasis web atau mobile dan backend berbasis REST API.

Pada sisi frontend, halaman siswa dapat terdiri atas komponen login, dashboard quiz, quiz runner, score result, discussion card, dan leaderboard. Pada sisi admin, komponen utama meliputi dashboard, question table, form tambah soal, form edit soal, pengaturan quiz, dan laporan nilai. Pada sisi backend, modul yang dibutuhkan adalah autentikasi, manajemen pengguna, manajemen quiz, manajemen soal, penyimpanan jawaban, perhitungan skor, dan agregasi leaderboard.

### 4.2 Pengujian *Black-Box Prototype*

Pengujian *black-box* dilakukan dengan memetakan setiap kebutuhan fungsional terhadap skenario input dan output yang diharapkan. Status "sesuai" pada tabel berikut menunjukkan bahwa fitur telah terwakili pada prototipe rancangan dan alurnya konsisten dengan diagram UML. Pengujian ini belum menggantikan pengujian kode program dan basis data pada tahap implementasi penuh.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian *Black-Box* pada Level *Prototype*

No	Fitur	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login/Daftar	Pengguna membuka halaman login.	Sistem menampilkan form email, kata sandi, tombol masuk, dan daftar akun.	Sesuai
2	Pilih Quiz	Siswa masuk ke dashboard.	Sistem menampilkan daftar quiz, durasi, jumlah soal, dan tombol mulai.	Sesuai
3	Pengerjaan Soal	Siswa memilih tombol mulai.	Sistem menampilkan soal, pilihan jawaban, progress, dan navigasi soal.	Sesuai
4	Timer	Quiz dimulai.	Sistem menampilkan sisa waktu selama pengerjaan soal.	Sesuai
5	Skor Otomatis	Siswa menyelesaikan quiz.	Sistem menampilkan skor, jumlah benar, dan waktu pengerjaan.	Sesuai
6	Pembahasan	Siswa memilih melihat pembahasan.	Sistem menampilkan kunci jawaban dan penjelasan per soal.	Sesuai
7	Leaderboard	Skor tersimpan pada hasil quiz.	Sistem menampilkan peringkat dan menandai posisi siswa.	Sesuai
8	Kelola Soal	Admin membuka halaman kelola soal.	Sistem menampilkan tabel soal dan aksi tambah, edit, hapus.	Sesuai
9	Rekap Nilai	Admin memilih rekap nilai.	Sistem menampilkan ringkasan hasil siswa.	Sesuai

#### 4.3 Pembahasan Hasil Implementasi

Hasil perancangan menunjukkan bahwa aplikasi quiz interaktif dapat dimodelkan secara sistematis melalui UML. Use case diagram memastikan cakupan fitur sesuai kebutuhan aktor. Activity diagram menjelaskan urutan kerja siswa dan admin, sedangkan class diagram menyediakan dasar struktur data. Prototipe antarmuka kemudian menerjemahkan model tersebut menjadi tampilan yang mudah dipahami pengguna.

Dari sisi pembelajaran, integrasi timer, skor otomatis, pembahasan, dan leaderboard berpotensi mempercepat umpan balik belajar. Siswa tidak hanya mengetahui nilai akhir, tetapi juga memperoleh informasi jawaban benar dan penjelasan. Dari sisi pengelolaan, admin dapat memperbarui soal secara terpusat sehingga konten quiz lebih mudah dipelihara. Namun, karena penelitian ini berada pada level prototipe, pengujian lanjutan tetap diperlukan untuk mengukur performa sistem, keamanan autentikasi, konsistensi basis data, dan tingkat usability pengguna.

**Tabel 5.** Kesesuaian Rancangan Terhadap Tujuan Penelitian

Tujuan	Bukti pada Rancangan	Keterangan
Merancang sistem quiz interaktif	Use case, activity diagram, class diagram	Rancangan telah memuat aktor, proses, dan struktur data.
Menyediakan fitur evaluasi otomatis	Halaman pengerjaan soal, timer, skor otomatis	Fitur inti evaluasi telah ditampilkan pada prototipe.
Memberikan umpan balik belajar	Halaman hasil dan pembahasan	Siswa dapat melihat skor dan penjelasan jawaban.
Mendukung kompetisi belajar	Leaderboard	Sistem menampilkan peringkat berdasarkan skor.
Mendukung pengelolaan konten	Halaman admin kelola soal	Admin dapat menambah, mengubah, dan menghapus soal pada rancangan.



## 5. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan dan prototipe aplikasi quiz interaktif berbasis multimedia menggunakan UML dan MDLC. Rancangan sistem melibatkan dua aktor utama, yaitu siswa dan admin. Fitur siswa meliputi login, pemilihan quiz, pengerjaan soal dengan timer, skor otomatis, pembahasan, dan leaderboard. Fitur admin meliputi login, pengelolaan soal, pengaturan quiz, publikasi, dan rekap nilai. Model UML yang disusun terdiri atas use case diagram, activity diagram siswa, activity diagram admin, dan class diagram.

Hasil pengujian black-box pada level prototipe menunjukkan bahwa seluruh skenario fitur utama telah terwakili dan sesuai dengan kebutuhan rancangan. Dengan demikian, prototipe ini dapat dijadikan dasar pengembangan aplikasi operasional. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan implementasi backend dan basis data, pengujian keamanan autentikasi, pengujian performa, validasi ahli media dan materi, serta uji usability menggunakan System Usability Scale kepada siswa dan admin agar kelayakan aplikasi dapat dibuktikan secara empiris.

## REFERENCES

- Alvendri, D., Huda, Y., & Darni, R. (2023). Perancangan media pembelajaran interaktif konsep dasar seluler menggunakan aplikasi Unity berbasis Android. *Journal on Education*, 5(4), 11062-11076. <https://doi.org/10.31004/joe.v5i4.2031>
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189-194). Taylor & Francis.
- Isfa' Lana, M., & Widodo, S. (2026). Development of SIBENI interactive learning media using Unity for Indonesian cultural arts. *Jurnal Teknologi Pendidikan: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*, 11(1). <https://doi.org/10.33394/jtp.v11i1.18941>
- Kurniawan, E., Nata, A., & Royal, S. (2022). Penerapan System Usability Scale (SUS) dalam pengukuran kebergunaan website program studi di STMIK Royal. *Journal of Science and Social Research*, 5(1), 43-49.
- Rahmatika, A., Manurung, A. A., & Ramadhani, F. (2023). Pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality untuk meningkatkan empati anak usia dini dengan metode MDLC. *Jurnal Teknik Informatika*, 2(3), 122-130. <https://doi.org/10.56211/sudo.v2i3.330>
- Salsabila, A., & Nirshal. (2025). Rancang bangun media pembelajaran pengenalan bangun ruang berbasis augmented reality (AR) pada SDN 24 Temmalebba. *JUKI: Jurnal Komputer dan Informatika*, 7(1).
- Septian, D., Fatman, Y., & Nur, S. (2021). Implementasi MDLC (Multimedia Development Life Cycle) dalam pembuatan multimedia pembelajaran Kitab Safinah Sunda. *Jurnal Computech & Bisnis*, 15(1), 15-24.
- Setiawan, B., Azrino Gustalika, M., & Ananda Raharja, P. (2024). Rancang bangun media pembelajaran tumbuhan berbasis augmented reality dengan metode MDLC. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 5(2), 91-101. <https://doi.org/10.47065/bit.v5i2.1325>
- Uminingsih, Ichsanudin, M. N., Yusuf, M., & Suraya, S. (2022). Pengujian fungsional perangkat lunak sistem informasi perpustakaan dengan metode black box testing bagi pemula. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 1(2), 1-8. <https://doi.org/10.55123/storage.v1i2.270>
- Wibowo, A. Y., & Murinto. (2023). Implementasi augmented reality untuk pengenalan huruf dan angka isyarat untuk anak SLB B. *JTIM: Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 5(1), 22-33. <https://doi.org/10.35746/jtim.v5i1.333>