BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam pembangunan Intelligent Tutoring System (ITS) pada penelitian terdiri dari 6 tahapan. 5 tahapan tersebut adalah studi literatur, Metode Pengembangan Sistem: Model Prototipe, Tahapan Penelitian, Aliran Data Sistem, dan Pengujian Sistem.

3.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, studi literatur dilakukan dengan mencari dan mempelajari teori pendukung penelitian. Teori-teori ini berasal dari daftar pustaka yang bersumber dari jurnal dan artikel, yang berkaitan dengan Intelligent Tutoring System (ITS), Matematika Sekolah Dasar (SD), K-Means, dan Rule-Based System.

3.2 Metode Pengembangan Sistem: Model Prototipe

Pengembangan sistem perangkat lunak ITS ini menggunakan Model Prototipe. Model ini dipilih karena sangat sesuai untuk proyek yang melibatkan komponen pembelajaran mesin. Alur kerjanya memungkinkan konstruksi fungsionalitas dasar terlebih dahulu (prototipe awal), yang kemudian digunakan untuk mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan kemudian digunakan untuk membangun dan menyempurnakan fitur cerdas (K-Means) pada iterasi berikutnya.

Tahanan model prototipe akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

3.3 Tahapan Penelitian

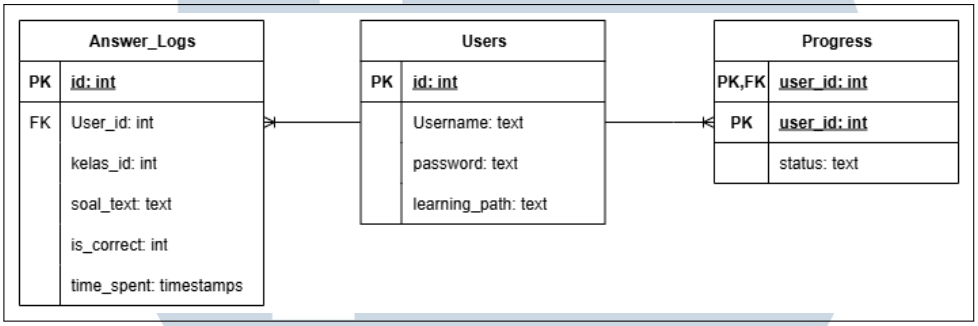
3.3.1 Analisis Kebutuhan dan Perancangan Sistem

Tahap awal ini berfokus pada identifikasi persyaratan fungsional dan perancangan arsitektur sistem.

1 Analisis Persyaratan: Persyaratan utama sistem ini adalah menyediakan platform bagi siswa untuk berlatih soal matematika, mendapatkan penilaian, dan menerima umpan balik serta rekomendasi. Persyaratan fungsional meliputi: autentikasi pengguna, penyajian kuis, penilaian otomatis, dan penyimpanan kemajuan.

2. Desain Arsitektur: Sistem dirancang dengan arsitektur hibrid yang memisahkan tugas antara Sistem Berbasis Aturan dan Pengelompokan K-Means.

3. Desain Database: Skema database pada Gambar 3.1 dirancang untuk menampung tiga jenis data utama: data pengguna (`users`), data kemajuan (`progress`), dan data log interaksi analisis (`answer_logs`).



Gambar 3.1. Database Design

3.3.2 Pembangunan Prototipe Awal (Implementasi Rule-Based System)

Pada tahap ini, prototipe awal aplikasi dibangun dengan fungsionalitas yang diatur oleh Rule-Based System.

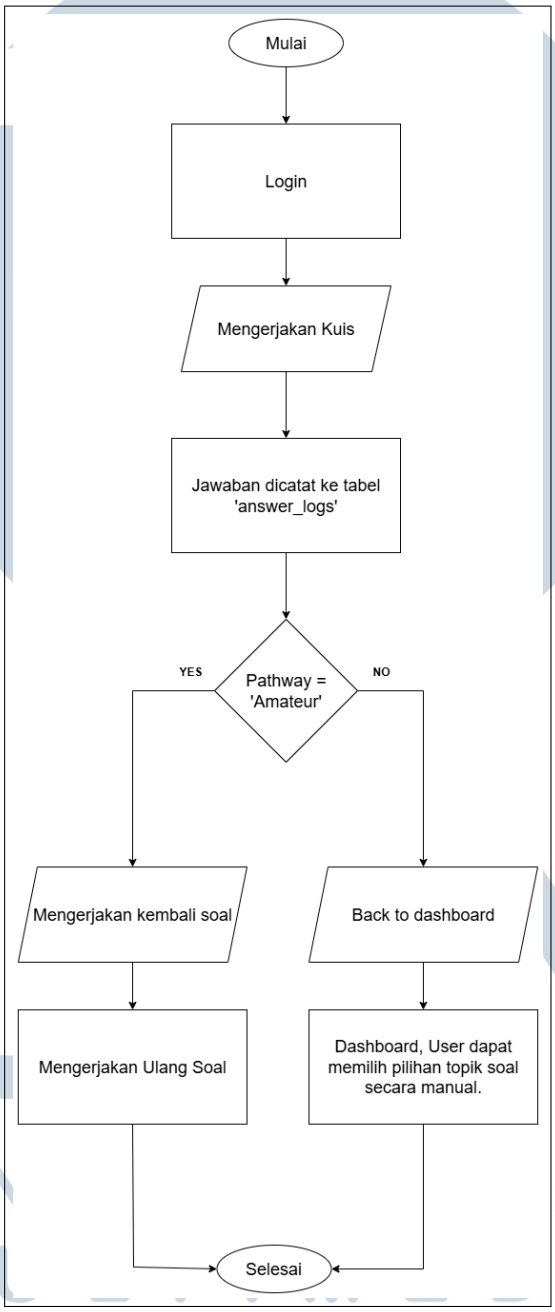
1. Tujuan: Untuk membuat sistem fungsional bagi siswa untuk digunakan dan mampu mengumpulkan data secara interaktif.

2. Fitur yang Dibangun:

   - Sistem autentikasi (pendaftaran dan login).
   - Sistem penyajian kuis yang secara acak memilih 20 pertanyaan dari `SOAL_BANK`.
   - Implementasi Penilaian Berbasis Aturan: Logika penilaian eksplisit diimplementasikan dalam fungsi `hitung_hasil()` di `app.py`. Aturan ini mengambil skor akhir sebagai input dan menghasilkan Pathway (Amateur, Beginner, Advanced) dan menentukan tindakan perbaikan (mengulang pertanyaan yang salah atau seluruh topik).

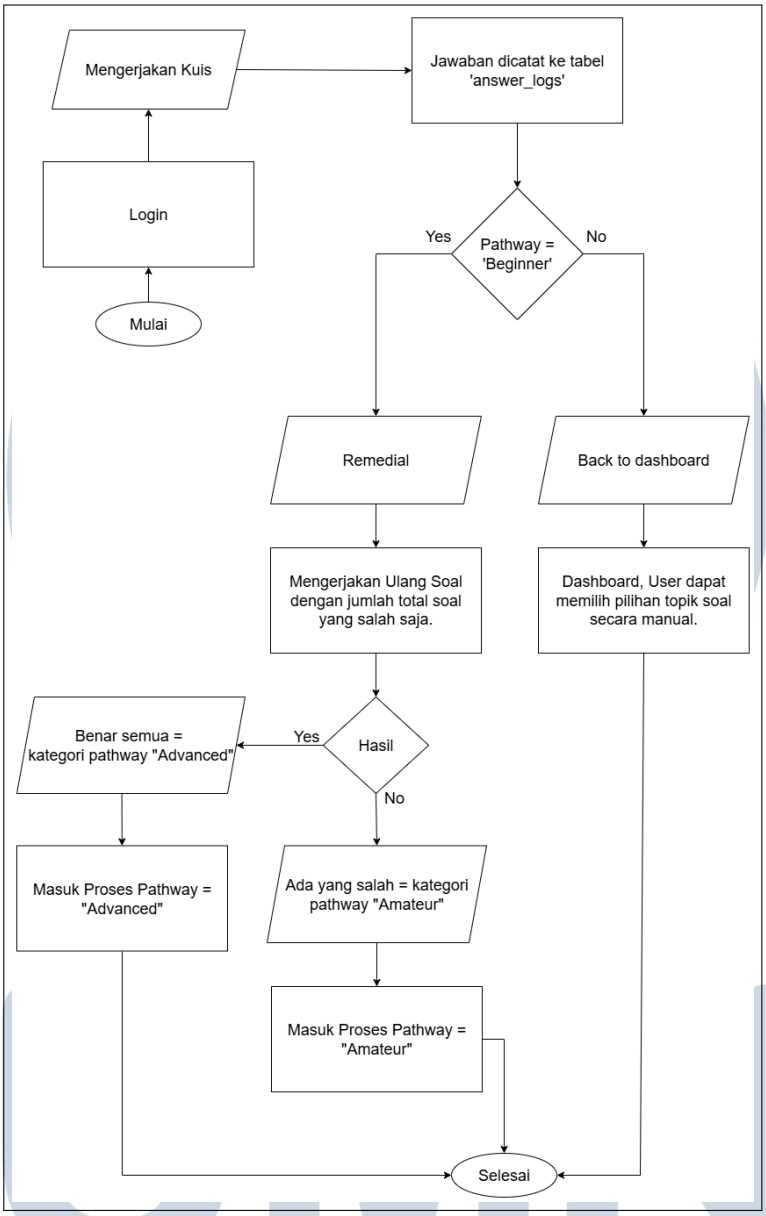
3. Output dari Fase ini: Aplikasi web fungsional yang siap untuk pengumpulan data, di mana seluruh alur pembelajaran masih diatur oleh aturan yang ditetapkan secara manual.

Berikut pada Gambar 3.2 merupakan flowchart pada sistem rule-based yang menghasilkan pathway ’Amateur’. Pada pathway ’Amateur’ ini memberikan umpan balik berupa pengulangan mengerjakan soal kepada user.



Gambar 3.2. Flowchart Pathway ’Amateur’

Selain daripada itu, Berikut pada Gambar 3.3 merupakan flowchart pada sistem rule-based yang menghasilkan pathway ’Beginner’, yang membedakan dari pathway ’Amateur’ adalah pada pathway ini mempunyai fitur adaptif yaitu remedial.

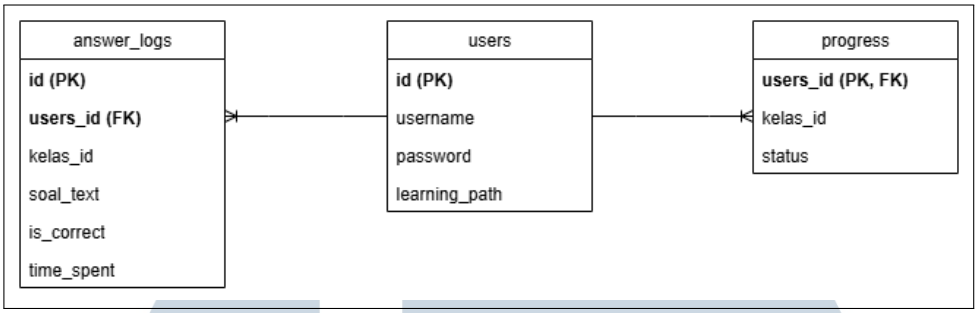


Gambar 3.3. Flowchart Pathway 'Beginner'

3.3.3 Pengumpulan Data dan Evaluasi Prototipe

Prototipe awal yang telah dibangun kemudian digunakan untuk mengumpulkan data interaksi siswa. Setiap kali siswa mengerjakan soal, data terperinci (seperti `user_id`, `class_id`, `is_true`, `time_spent`) dicatat ke dalam tabel `answer_logs`. Tahap ini sangat penting karena data yang dikumpulkan akan menjadi bahan utama untuk metode K-Means bekerja.

Pada Gambar 3.4 merupakan ERD yang berfungsi untuk melihat bagaimana data-data yang didapatkan dan dikumpulkan dapat digunakan untuk evaluasi.



Gambar 3.4. ERD ITS

3.3.4 Pengembangan Iteratif (Implementasi K-Means Clustering)

Setelah data yang cukup terkumpul, pengembangan memasuki fase berulang di mana fitur-fitur cerdas dibangun.

1. Tujuan: Menganalisis data yang dikumpulkan untuk menemukan struktur pengetahuan tersembunyi dalam sinkronisasi dan membangun sistem rekomendasi.

2. Proses (dilakukan secara offline oleh skrip `build_curriculum_map.py`):

   – Agregasi Data: Data dari `answer_logs` diagregasi untuk menghitung karakteristik setiap topik (`avg_difficulty` dan `avg_complexity`).

   – Clustering K-Means: Algoritma K-Means dijalankan untuk mengelompokkan 6 topik mata pelajaran sekolah dasar ke dalam 3 cluster konseptual berdasarkan karakteristiknya.

   – Pembuatan Peta Kurikulum: Hasil clustering disimpan dalam file `curriculum_map.json`. File ini berisi pemetaan setiap topik ke cluster-nya dan urutan progresi antar cluster dari yang termudah ke yang tersulit.

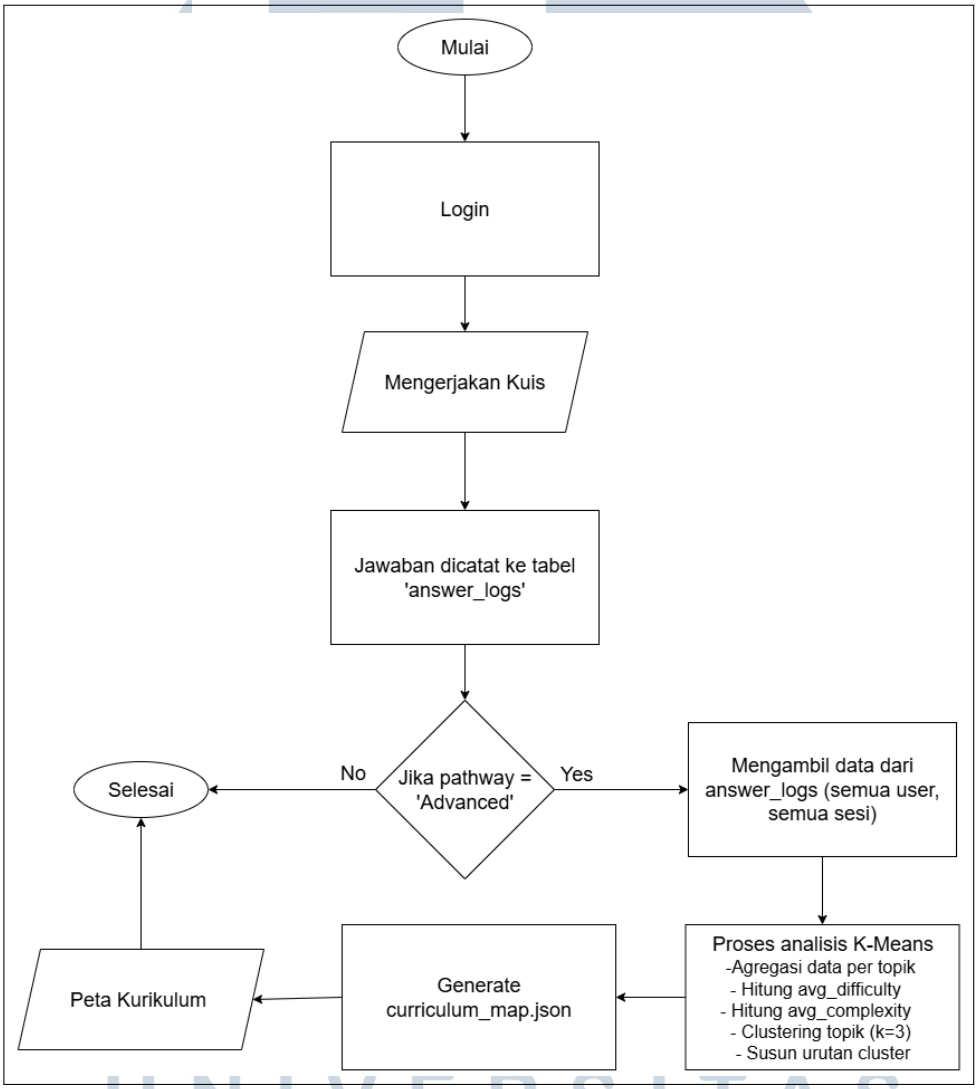
3. Keluaran dari Tahap ini: Model berupa file `curriculum_map.json` yang siap diintegrasikan ke aplikasi utama.

3.3.5 Implementasi Sistem Final dan Pengujian

Pada tahap akhir, hasil K-Means diintegrasikan ke app.py. Fungsi `hitung_hasil()` dimodifikasi untuk membaca `curriculum_map.json` dan memberikan rekomendasi topik yang cerdas saat siswa mencapai jalur 'Advanced'. Sistem yang terintegrasi sepenuhnya kemudian diuji menyeluruh.

3.4 Aliran Data Sistem Integrasi 2 metode

Aliran data sistem integrasi 2 metode ini digambarkan dengan diagram alir cara kerja sistem ITS sehingga mengalirkan data dari ke Rule-Based System dan K-Means.

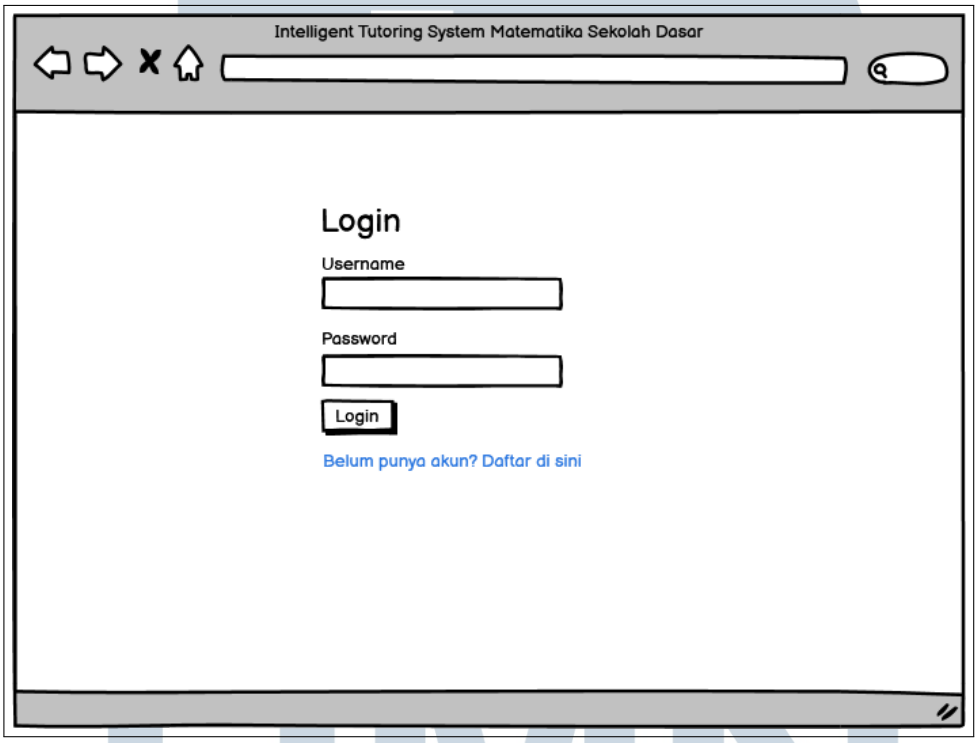


Gambar 3.5. Flowchart Integrasi 2 Metode

Pada sistem Intelligent Tutoring System (ITS) matematika ini metode Rule-Based System dan K-Means bekerja secara ter-integrasi. Rule-Based System bekerja untuk pathway, sedangkan K-Means bekerja untuk sistem rekomendasi kurikulum yang adaptif.

3.5 Wireframes ITS

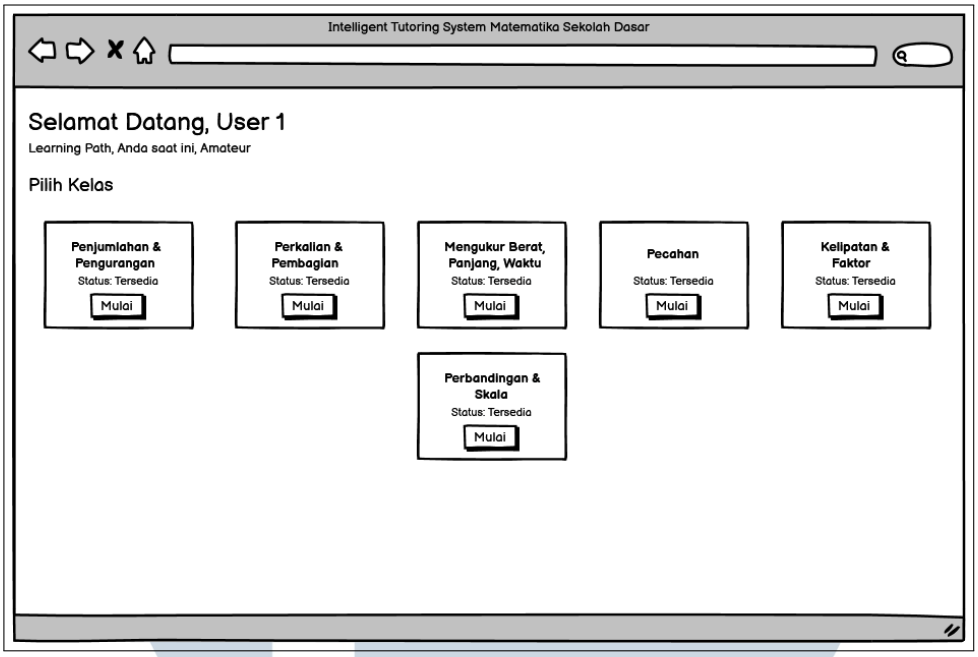
Tampilan antarmuka (UI) dibutuhkan untuk mendukung proses dari pembuatan Intelligent Tutoring System ini. Terdapat beberapa wireframes yang telah dirancang untuk diimplementasikan. Pada Gambar 3.6 merupakan tampilan halaman login yang menjadi tempat user dapat membuat akun dan masuk kedalam Intelligent Tutoring System.



Gambar 3.6. Wireframes Halaman Login

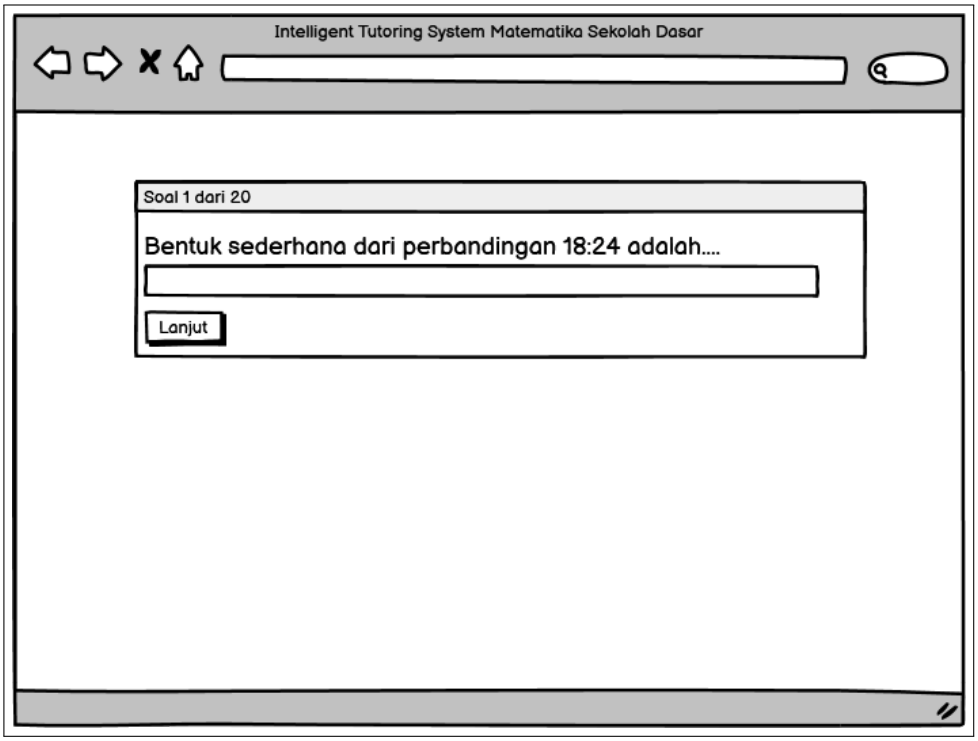
Lalu, Pada Gambar 3.7 merupakan tampilan dashboard setelah user sudah berhasil masuk dan login kedalam sistem. Pada tampilan ini, user akan dapat menggunakan beberapa fitur yang ada di dashboard. Fitur tersebut terdiri memulai pengerjaan kuis dan learning pathway user saat itu.

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA



Gambar 3.7. Wireframes Dashboard

Lalu, Pada Gambar 3.8 merupakan tampilan kuis yang dikerjakan oleh user. User dapat mengerjakan user berdasarkan pertanyaan yang berjumlah 20 soal dan dengan waktu maksimal 30 detik. Jumlah total jawaban yang tepat yang dikalkulasikan pada pertanyaan akhir.



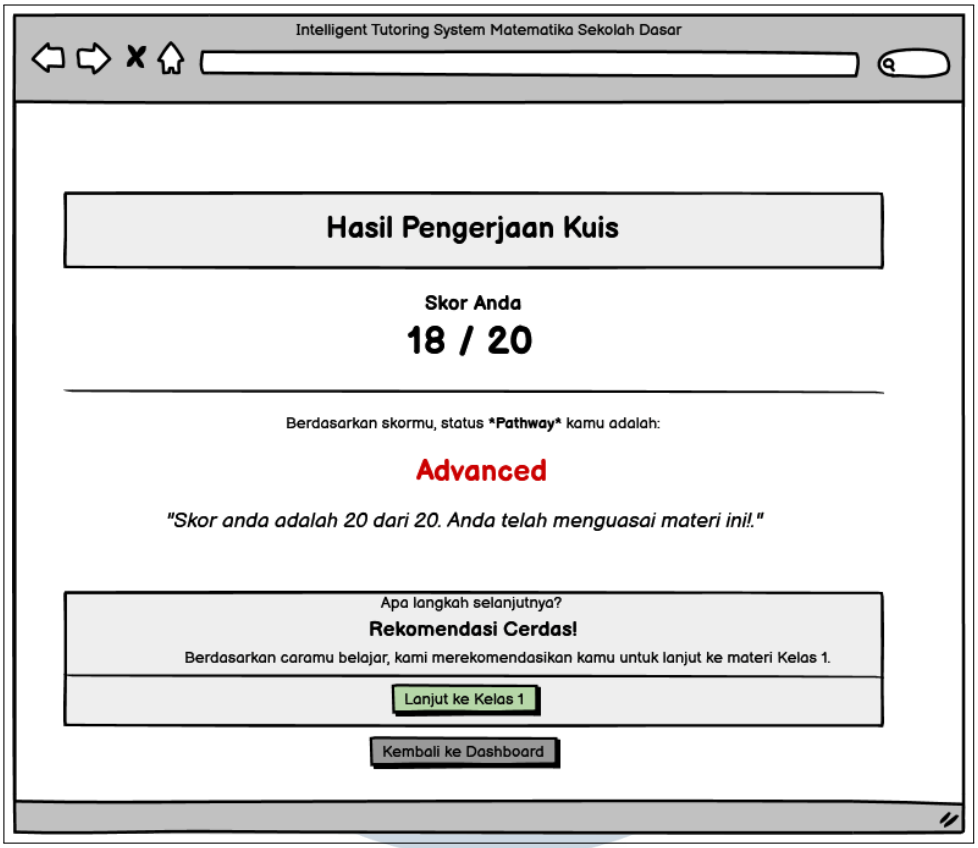
Gambar 3.8. Wireframes Kuis

Lalu, Pada Gambar 3.9 merupakan tampilan hasil pathway yang muncul setelah user mengerjakan semua soal di kuis. Hasil pathway tergantung dengan berapa jumlah soal yang benar user kerjakan. Ada 3 jenis pathway yaitu Amateur, Beginner, dan Advanced.

Gambar 3.9. Wireframes Hasil Pathway

Lalu, Pada Gambar 3.10 merupakan tampilan hasil peta kurikulum, user dapat memilih peta kurikulum yang menurut proses data tepat untuk user tersebut. Hasil peta kurikulum ini hanya muncul ketika pathway berjenis 'Advanced'. User dapat memilih rekomendasi peta kurikulum tersebut dengan menekan button 'Lanjut ke Kelas 1'.

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA



Gambar 3.10. Wireframes Hasil Peta Kurikulum

3.6 Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada tahapan ini, dilakukan pengujian dan evaluasi untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem, baik yang berbasis aturan maupun yang berbasis K-Means, berfungsi sesuai dengan perancangan. Proses ini dibagi menjadi dua bagian utama: evaluasi internal untuk model K-Means dan pengujian fungsionalitas sistem secara keseluruhan menggunakan metode *Black Box Testing*.

Pengujian Fungsionalitas Sistem *(Black Box Testing)* Setelah model K-Means divalidasi, pengujian fungsionalitas sistem secara keseluruhan dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*. Pengujian ini berfokus pada verifikasi *input* dan *output* dari setiap fitur tanpa melihat struktur kode internal. Skenario pengujian utama meliputi:

1. **Fungsionalitas Autentikasi:** Menguji alur registrasi, login, dan logout untuk memastikan manajemen pengguna berjalan dengan benar.
2. **Alur Pengerjaan Kuis dan Pencatatan Log:** Memastikan siswa dapat mengerjakan kuis dengan lancar dan setiap jawaban tercatat dengan benar

di dalam tabel `answer_logs` sebagai data untuk analisis K-Means.

3. **Verifikasi Logika Rule-Based:** Memastikan Pathway siswa (Amateur, Beginner, Advanced) berubah secara akurat sesuai dengan skor akhir yang didapat, dan aksi remediasi yang sesuai (misalnya, mengulang soal salah) diterapkan dengan benar.

4. **Verifikasi Logika K-Means:** Memastikan sistem mampu membaca file `curriculum_map.json` dan memberikan rekomendasi topik yang benar setelah siswa mencapai Pathway 'Advanced'. Pengujian ini juga membandingkan hasil pengelompokan topik oleh sistem dengan hasil perhitungan manual K-Means untuk memvalidasi implementasi algoritma.

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA