

Ujian Akhir Semester
PENGEMBANGAN VIRTUAL LAB WEB & MOBILE EXPO
II3140 - Web and Mobile Application Development



Disusun oleh:
Sharon Darma Putra - 18223107
Theresia Ivana Marella Siswahyudi - 18223126

Program Studi Sistem Dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro Dan Informatika
Institut Teknologi Bandung
2025

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	3
PENDAHULUAN.....	4
A. Latar Belakang.....	4
B. Tujuan Pengembangan.....	4
C. Ruang Lingkup Proyek.....	5
PENERAPAN SYSTEM THINKING.....	6
A. Konsep System Thinking pada EZChem.....	6
B. Hubungan Antar Komponen dalam Sistem EZChem.....	7
C. Umpan Balik dan Pola Interaksi Pengguna.....	8
PENERAPAN DESIGN THINKING DAN USER-CENTERED DESIGN.....	10
A. Penerapan Design Thinking dalam Pengembangan EZChem.....	10
B. Penerapan User-Centered Design (UCD).....	10
C. Fokus Pengembangan Berbasis Kebutuhan Pengguna.....	11
UI/UX DESIGN.....	12
A. Struktur UI dan UX Aplikasi EZChem.....	12
B. Penerapan UI Design pada EZChem.....	12
C. Penerapan UX Design pada EZChem.....	12
D. Adaptasi Desain Web ke Aplikasi Mobile.....	13
MODEL PERANGKAT LUNAK MENGGUNAKAN UML.....	14
A. Use Case Diagram pada EZChem.....	14
B. Activity Diagram pada EZChem.....	15
C. Entity Relationship Diagram (ERD) pada EZChem.....	17
JADWAL IMPLEMENTASI DAN ESTIMASI BIAYA.....	20
PROSES IMPLEMENTASI DAN TEKNOLOGI YANG DIGUNAKAN.....	21
A. Implementasi Frontend Web.....	21
B. Implementasi Backend Web.....	21
C. Implementasi Aplikasi Mobile.....	22
PENGUJIAN FUNGSIONAL & NON-FUNGSIONAL DAN EVALUASI.....	23
A. Kebutuhan Fungsional EZChem.....	23
B. Kebutuhan Non-Fungsional EZChem.....	24
C. Pengujian.....	25
D. Evaluasi Hasil Akhir.....	37
Pembagian Tugas.....	38
Lampiran.....	39

ABSTRAK

Pembelajaran Kimia Dasar pada tingkat pendidikan tinggi membutuhkan media pendukung yang mampu menyajikan konsep abstrak secara visual, interaktif, dan mudah diakses. Keterbatasan waktu praktikum, akses terhadap laboratorium fisik, serta perbedaan tingkat pemahaman mahasiswa menjadi tantangan utama dalam proses pembelajaran konvensional. Oleh karena itu, dikembangkan EZChem, sebuah Virtual Lab Kimia yang dirancang sebagai aplikasi pembelajaran interaktif. Pada tahap awal, EZChem dikembangkan dalam bentuk aplikasi berbasis web, kemudian pada pengembangan lanjutan ini diperluas menjadi aplikasi universal yang dapat berjalan pada *platform web* dan *mobile* (Android/iOS) menggunakan *framework* lintas *platform* React Native dengan Expo.

Pengembangan EZChem menerapkan pendekatan *Systems Thinking* untuk memodelkan keterhubungan antar komponen sistem pembelajaran, seperti modul materi, *flashcard*, kuis, permainan edukatif, serta sistem pencatatan progres belajar. Hubungan antar komponen tersebut membentuk alur pembelajaran yang saling terintegrasi dan memungkinkan terjadinya umpan balik berkelanjutan selama proses belajar. Selain itu, proses perancangan dan pengembangan aplikasi dilakukan menggunakan metode *Design Thinking* dengan fokus pada *User-Centered Design* (UCD), di mana kebutuhan pengguna menjadi landasan utama dalam perancangan fitur, alur interaksi, dan antarmuka aplikasi.

EZChem dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna dalam konteks pembelajaran Kimia Dasar di lingkungan pendidikan tinggi, dengan mahasiswa tingkat awal sebagai pengguna utama. Dari sisi teknis, aplikasi ini mengintegrasikan *frontend web* dan *mobile* menggunakan React dan React Native, serta backend berbasis FastAPI yang mendukung autentikasi pengguna dan pencatatan progres belajar. Hasil pengujian fungsional dan non-fungsional menunjukkan bahwa EZChem mampu berjalan dengan baik pada berbagai *platform*, serta memberikan pengalaman belajar yang konsisten, responsif, dan mudah digunakan.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kimia Dasar merupakan salah satu mata kuliah fundamental yang wajib ditempuh oleh mahasiswa tahun pertama di berbagai program studi sains dan teknik. Mata kuliah ini memuat konsep-konsep abstrak seperti struktur atom, reaksi kimia, sifat unsur, serta interaksi senyawa yang sering kali sulit dipahami apabila hanya disampaikan melalui metode pembelajaran konvensional. Dalam praktiknya, pemahaman konsep kimia sangat bergantung pada kegiatan eksperimen dan visualisasi proses, yang umumnya dilakukan melalui kegiatan praktikum di laboratorium.

Namun, pelaksanaan praktikum kimia di perguruan tinggi menghadapi sejumlah kendala, antara lain keterbatasan waktu pelaksanaan, kapasitas laboratorium yang terbatas, serta kebutuhan akan peralatan dan bahan kimia yang tidak selalu tersedia. Selain itu, perbedaan latar belakang akademik dan tingkat pemahaman mahasiswa menyebabkan proses pembelajaran menjadi kurang optimal apabila hanya mengandalkan pendekatan tatap muka dan modul statis. Kondisi tersebut mendorong perlunya media pembelajaran alternatif yang mampu mendukung proses belajar secara mandiri, fleksibel, dan interaktif.

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, Virtual Lab menjadi salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi permasalahan tersebut. Virtual Lab memungkinkan simulasi eksperimen dan penyajian materi kimia secara visual dan interaktif tanpa ketergantungan pada fasilitas laboratorium fisik. Berdasarkan kebutuhan tersebut, dikembangkan EZChem, sebuah Virtual Lab Kimia yang dirancang untuk mendukung pembelajaran Kimia Dasar melalui integrasi modul pembelajaran, flashcard, kuis, dan *games* edukatif dalam satu sistem terpadu.

Pada tahap awal pengembangan, EZChem dibangun sebagai aplikasi berbasis *web*. Namun, dengan meningkatnya kebutuhan akan aksesibilitas dan fleksibilitas belajar, khususnya melalui perangkat *mobile*, pengembangan EZChem dilanjutkan menjadi aplikasi universal yang dapat berjalan pada platform web dan mobile (Android/iOS). Pengembangan lintas *platform* ini dilakukan menggunakan React Native dengan Expo, sehingga aplikasi dapat memberikan pengalaman belajar yang konsisten sekaligus *mobile-friendly* bagi pengguna.

B. Tujuan Pengembangan

Pengembangan aplikasi EZChem sebagai Virtual Lab Kimia universal ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan Virtual Lab Kimia berbasis web menjadi aplikasi lintas *platform* (*web* dan *mobile*) yang dapat diakses secara fleksibel oleh pengguna melalui berbagai perangkat.
2. Menerapkan pendekatan *System Thinking* dalam merancang sistem pembelajaran yang terintegrasi antara modul pembelajaran, *flashcard*, kuis, *games*, serta sistem pencatatan progres belajar.

3. Mengimplementasikan metode *Design Thinking* dan *User-Centered Design* (UCD) dalam proses perancangan dan pengembangan aplikasi agar solusi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan konteks penggunaan.
4. Merancang antarmuka dan pengalaman pengguna (UI/UX) yang intuitif, responsif, dan *mobile-friendly*, dengan tetap menjaga konsistensi desain antara versi *web* dan versi *mobile*.
5. Mengintegrasikan sistem *frontend* dan *backend* lintas *platform* serta melakukan pengujian fungsional dan non-fungsional untuk memastikan kualitas, stabilitas, dan kinerja aplikasi.

C. Ruang Lingkup Proyek

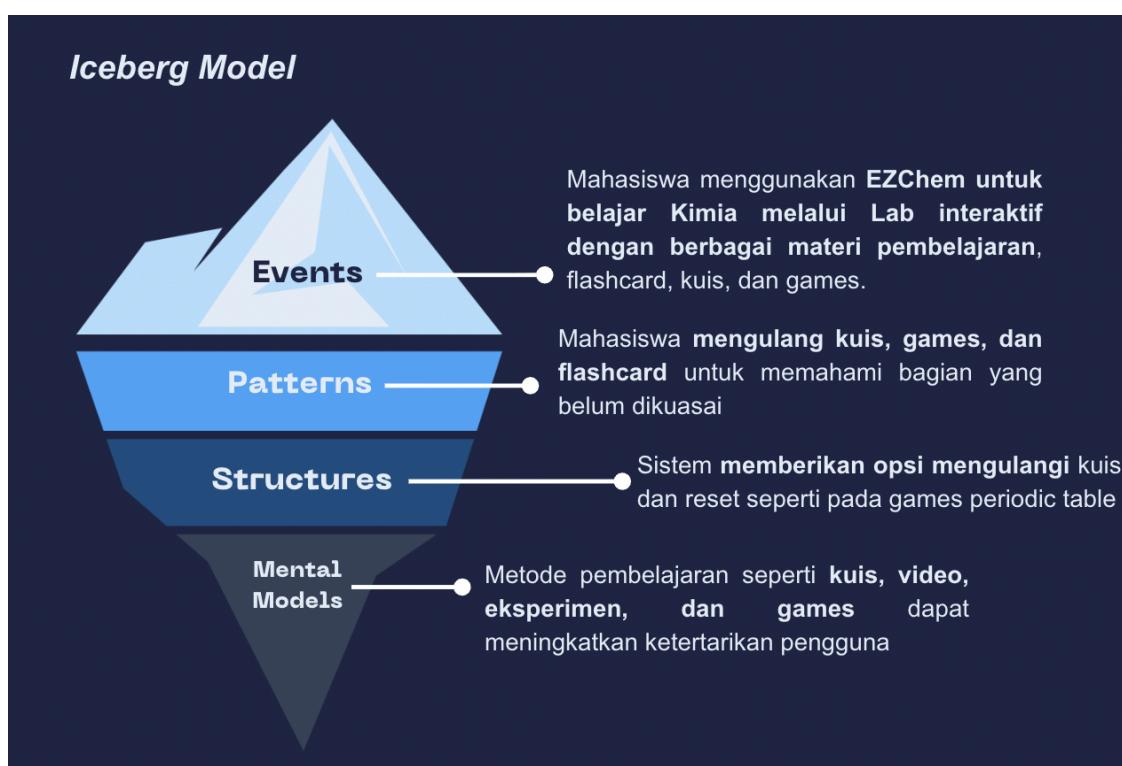
Ruang lingkup pengembangan aplikasi EZChem dalam laporan ini meliputi:

1. Pengembangan aplikasi Virtual Lab Kimia EZChem pada *platform web* dan *mobile* menggunakan *framework* lintas *platform*.
2. Implementasi fitur utama aplikasi yang mencakup:
 - Autentikasi pengguna (login, register, dan logout)
 - Modul pembelajaran kimia
 - Tabel Periodik interaktif
 - *Flashcard* interaktif
 - Kuis sebagai sarana evaluasi pembelajaran
 - *Games* edukatif
 - Sistem pencatatan dan visualisasi progres belajar pengguna
3. Perancangan UI/UX yang responsif dan dioptimalkan untuk berbagai ukuran layar, khususnya pada perangkat *mobile*.
4. Pemodelan perangkat lunak menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) serta perancangan model data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD).
5. Implementasi sistem *frontend-backend* lintas platform beserta proses *deployment* aplikasi.
6. Pelaksanaan pengujian fungsional dan non-fungsional pada aplikasi *web* dan *mobile* untuk memastikan kesesuaian fungsi, kemudahan penggunaan, performa, dan kompatibilitas.

PENERAPAN *SYSTEM THINKING*

A. Konsep *System Thinking* pada EZChem

System Thinking merupakan pendekatan yang digunakan untuk memahami suatu sistem secara menyeluruh dengan memperhatikan keterkaitan antar komponen, pola interaksi, serta mekanisme umpan balik yang terjadi di dalam sistem tersebut. Dalam pengembangan EZChem, pendekatan *System Thinking* diterapkan untuk merancang Virtual Lab Kimia sebagai sebuah sistem pembelajaran terpadu, di mana setiap fitur saling terhubung dan berkontribusi terhadap tujuan pembelajaran secara keseluruhan. Terdapat salah satu kerangka kerja yang berupa *Iceberg Model* dengan tujuan memahami masalah kompleks dengan melihat lebih dalam dari *Events* yang terjadi di permukaan ke *Mental model* yang mendasari suatu solusi yang dibuat.



Gambar 2.1 *Iceberg Model*

Tujuan utama sistem EZChem adalah membantu pengguna memahami konsep Kimia Dasar secara lebih efektif melalui pembelajaran yang interaktif, berulang, dan terstruktur. Untuk mencapai tujuan tersebut, EZChem terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu modul pembelajaran, tabel periodik, *flashcard*, kuis, *games*, serta sistem pencatatan progres belajar. Komponen-komponen ini tidak dirancang sebagai fitur yang berdiri sendiri, melainkan sebagai bagian dari satu sistem pembelajaran yang saling mempengaruhi.

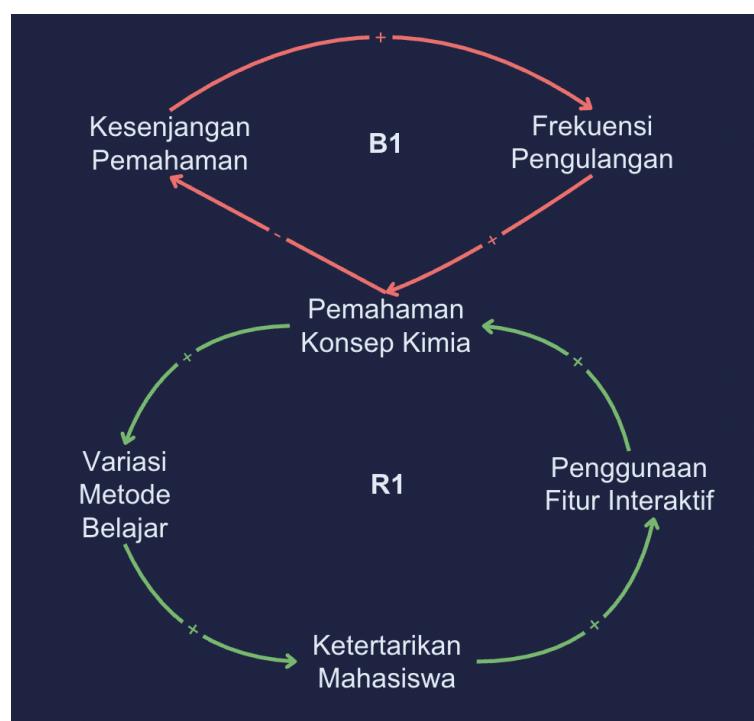
Penerapan *System Thinking* pada EZChem juga mempertimbangkan peran pengguna sebagai aktor aktif di dalam sistem. Interaksi pengguna dengan satu fitur akan memengaruhi alur penggunaan fitur lainnya, sehingga terbentuk pola belajar yang adaptif. Dengan

demikian, EZChem tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai sistem yang membentuk dan mendukung proses belajar secara berkelanjutan.

Elemen Sistem	Peran dalam Sistem EZChem
Tujuan Sistem	Meningkatkan pemahaman konsep Kimia Dasar
Pengguna	Mahasiswa sebagai aktor utama pembelajaran
Komponen Utama	Modul, Tabel Periodik, Flashcard, Kuis, Game, Progres
Umpang Balik	Skor kuis, progres belajar, pengulangan materi
Hasil Sistem	Pembelajaran adaptif dan berkelanjutan

B. Hubungan Antar Komponen dalam Sistem EZChem

Keterhubungan antar komponen dalam EZChem dirancang untuk mendukung proses pembelajaran yang terstruktur dan iteratif. Modul pembelajaran berfungsi sebagai sumber utama materi Kimia Dasar yang menjadi dasar bagi fitur pembelajaran lainnya. Materi yang telah dipelajari kemudian diperkuat melalui *flashcard*, yang membantu pengguna memahami dan mengingat konsep-konsep penting secara bertahap. Keterhubungan komponen-komponen ini juga disebabkan oleh hubungan sebab-akibat antara variabel yang dapat ditunjukkan oleh *Causal Loop*.



Gambar 2.2 Causal Loop System Thinking

Kuis digunakan sebagai sarana evaluasi untuk mengukur tingkat pemahaman pengguna terhadap materi yang telah dipelajari. Hasil kuis memberikan umpan balik langsung kepada pengguna mengenai capaian belajarnya. Selain itu, *games* edukatif disediakan untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar melalui pendekatan yang lebih interaktif dan menyenangkan.

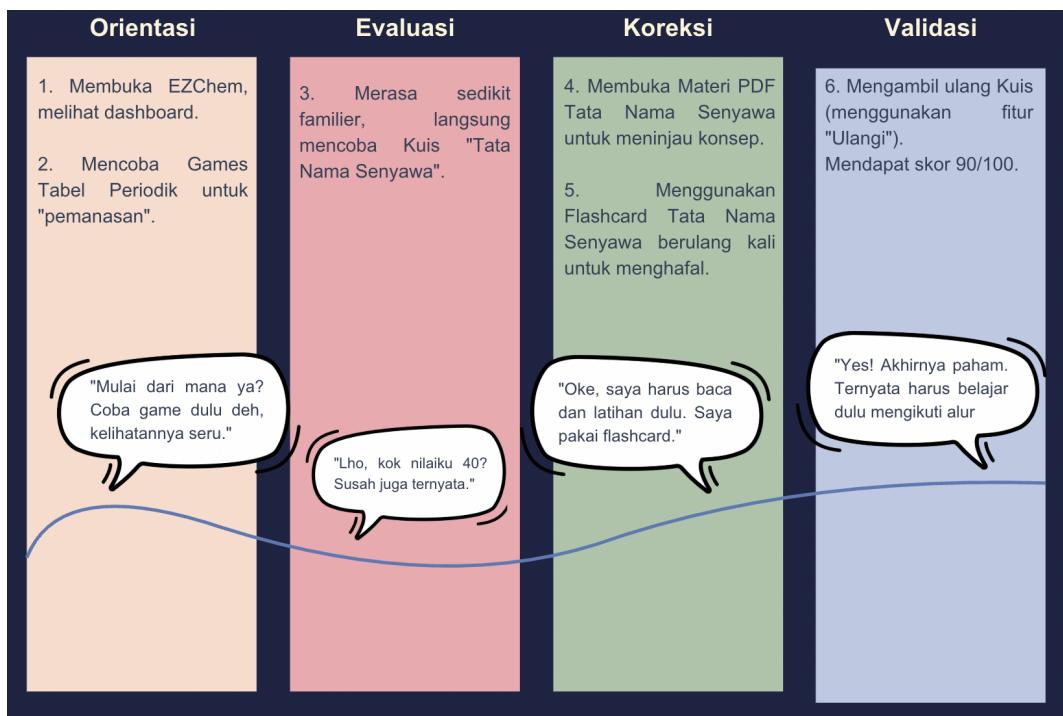
Seluruh aktivitas pengguna pada fitur-fitur tersebut dicatat oleh sistem pencatatan progres belajar. Komponen ini berperan sebagai penghubung antar fitur dengan menyimpan dan menampilkan perkembangan belajar pengguna secara terintegrasi.

Komponen	Fungsi Utama	Hubungan dengan Komponen Lain
Modul Pembelajaran	Menyediakan materi Kimia Dasar	Menjadi dasar untuk <i>Flashcard</i> dan Kuis
Tabel Periodik Interaktif	Menyajikan informasi unsur kimia secara visual	Mendukung pemahaman materi pada Modul dan Kuis
<i>Flashcard</i>	Memperkuat pemahaman konsep	Digunakan setelah Modul dan sebelum Kuis
Kuis	Mengevaluasi pemahaman pengguna	Memberi umpan balik untuk pengulangan materi
<i>Games</i> Edukatif	Meningkatkan keterlibatan belajar	Mendorong motivasi dan frekuensi belajar
Sistem Progres	Mencatat aktivitas pengguna	Menghubungkan seluruh fitur pembelajaran

Melalui keterhubungan ini, EZChem membentuk alur pembelajaran yang memungkinkan pengguna untuk belajar, mengevaluasi, dan mengulang materi secara berkesinambungan.

C. Umpan Balik dan Pola Interaksi Pengguna

Salah satu karakteristik utama penerapan *System Thinking* pada EZChem adalah adanya mekanisme umpan balik (*feedback loop*) yang mempengaruhi perilaku belajar pengguna. Umpan balik ini muncul dari interaksi pengguna dengan fitur evaluasi dan visualisasi progres belajar, yang kemudian mempengaruhi keputusan pengguna dalam melanjutkan atau mengulang pembelajaran. Umpan balik ini dapat dilihat dari perilaku pengguna pada salah satu diagram *User Journey Map* di bawah.



Gambar 2.3 User Journey Map

Sebagai contoh, ketika pengguna memperoleh skor kuis yang rendah, sistem secara tidak langsung mendorong pengguna untuk kembali mempelajari materi melalui modul atau *flashcard*. Sebaliknya, apabila pengguna memperoleh skor yang baik dan melihat peningkatan progres belajar, hal tersebut dapat meningkatkan rasa percaya diri dan motivasi untuk melanjutkan ke materi berikutnya. Pola interaksi ini membentuk hubungan sebab-akibat antara keterlibatan pengguna, frekuensi penggunaan fitur, dan tingkat pemahaman konsep.

Aktivitas Pengguna	Respons Sistem	Dampak terhadap Pembelajaran
Skor kuis rendah	Pengguna terdorong mengulang materi	Pemahaman konsep meningkat
Skor kuis meningkat	Pengguna melanjutkan ke materi berikutnya	Motivasi belajar meningkat
Interaksi intensif dengan game	Ketertarikan belajar meningkat	Frekuensi belajar bertambah
Progres belajar meningkat	Visualisasi progres ditampilkan	Keterlibatan pengguna meningkat

Dengan adanya mekanisme umpan balik tersebut, EZChem berfungsi sebagai sistem pembelajaran yang tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga secara aktif mendukung proses belajar pengguna melalui pola interaksi yang adaptif dan berkelanjutan.

PENERAPAN DESIGN THINKING DAN USER-CENTERED DESIGN

A. Penerapan *Design Thinking* dalam Pengembangan EZChem

Pengembangan EZChem dilakukan dengan menerapkan kerangka kerja *Design Thinking* untuk memastikan solusi yang dikembangkan relevan dengan permasalahan pembelajaran Kimia Dasar. Pendekatan ini digunakan untuk memahami kebutuhan pengguna, merumuskan permasalahan, serta merancang solusi pembelajaran yang efektif dan interaktif. Proses *Design Thinking* pada EZChem diterapkan secara bertahap dan iteratif.

Tahap <i>Design Thinking</i>	Penerapan pada EZChem
<i>Empathize</i>	Mengamati kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep kimia yang abstrak, keterbatasan praktikum, serta kebutuhan media belajar mandiri dan fleksibel.
<i>Define</i>	Merumuskan masalah utama berupa kurangnya media pembelajaran interaktif dan visual untuk Kimia Dasar.
<i>Ideate</i>	Merancang solusi berupa Virtual Lab Kimia dengan integrasi modul pembelajaran, <i>flashcard</i> , kuis, tabel periodik interaktif, dan <i>games</i> edukatif.
<i>Prototype</i>	Mengembangkan EZChem versi <i>web</i> sebagai prototipe awal, kemudian diperluas menjadi aplikasi universal <i>web</i> dan <i>mobile</i> .
<i>Test</i>	Melakukan pengujian fungsional dan evaluasi internal untuk memperbaiki alur interaksi dan kelengkapan fitur.

Melalui tahapan ini, EZChem dikembangkan tidak hanya sebagai aplikasi fungsional, tetapi sebagai solusi pembelajaran yang berangkat dari permasalahan nyata pengguna.

B. Penerapan *User-Centered Design* (UCD)

Selain *Design Thinking*, pengembangan EZChem juga menerapkan pendekatan User-Centered Design (UCD) untuk memastikan bahwa pengguna menjadi pusat dalam setiap keputusan desain. Pendekatan UCD diterapkan dengan memahami konteks penggunaan, mengidentifikasi kebutuhan pengguna, serta mengevaluasi solusi berdasarkan kemudahan dan efektivitas penggunaannya.

Tahap UCD	Implementasi pada EZChem
------------------	---------------------------------

<i>Understand Context of Use</i>	Pengguna belajar Kimia Dasar secara mandiri di luar jam kuliah dan membutuhkan media yang mudah diakses kapan saja.
<i>Specify User Requirements</i>	Akses cepat ke materi, visualisasi konsep, evaluasi dengan umpan balik langsung, serta pemantauan progres belajar.
<i>Design Solutions</i>	Perancangan fitur modul, <i>flashcard</i> , kuis, tabel periodik interaktif, <i>games</i> edukatif, dan sistem progres.
<i>Evaluate Against Requirements</i>	Evaluasi internal terhadap kemudahan navigasi, konsistensi desain, dan efektivitas fitur pembelajaran.

Pendekatan ini memastikan bahwa desain EZChem tidak hanya berfokus pada kelengkapan fitur, tetapi juga pada kemudahan penggunaan dan kenyamanan belajar.

C. Fokus Pengembangan Berbasis Kebutuhan Pengguna

Fokus utama pengembangan EZChem adalah memenuhi kebutuhan pengguna dalam memahami Kimia Dasar secara efektif. Berdasarkan pendekatan Design Thinking dan UCD, kebutuhan pengguna dan solusi yang diterapkan adalah sebagai berikut.

Kebutuhan Pengguna	Solusi yang Diterapkan
Memahami konsep kimia abstrak	Modul pembelajaran dengan materi visual dan simulasi
Menghafal dan menguatkan konsep	Flashcard interaktif per modul
Mengukur pemahaman belajar	Kuis dengan umpan balik langsung
Referensi cepat unsur kimia	Tabel Periodik interaktif
Meningkatkan motivasi belajar	Permainan edukatif
Memantau perkembangan belajar	Sistem pencatatan dan visualisasi progres

Selain pemenuhan kebutuhan pengguna, pengembangan EZChem juga dilakukan secara iteratif melalui evaluasi internal terhadap alur interaksi dan tampilan antarmuka. Evaluasi difokuskan pada kemudahan navigasi, kejelasan fungsi tombol, serta konsistensi desain antara versi web dan mobile. Hasil dari proses evaluasi ini digunakan untuk menyempurnakan desain dan meningkatkan kenyamanan penggunaan aplikasi. Melalui pendekatan ini, EZChem dikembangkan sebagai Virtual Lab Kimia yang tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga memberikan pengalaman belajar yang efektif, intuitif, dan berorientasi pada pengguna.

UI/UX DESIGN

A. Struktur *UI* dan *UX* Aplikasi EZChem

Perancangan UI dan UX pada aplikasi EZChem dilakukan untuk mendukung proses pembelajaran Kimia Dasar yang terstruktur, mudah digunakan, dan konsisten pada berbagai platform. Struktur antarmuka dirancang dengan hierarki yang jelas, dimulai dari halaman autentikasi pengguna, halaman beranda, hingga halaman fitur pembelajaran. Secara umum, struktur UI EZChem terdiri atas:

- Halaman Autentikasi, yang mencakup fitur login dan registrasi pengguna
- Halaman Beranda, sebagai pusat navigasi menuju seluruh fitur pembelajaran
- Halaman Pembelajaran, yang terdiri dari beberapa halaman terpisah untuk setiap fitur utama, yaitu halaman modul pembelajaran, halaman tabel periodik interaktif, halaman flashcard, halaman kuis, dan halaman permainan edukatif.
- Halaman Profile, yang menampilkan informasi pengguna serta ringkasan progres belajar.

Struktur ini dirancang untuk meminimalkan beban kognitif pengguna dan memastikan setiap fitur utama dapat diakses dengan cepat. Pola navigasi dibuat konsisten di seluruh halaman agar pengguna tidak perlu mempelajari ulang alur interaksi ketika berpindah fitur.

B. Penerapan *UI Design* pada EZChem

Penerapan *UI Design* pada EZChem mengacu pada penggunaan *design system* yang konsisten di seluruh aplikasi. Komponen antarmuka seperti *button*, *card*, dan *progress bar* digunakan secara seragam untuk menciptakan kesan visual yang terstruktur dan profesional. Warna biru tua digunakan sebagai latar belakang utama aplikasi, dipadukan dengan aksen warna biru muda dan warna kontras lainnya untuk menjaga *contrast ratio* yang baik sehingga teks dan elemen antarmuka tetap terbaca dengan jelas.

Hierarki informasi ditunjukkan melalui perbedaan ukuran dan ketebalan *font* pada judul, teks isi, dan label tombol. Pemilihan tipografi *sans-serif* bertujuan untuk meningkatkan keterbacaan pada berbagai ukuran layar. Selain itu, penggunaan animasi sederhana seperti transisi dan perubahan warna pada elemen interaktif berfungsi sebagai umpan balik visual yang memperkuat kesan responsif antarmuka.

C. Penerapan *UX Design* pada EZChem

Penerapan *UX Design* pada EZChem berfokus pada kemudahan interaksi dan kejelasan alur penggunaan. Bahasa yang digunakan dalam antarmuka dirancang sederhana dan komunikatif agar mudah dipahami oleh pengguna. Penempatan tombol navigasi dilakukan pada area yang mudah dijangkau pengguna untuk mempercepat alur interaksi.

Prinsip *visibility of system status* diterapkan melalui penampilan progress bar pada fitur pembelajaran seperti kuis dan halaman profile, sehingga pengguna dapat mengetahui sejauh mana progres belajar mereka. Selain itu, sistem juga menerapkan *error handling* yang jelas,

misalnya dengan menampilkan pesan kesalahan ketika pengguna salah memasukkan data saat login atau registrasi, sehingga pengguna dapat memperbaiki kesalahan dengan mudah.

Fitur interaktif seperti *flashcard* dan *games* edukatif dirancang untuk meningkatkan keterlibatan pengguna selama proses belajar. Interaksi yang sederhana dan langsung bertujuan untuk mengurangi hambatan penggunaan dan meningkatkan motivasi belajar.

D. Adaptasi Desain Web ke Aplikasi Mobile

Sebagai aplikasi universal, EZChem dikembangkan agar dapat digunakan secara optimal pada platform web dan mobile. Pada versi web, desain UI/UX memanfaatkan layar yang lebih besar serta interaksi berbasis pointer. Navigasi disajikan dalam bentuk *navigation bar* horizontal yang menampilkan seluruh fitur utama, sehingga pengguna dapat melihat dan mengakses semua fitur secara langsung.

Pada versi mobile, desain *UI/UX* disesuaikan dengan keterbatasan ukuran layar dan interaksi berbasis sentuhan. Efek hover yang digunakan pada versi *web* tidak diterapkan pada versi *mobile*, karena tidak relevan dengan pola interaksi sentuh. Sebagai gantinya, umpan balik visual diberikan melalui pressed state, perubahan warna saat tombol ditekan, serta animasi transisi sederhana.

Navigasi pada versi *mobile* dirancang agar seluruh fitur utama tetap terlihat dan mudah dijangkau, sehingga pengguna tidak perlu membuka menu berlapis untuk berpindah fitur. Penempatan elemen navigasi juga mempertimbangkan kenyamanan penggunaan satu tangan (*thumb-friendly design*). Meskipun terdapat perbedaan mekanisme interaksi, konsistensi visual antara versi *web* dan *mobile* tetap dijaga melalui penggunaan warna, tipografi, dan ikon yang seragam. Perbedaan pendekatan *UI/UX* antara versi *web* dan *mobile* adalah sebagai berikut.

Aspek	Versi Web	Versi Mobile
Metode Interaksi	<i>Pointer (mouse)</i> , efek <i>hover</i>	Sentuhan (<i>tap, press</i>)
Umpan Balik Visual	<i>Hover effect</i> , perubahan warna	Pressed state, animasi transisi
Navigasi	<i>Navigation bar</i> horizontal	Navigasi ringkas, fitur mudah dijangkau
Tampilan Fitur	Seluruh fitur terlihat pada layar lebar	Fitur disusun agar tetap jelas di layar kecil
Konsistensi Visual	Warna dan tipografi konsisten	Warna dan tipografi disesuaikan tanpa mengubah identitas

MODEL PERANGKAT LUNAK MENGGUNAKAN UML

A. Use Case Diagram pada EZChem

Use Case Diagram pada Virtual Lab EZChem menggambarkan seluruh interaksi yang dapat dilakukan oleh User sebagai aktor utama terhadap sistem. Diagram di bawah ini menunjukkan bahwa seluruh fitur pembelajaran, evaluasi, dan pemantauan progres diinisiasi oleh pengguna, baik pada *platform web* maupun *mobile*.



Gambar 5.1 Use Case Diagram EZChem

Tabel 5.1 Penjelasan Use Case

Use Case	Penjelasan Singkat
Register	Pengguna membuat akun dengan input email dan password.
Login	Pengguna masuk ke sistem dengan validasi email dan password.
Logout	Pengguna keluar dari sistem.
View Welcoming Page	Pengguna mengakses halaman awal setelah login.

<i>View Profile & Progress</i>	Pengguna melihat profile dan progres belajar.
<i>Access Learning Module</i>	Pengguna mengakses materi berupa video, PPT, dan simulasi.
<i>Access Periodic Table</i>	Pengguna mengakses tabel periodik dan melihat detail unsur.
<i>Access Flashcard</i>	Pengguna belajar menggunakan <i>flashcard</i> dan melihat jawaban.
<i>Access Quiz</i>	Pengguna menjawab kuis, melihat hasil, dan mengulang kuis.
<i>Access Games</i>	Pengguna memainkan game edukatif.

Pada *Use Case Diagram* EZChem, digunakan dua jenis relasi utama, yaitu «*include*» dan «*extend*», untuk menunjukkan hubungan antar aktivitas pengguna dalam sistem. Relasi «*include*» digunakan untuk merepresentasikan proses yang bersifat wajib dan selalu terjadi sebagai bagian dari *use case* utama. Contohnya, pada proses registrasi dan login, pengguna harus melakukan input email dan password sehingga kedua proses tersebut dimodelkan sebagai bagian yang tidak terpisahkan. Relasi «*include*» juga digunakan pada fitur modul pembelajaran, di mana konten berupa video, PPT, dan simulasi merupakan bagian inti dari modul yang diakses pengguna.

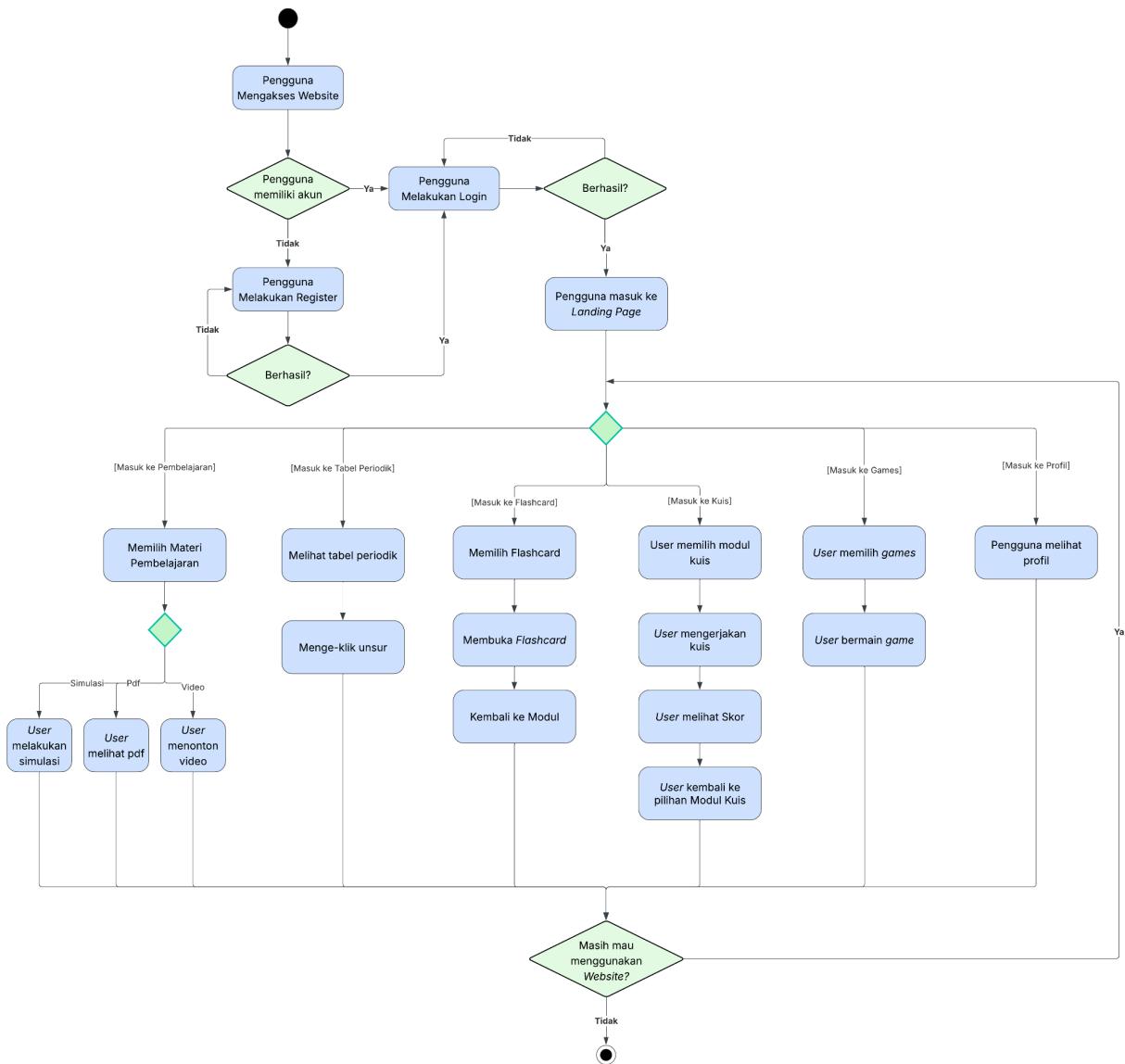
Sementara itu, relasi «*extend*» digunakan untuk menggambarkan skenario atau aksi lanjutan yang bersifat opsional dan hanya terjadi pada kondisi tertentu. Contohnya, ketika pengguna memasukkan email atau password yang tidak valid, sistem menampilkan skenario kesalahan berupa invalid email atau invalid password. Pada fitur tabel periodik, aksi see elements details dimodelkan sebagai extend karena pengguna tidak selalu harus melihat detail unsur. Demikian pula pada fitur kuis, opsi seperti retake quiz atau choose other module's quiz hanya muncul setelah pengguna melihat hasil kuis dan bersifat pilihan.

Selain itu, *Use Case Diagram* EZChem juga menampilkan *use case* Progress Recorded sebagai mekanisme pencatatan progres belajar pengguna. *Use case* ini terhubung dengan berbagai aktivitas pembelajaran seperti mengakses modul, menggunakan flashcard, mengerjakan kuis, dan bermain game. Pencatatan progres tidak diinisiasi secara langsung oleh pengguna, melainkan berjalan secara otomatis sebagai respons terhadap aktivitas belajar yang dilakukan. Dengan pendekatan ini, sistem EZChem mampu memantau perkembangan belajar pengguna secara terintegrasi dan menampilkan hasilnya pada fitur profile dan progres belajar.

B. Activity Diagram pada EZChem

Activity Diagram pada Virtual Lab EZChem menggambarkan alur aktivitas pengguna secara berurutan sejak pertama kali mengakses aplikasi hingga mengakhiri sesi penggunaan. Diagram ini menunjukkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem dalam proses

autentikasi, pemilihan fitur, serta aktivitas pembelajaran yang bersifat fleksibel dan berulang. Alur yang ditampilkan berlaku baik pada *platform web* maupun *mobile*.



Gambar 5.2 Activity Diagram EZChem

Setelah pengguna mengakses aplikasi EZChem, sistem terlebih dahulu memeriksa apakah pengguna telah memiliki akun. Apabila pengguna belum terdaftar, pengguna diarahkan untuk melakukan proses registrasi. Jika proses registrasi berhasil, pengguna dapat melanjutkan ke tahap login. Sebaliknya, apabila pengguna telah memiliki akun, pengguna dapat langsung melakukan login ke dalam sistem. Pada tahap login, sistem melakukan verifikasi data pengguna, dan hanya pengguna dengan autentikasi yang berhasil yang dapat melanjutkan ke halaman utama aplikasi.

Setelah berhasil login, pengguna akan masuk ke landing page yang berfungsi sebagai pusat navigasi utama. Dari halaman ini, pengguna dapat memilih berbagai fitur pembelajaran yang tersedia. Pengguna dapat masuk ke fitur pembelajaran untuk memilih materi, kemudian mengakses konten berupa dokumen PDF, video pembelajaran, atau simulasi sesuai kebutuhan. Selain itu, pengguna juga dapat mengakses fitur tabel periodik

untuk melihat daftar unsur dan menampilkan detail unsur tertentu melalui interaksi langsung.

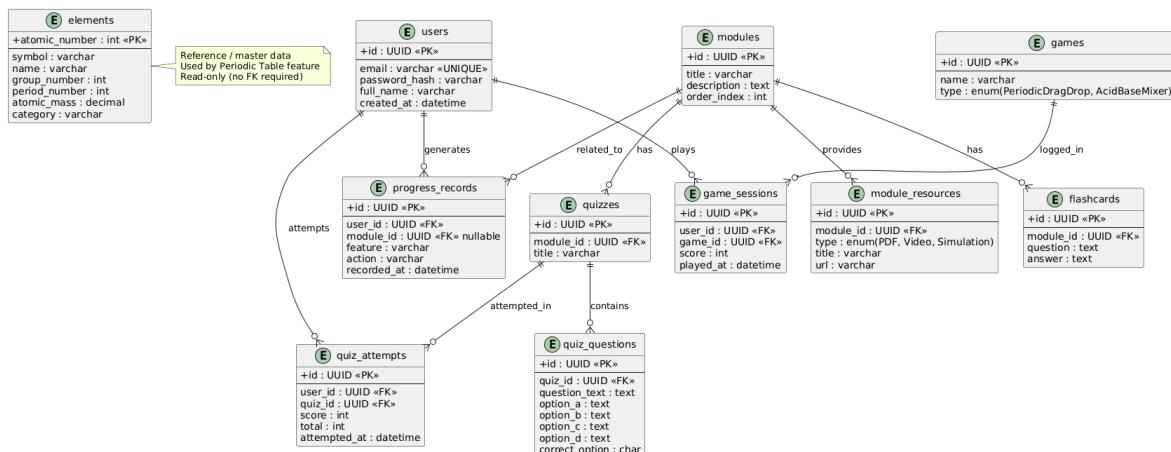
Pengguna juga memiliki opsi untuk mengakses fitur flashcard, di mana pengguna dapat membuka flashcard untuk mengulang konsep dan kembali ke modul pembelajaran setelah selesai. Pada fitur kuis, pengguna memilih modul kuis, mengerjakan soal, dan melihat skor hasil pengerjaan. Setelah melihat hasil kuis, pengguna dapat kembali ke pemilihan modul kuis untuk melanjutkan evaluasi atau memilih aktivitas lain. Selain itu, pengguna dapat mengakses fitur games edukatif, memilih jenis permainan, dan berinteraksi langsung melalui aktivitas bermain game.

Selama seluruh aktivitas pembelajaran tersebut, pengguna juga dapat mengakses halaman profile untuk melihat informasi akun dan progres belajar. Setelah menyelesaikan satu aktivitas, pengguna dapat kembali ke landing page dan memilih fitur lain, sehingga alur penggunaan aplikasi bersifat tidak linear dan memungkinkan pengguna untuk berpindah antar fitur secara bebas. Di akhir alur, sistem menanyakan apakah pengguna masih ingin menggunakan aplikasi. Jika tidak, sesi penggunaan diakhiri dan pengguna keluar dari sistem.

C. Entity Relationship Diagram (ERD) pada EZChem

ERD pada sistem Virtual Lab EZChem digunakan untuk memodelkan struktur data yang mendukung seluruh fitur aplikasi, mulai dari autentikasi pengguna, konten pembelajaran, evaluasi kuis, permainan edukatif, hingga pencatatan progres belajar. Struktur data ini dirancang agar dipakai bersama oleh aplikasi web dan mobile (universal), sehingga seluruh aktivitas pengguna dari berbagai platform tercatat konsisten dalam satu basis data.

Secara umum, ERD EZChem terdiri atas entitas inti pengguna (users), entitas konten pembelajaran (modules beserta sumber materi), entitas latihan dan evaluasi (flashcard dan kuis), entitas permainan (games), serta entitas pencatatan aktivitas (progress_records) yang berfungsi sebagai log progres belajar pengguna.



Gambar 5.3 ERD EZChem

Tabel 5.2 Fungsi Entitas

Entitas	Fungsi
users	Menyimpan identitas akun pengguna (email, password, profile).
modules	Menyimpan daftar modul/materi pembelajaran.
module_resources	Menyimpan resource per modul (PDF, video, simulasi).
flashcards	Menyimpan item flashcard per modul (pertanyaan-jawaban).
quizzes	Menyimpan kuis per modul.
quiz_questions	Menyimpan bank soal untuk tiap kuis.
quiz_attempts	Menyimpan riwayat penggeraan kuis oleh pengguna (mendukung retake).
games	Menyimpan daftar game (mis. drag & drop, acid-base mixer).
game_sessions	Menyimpan riwayat sesi permainan pengguna.
progress_records	Menyimpan catatan aktivitas/progres pengguna lintas fitur.
elements	Menyimpan data unsur kimia untuk fitur tabel periodik (reference/master data).

Relasi pada ERD EZChem menunjukkan bagaimana konten pembelajaran terhubung dengan aktivitas pengguna, serta bagaimana sistem mencatat progres belajar.

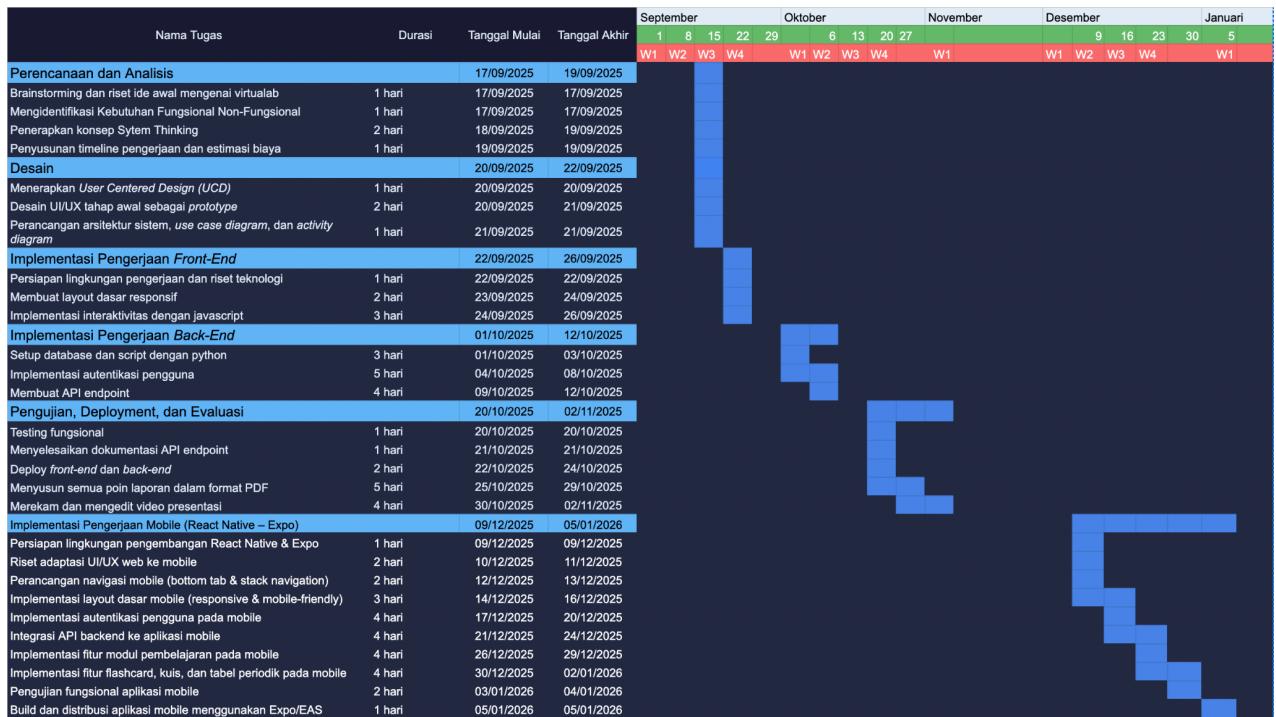
Tabel 5.3 Relasi Entitas Data pada EZChem

Relasi	Penjelasan
users (1) – (N) quiz_attempts	Satu pengguna dapat mengerjakan kuis berkali-kali (retake).
quizzes (1) – (N) quiz_questions	Satu kuis memiliki banyak soal.
modules (1) – (N) module_resources	Satu modul memiliki beberapa jenis materi (PDF/video/simulasi).
modules (1) – (N) flashcards	Satu modul memiliki banyak flashcard.
modules (1) – (N) quizzes	Satu modul dapat memiliki kuis evaluasi.
users (1) – (N) game_sessions	Satu pengguna dapat bermain game berkali-kali.

<code>games (1) – (N) game_sessions</code>	Satu game memiliki banyak sesi permainan dari berbagai pengguna.
<code>users (1) – (N) progress_records</code>	Semua aktivitas belajar pengguna dicatat sebagai progres.
<code>modules (0..1) – (N) progress_records</code>	Aktivitas progres bisa terkait modul tertentu (mis. belajar modul/flashcard/kuis), atau tidak spesifik modul (mis. akses periodik table).

ERD EZChem memastikan bahwa seluruh fitur pembelajaran (modul, flashcard, kuis, game, tabel periodik) dapat didukung oleh penyimpanan data yang terstruktur dan konsisten. Adanya `progress_records` memungkinkan sistem mencatat aktivitas pengguna lintas fitur, sehingga progres belajar dapat ditampilkan kembali pada halaman profile dan menjadi dasar evaluasi penggunaan aplikasi di platform web maupun mobile.

JADWAL IMPLEMENTASI DAN ESTIMASI BIAYA



Gambar 6.1 Gantt Chart Implementasi

Kategori	Rincian Komponen	Durasi	Perkiraan Biaya
Tenaga Kerja (Tim Pengembang)			
Project Manager	1 orang × 30 hari kerja	30 hari	Rp6.000.000
UI/UX Designer	1 orang × 10 hari kerja	10 hari	Rp2.500.000
Front-End Developer	1 orang × 15 hari kerja	15 hari	Rp4.500.000
Back-End Developer	1 orang × 15 hari kerja	15 hari	Rp4.500.000
Mobile App Developer	1 orang × 12 hari kerja	12 hari	Rp3.600.000
QA & Tester	1 orang × 10 hari kerja	10 hari	Rp2.000.000
Tools & Layanan Pengembangan			
Domain Website	1 tahun	1 unit	Rp250.000
Hosting / Deployment	4 bulan	1 akun	Rp400.000
Database Cloud	4 bulan	1 instance	Rp1.000.000
Design Tools (Figma/Canva Pro)	1 bulan	1 lisensi	Rp500.000
Collaboration Tools (GitHub, Notion, Drive)	4 bulan	1 lisensi	Rp1.600.000
Expo EAS Build & Distribution	1 bulan	1 akun	Rp300.000
Infrastruktur & Operasional			
Laptop / Perangkat kerja	2 unit × sewa 1 bulan	4 bulan	Rp4.000.000
Internet & Komunikasi	1 unit	4 bulan	Rp1.200.000
Testing Mobile Device (Android/iOS)	2 device × simulasi/testing	1 bulan	Rp750.000
TOTAL			Rp33.100.000

Gambar 6.2 Estimasi Biaya Implementasi EZChem

PROSES IMPLEMENTASI DAN TEKNOLOGI YANG DIGUNAKAN

A. Implementasi Frontend Web

Frontend web EZChem dikembangkan menggunakan framework React dengan dukungan HTML5, CSS3, dan JavaScript. React dipilih karena kemampuannya dalam membangun antarmuka berbasis komponen yang modular, efisien, serta mudah dikembangkan dan dipelihara. Pendekatan component-based architecture memungkinkan setiap elemen antarmuka, seperti tombol, kartu materi, dan progress bar, dikembangkan secara terpisah namun tetap konsisten.

Untuk pengelolaan navigasi antar halaman, aplikasi web menggunakan React Router, sehingga perpindahan antar fitur dapat dilakukan tanpa memuat ulang halaman (single-page application). Pendekatan ini meningkatkan performa aplikasi serta memberikan pengalaman pengguna yang lebih mulus.

Dari sisi tampilan, digunakan CSS modular styling untuk menjaga konsistensi desain dan mempermudah pemeliharaan kode. Seluruh antarmuka dirancang berdasarkan prinsip User-Centered Design (UCD) agar mudah dipahami, intuitif, dan responsif pada berbagai ukuran layar.

Aplikasi frontend web EZChem kemudian dideploy menggunakan platform Vercel, yang mendukung deployment aplikasi React secara cepat dan terintegrasi langsung dengan repositori kode. Penggunaan Vercel memungkinkan proses continuous deployment, sehingga setiap perubahan pada kode dapat langsung diperbarui pada aplikasi yang berjalan secara online.

B. Implementasi Backend Web

Backend EZChem dikembangkan menggunakan framework FastAPI berbasis Python, yang berperan sebagai pusat pengelolaan logika sistem dan layanan backend. FastAPI dipilih karena performanya yang tinggi, dukungan terhadap pemrosesan asynchronous, serta kemudahan dalam membangun API yang terstruktur dan terdokumentasi dengan baik.

Dalam pengelolaan data, sistem backend menggunakan SQLAlchemy sebagai Object Relational Mapper (ORM) untuk berinteraksi dengan database. Database digunakan untuk menyimpan data pengguna, modul pembelajaran, flashcard, kuis, permainan edukatif, serta progres belajar pengguna. Struktur database diinisialisasi melalui berkas konfigurasi seperti `app.py`, `database.py`, dan `models.py`, sehingga skema data dapat dikelola secara terpusat dan konsisten.

Untuk aspek keamanan, sistem menerapkan mekanisme autentikasi berbasis JWT (JSON Web Token). Mekanisme ini memastikan bahwa hanya pengguna yang telah terverifikasi yang dapat mengakses fitur pembelajaran. Aplikasi backend kemudian dideploy menggunakan platform Railway, yang menyediakan lingkungan server dan koneksi database secara online sehingga sistem dapat diakses secara stabil dan aman.

C. Implementasi Aplikasi Mobile

Sebagai pengembangan lanjutan dari versi web, EZChem diperluas ke platform mobile menggunakan React Native dengan Expo. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan aplikasi Android dan iOS secara efisien dengan memanfaatkan konsep pengembangan berbasis komponen, tanpa harus membangun aplikasi secara native dari awal.

Implementasi aplikasi mobile difokuskan pada adaptasi fitur dan antarmuka dari versi web agar sesuai dengan karakteristik perangkat mobile, seperti ukuran layar yang lebih kecil dan interaksi berbasis sentuhan. Navigasi aplikasi mobile dirancang menggunakan kombinasi bottom tab navigation dan stack navigation untuk memudahkan pengguna berpindah antar fitur utama.

Aplikasi mobile EZChem terintegrasi dengan API backend yang sama seperti versi web, sehingga data pengguna, konten pembelajaran, serta progres belajar dapat diakses secara konsisten. Mekanisme autentikasi juga menggunakan sistem yang sama, yaitu berbasis JWT (JSON Web Token), untuk menjaga keamanan dan keseragaman proses login di seluruh platform.

Proses build dan distribusi aplikasi mobile dilakukan menggunakan Expo Application Services (EAS), yang mempermudah pembuatan paket aplikasi tanpa memerlukan konfigurasi lingkungan pengembangan Android atau iOS secara manual.

PENGUJIAN FUNGSIONAL & NON-FUNGSIONAL DAN EVALUASI

A. Kebutuhan Fungsional EZChem

ID	Kebutuhan	Penjelasan
F01	P/L memiliki fungsi untuk melakukan registrasi akun pengguna	Pengguna dapat melakukan pendaftaran akun ke dalam sistem dengan memasukkan data berupa email dan password yang bersifat unik.
F02	P/L memiliki fungsi untuk melakukan login	Pengguna dapat masuk ke dalam sistem menggunakan akun yang telah terdaftar sebelumnya.
F03	P/L memiliki fungsi untuk melakukan logout	Pengguna dapat keluar dari sistem untuk mengakhiri sesi penggunaan dan diarahkan kembali ke halaman login atau registrasi.
F04	P/L memiliki fungsi untuk menampilkan halaman beranda	Sistem menampilkan halaman beranda yang berisi menu utama untuk mengakses fitur pembelajaran seperti modul, flashcard, kuis, dan game.
F05	P/L memiliki fungsi untuk menampilkan dan mengakses profil pengguna	Pengguna dapat melihat informasi profil berupa email, tanggal pendaftaran, serta ringkasan progres pembelajaran dari setiap aktivitas yang dilakukan.
F06	P/L memiliki fungsi untuk menampilkan modul pembelajaran kimia	Pengguna dapat mengakses 11 modul pembelajaran kimia yang berisi materi dalam bentuk file PDF (PowerPoint), video YouTube, serta simulasi interaktif.
F07	P/L memiliki fungsi untuk menampilkan tabel periodik interaktif	Pengguna dapat memilih elemen kimia pada tabel periodik dan melihat informasi detail mengenai elemen yang dipilih.
F08	P/L memiliki fitur flashcard interaktif	Pengguna dapat mempelajari materi menggunakan flashcard dari 11 modul pembelajaran, di mana setiap kartu dapat dibalik untuk menampilkan jawaban dari pertanyaan.
F09	P/L memiliki fitur kuis interaktif	Pengguna dapat mengerjakan kuis dari 11 modul pembelajaran. Setiap jawaban akan langsung menampilkan hasil benar (warna hijau) atau salah (warna merah).
F10	P/L memiliki fitur game <i>Periodic Table Drag & Drop</i>	Pengguna dapat melengkapi tabel periodik dengan cara melakukan <i>drag and drop</i> elemen kimia yang hilang ke posisi yang sesuai.

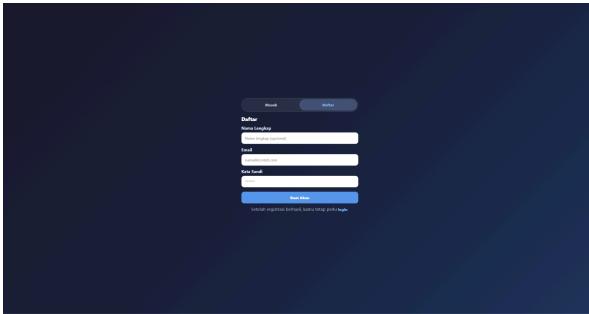
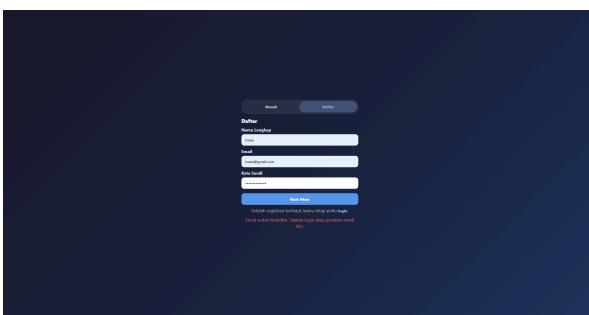
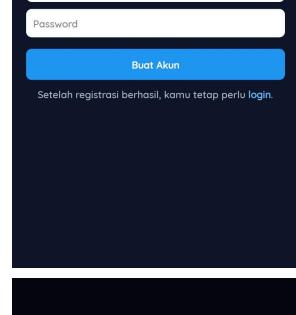
F11	P/L memiliki fitur game <i>Acid-Base Mixer</i>	Pengguna dapat memilih dua senyawa asam dan basa untuk dicampurkan, kemudian sistem menampilkan hasil reaksi berupa perubahan warna cairan pada <i>beaker</i> .
F12	P/L memiliki fungsi untuk mencatat dan memperbarui progres pembelajaran	Sistem mencatat aktivitas pengguna seperti mempelajari modul, bermain game, dan mengerjakan kuis, kemudian memperbarui data progres ke server secara otomatis.
F13	P/L memiliki fungsi autentikasi dan otorisasi pengguna	Sistem menggunakan mekanisme JWT (<i>JSON Web Token</i>) untuk memastikan hanya pengguna terdaftar yang dapat mengakses fitur pembelajaran.

B. Kebutuhan Non-Fungsional EZChem

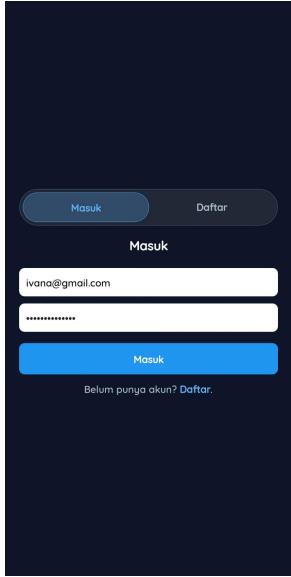
ID	Parameter	Kebutuhan
NF01	<i>Availability</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus dapat diakses setiap saat agar pengguna dapat belajar secara fleksibel tanpa batasan waktu.
NF02	<i>Reliability</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus dapat beroperasi secara stabil dan menampilkan data pembelajaran tanpa gangguan, termasuk saat pengguna berpindah antar modul atau halaman.
NF03	<i>Ergonomics</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus memiliki antarmuka yang sederhana, intuitif, dan mudah digunakan oleh mahasiswa tanpa memerlukan pelatihan khusus.
NF04	<i>Memory</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus menggunakan memori seminimal mungkin, yaitu tidak lebih dari 200 MB saat dijalankan, agar tetap stabil pada perangkat dengan spesifikasi standar mahasiswa.
NF05	<i>Response Time</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus mampu memuat halaman maksimal dalam waktu 3 detik serta memperbarui progres pembelajaran secara <i>real-time</i> tanpa jeda yang signifikan.
NF06	<i>Safety</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus mampu melakukan pencadangan (<i>backup</i>) data pengguna dan progres pembelajaran secara berkala untuk mencegah kehilangan data.
NF07	<i>Security</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus menggunakan mekanisme autentikasi berbasis JWT dan enkripsi password untuk memastikan hanya pengguna yang sah dapat mengakses data pembelajaran.

NF08	<i>Compatibility</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus dapat diakses melalui berbagai perangkat dan browser tanpa mengalami kendala pada tampilan maupun fungsi.
NF09	<i>Maintainability</i>	Aplikasi Virtual Lab Kimia harus memiliki struktur kode yang modular sehingga mudah untuk diperbarui, diperbaiki, dan dikembangkan di masa mendatang.

C. Pengujian

Fitur:	Register	
	Web	Mobile
		
		
		

<p>Register merupakan fitur pendaftaran akun baru dengan form validasi email unik dan password kuat. Pengguna mengisi data (email, password, konfirmasi password) lalu diarahkan ke halaman login setelah berhasil. Fitur ini mencakup F01 (register akun pengguna), F13 (autentikasi dan otorisasi), NF03 (ergonomi), NF05 (response time), NF07 (security), dan NF08 (compatibility).</p>	<p>Register pada mobile menggunakan layout vertikal yang lebih rapat namun tetap intuitif dengan keyboard-aware input. Validasi sama dengan web, redirect ke login setelah sukses. Mencakup F01, F13, NF03 (antarmuka mobile-friendly), NF04 (memory), NF05 (response cepat), NF07 (security), dan NF08 (compatibility di perangkat mobile Android/iOS).</p>
---	--

Fitur:	Login
Web	Mobile
 	
<p>Login memungkinkan pengguna masuk dengan kredensial yang terdaftar. Sistem memvalidasi email/password, menyimpan JWT token, dan redirect ke beranda. Pesan error jelas bila gagal. Mencakup F02 (fungsi login), F13 (autentikasi JWT), NF02 (reliability), NF03 (ergonomi), NF05 (response time cepat), NF07 (security), dan NF08 (compatibility browser).</p>	<p>Login mobile serupa dengan web namun dioptimalkan untuk input sentuh dan keyboard mobile. Token JWT disimpan aman di AsyncStorage. Mencakup F02, F13, NF02 (reliability), NF03 (UI mobile intuitif), NF04 (memory efficient), NF05 (response cepat), NF07 (security), dan NF08 (compatibility perangkat mobile).</p>

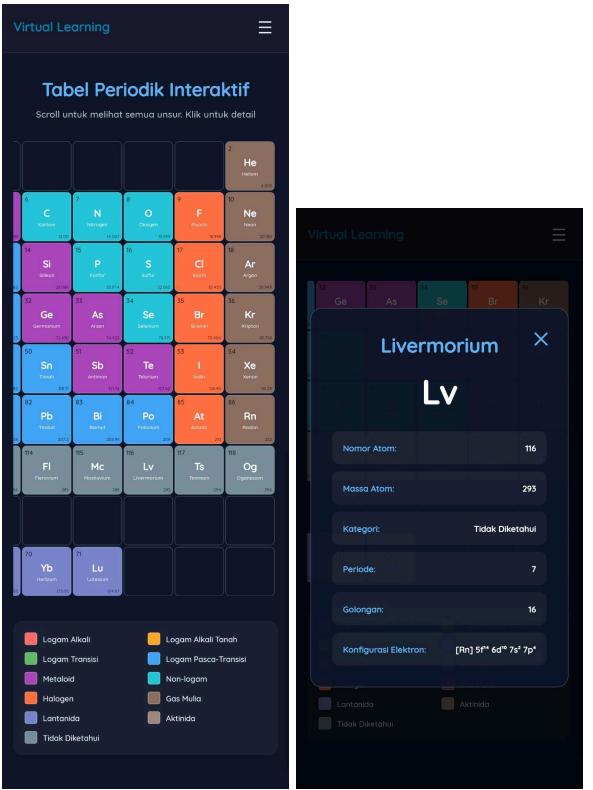
Fitur:	Beranda
Web	Mobile

	
<p>Beranda merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah user login berhasil. Halaman menampilkan welcome message, ringkasan progres singkat, dan menu navigasi utama ke fitur pembelajaran (modul, flashcard, kuis, game, tabel periodik). Layout responsif dengan card-based design dan gradien background. Mencakup F04 (menampilkan halaman beranda dengan menu ke modul, flashcard, kuis, dan game), F13 (autentikasi), NF01 (availability), NF02 (reliability), NF03 (ergonomi), NF05 (response time), NF06 (safety), NF07 (security), dan NF08 (compatibility).</p>	<p>Beranda mobile menampilkan hero section dengan welcome greeting, diikuti feature cards untuk fitur utama (tabel periodik, flashcard, games) dan quick links (profil, modul). CTA buttons besar dan mudah di-tap. Scroll vertikal untuk konten yang panjang. Mencakup F04 (navigasi ke semua fitur pembelajaran), F13 (autentikasi), NF01 (availability), NF02 (reliability), NF03 (ergonomi – UI mobile-friendly, tap targets besar, layout vertikal), NF04 (memory), NF05 (response cepat di perangkat mobile), NF06 (safety), NF07 (security), dan NF08 (compatibility).</p>

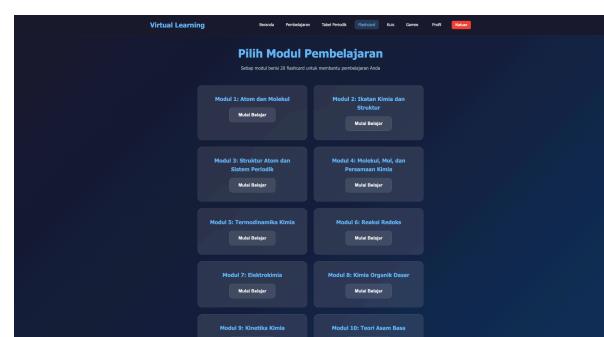
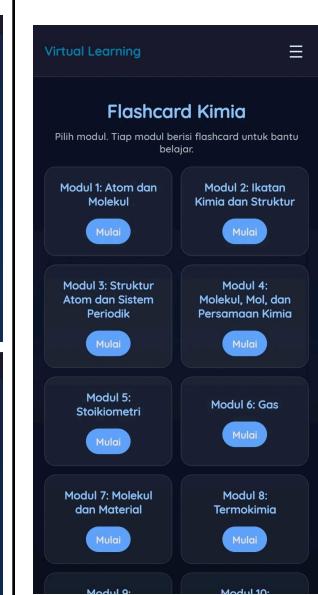
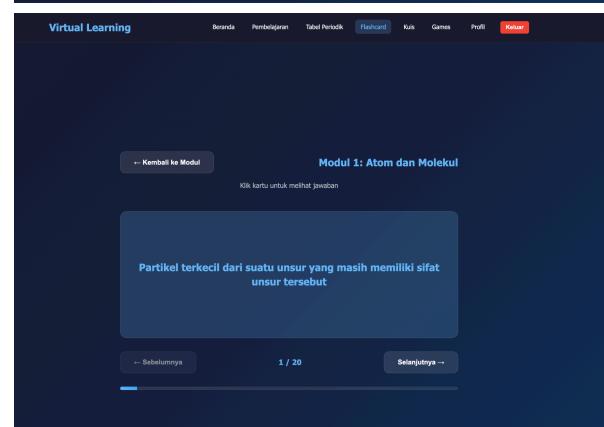
Fitur:	Modul Pembelajaran
Web	Mobile

Modul pembelajaran menampilkan 11 modul kimia dengan konten berupa PDF, video YouTube, dan simulasi interaktif. Pengguna dapat scroll dan membaca materi secara terstruktur. Mencakup F04 (halaman beranda mengarahkan ke modul), F06 (modul pembelajaran kimia), NF01 (availability), NF02 (reliability), NF03 (ergonomi), NF05 (response time), dan NF08 (compatibility browser).

Modul pembelajaran mobile menggunakan list/kartu dengan scroll vertikal yang nyaman di layar kecil. Konten PDF dan video tetap dapat diakses dengan layout responsif. Mencakup F04, F06, NF01 (availability), NF02 (reliability), NF03 (UI mobile-friendly), NF04 (memory optimal), NF05 (response cepat), dan NF08 (compatibility mobile).

Fitur:	Tabel Periodik	
	Web	Mobile
	 <p>The screenshot shows the interactive periodic table on a web browser. The table is a grid of elements with various properties color-coded. A detailed view of Hydrogen (H) is shown at the bottom left, displaying its atomic number (1), mass (1.008 u), category (Non-logam), period (1), group (1), and electron configuration (1s¹). The legend at the bottom defines colors for different element types: Logam Alkali, Logam Alkali Tanah, Logam Transisi, Logam Pascawarna, Non-logam, Halogen, Gas Mulia, Lantana, Aktinida, and Tidak Diketahui.</p>	 <p>The screenshot shows the interactive periodic table on a mobile device. The table is a grid of elements. A modal window for Livermorium (Lv) is open, showing its atomic number (116), mass (293), category (Tidak Diketahui), period (7), group (16), and electron configuration ([Rn] 5f¹ 6d⁰ 7s² 7p⁴). The legend at the bottom is identical to the web version.</p>
Tabel periodik menampilkan 118 unsur dalam grid interaktif. User dapat klik unsur untuk melihat detail (nomor atom, massa, konfigurasi elektron). Mendukung scroll dan zoom browser. Mencakup F07 (tabel periodik interaktif), NF01 (availability), NF02 (reliability – data akurat), NF03 (ergonomi), NF05 (response time cepat), dan NF08 (compatibility layar lebar).	Tabel periodik mobile menggunakan grid scrollable horizontal dan vertikal agar seluruh 118 unsur dapat dijelajahi. Tap membuka modal detail unsur. Mencakup F07, NF01 (availability), NF03 (UI adaptif layar kecil), NF04 (memory efficient), NF05 (response cepat), dan NF08 (compatibility mobile dengan scroll smooth).	

Fitur:	Flashcard	
	Web	Mobile

Flashcard menampilkan kartu pembelajaran dari 11 modul. User dapat flip kartu untuk melihat jawaban, navigasi next/prev. Membantu mengulang konsep kimia secara ringkas. Mencakup F08 (flashcard interaktif), NF01 (availability), NF02 (reliability), NF03 (ergonomics with simple interaction), NF05 (response time fast), and NF08 (compatibility mobile with gesture support).

Flashcard mobile menggunakan gesture swipe/tap untuk flip dan navigasi. Layout kartu disesuaikan untuk keterbacaan di layar kecil. Mencakup F08, NF01 (availability), NF03 (UI sentuh intuitif), NF04 (memory ringan), NF05 (response cepat), and NF08 (compatibility mobile dengan gesture support).

Fitur:	Kuis
Web	Mobile

	<p>Kuis memungkinkan user memilih dari 11 modul, menjawab soal pilihan ganda, dan</p>	<p>Kuis mobile dengan alur serupa: pilih modul → mulai → jawab → hasil. Skor</p>

<p>melihat skor akhir dengan umpan balik benar/salah serta penjelasan. Progres tersimpan otomatis ke backend. Mencakup F04 (navigasi dari beranda), F09 (kuis interaktif), F12 (mencatat progres), F13 (autentikasi akses), NF02 (reliability dengan data kuis yang stabil), NF03 (ergonomi ditunjukkan alur yang jelas), NF05 (response time real-time), NF06 (safety dengan progres yang tersimpan), dan NF07 (security dengan data terenkripsi).</p>	<p>disinkronkan ke backend secara otomatis. Layout optimized untuk sentuh. Mencakup F04, F09, F12, F13, NF02 (reliability), NF03 (UI mobile-friendly), NF04 (memory efficient), NF05 (response real-time), NF06 (safety), dan NF07 (security).</p>
---	--

Fitur:	Games
Web	Mobile

Virtual Learning

Beranda Pembelajaran Tabel Periodik Flashcard Kuis Games Profil Keluar

Pembelajaran Games

Mainkan permainan interaktif untuk memperkuat konsep kimia.

Game 1
Periodic Table Drag & Drop

Lengkapi tabel periodik dengan menyeret elemen ke posisi yang benar.

Mulai Game

Game 2
Acid-Base Mixer

Campurkan asam dan basa untuk melihat reaksi neutralisasi dan persamaan kimiatnya.

Mulai Game

Virtual Learning

Beranda Pembelajaran Tabel Periodik Flashcard Kuis Games Profil Keluar

Periodic Table Drag & Drop

Susun unsur ke posisi yang benar di tabel periodik.

Elements to Drag

Sb Al C Ca Na

Reset Game

Start Game

Virtual Learning

Beranda Pembelajaran Tabel Periodik Flashcard Kuis Games Profil Keluar

Periodic Table Drag & Drop

Susun unsur ke posisi yang benar di tabel periodik.

Elements to Drag

Sb Al C Ca Na

Reset Game

Start Game

Virtual Learning

← Back Periodic Table Drag & Drop

X Incorrect. Try again!

Fill in the Periodic Table

B	C	N	O	F	Ne	He
5	6	7	8	9		
Al	Si	P	S	Cl	Ar	
13	14	15	16	17	18	
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
31	32	33	34	35	36	
In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
49	50	51	52	53	54	
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
81	82	83	84	85	86	

✓ Slot selected. Tap an element below to place it.

Elements to Place

Tap an element to place it

Br Ne At P

New Game

Virtual Learning

← Back Periodic Table Drag & Drop

✓ Correct!

Fill in the Periodic Table

B	C	N	O	F	Ne	He
5	6	7	8	9		
Al	Si	P	S	Cl	Ar	
13	14	15	16	17	18	
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
31	32	33	34	35	36	
In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
49	50	51	52	53	54	
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
81	82	83	84	85	86	

✓ Slot selected. Tap an element below to place it.

Elements to Place

Tap a cell first, then tap an element

Br Ne At P

Virtual Learning

Periodic Table Drag & Drop

Seret unsur ke posisi yang benar di tabel periodik.

Elements to Drag: Sb, Al, C, Ca, Na

You completed the periodic table!

Reset Game

Virtual Learning

Periodic Table

Drag & Drop

Fill in the Periodic Table

You completed the periodic table!

Progress tersimpan.

Reaction Result: 2 HCl + Ca(OH)₂ → CaCl₂ + 2 H₂O

pH: 7

Virtual Learning

Periodic Table Drag & Drop

Seret unsur ke posisi yang benar di tabel periodik.

Elements to Drag

Congratulations! You completed the periodic table!

Reset Game

Virtual Learning

Acid-Base Mixer

Campurkan asam dan basa untuk melihat pH, warna, dan persamaan reaksi netralisasi.

Add: Hydrochloric Acid (HCl)

Base: Sodium Hydroxide (NaOH)

Mix! Reset

Result: pH Basal

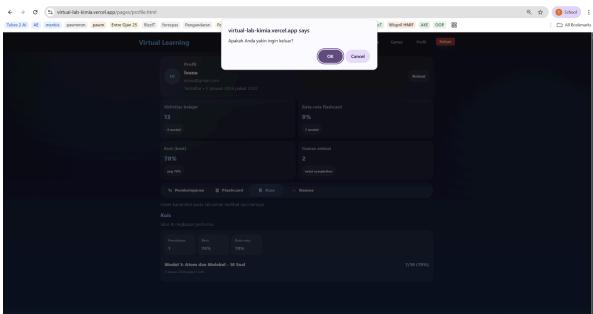
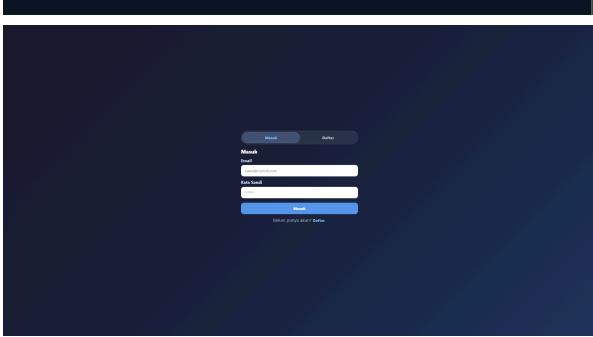
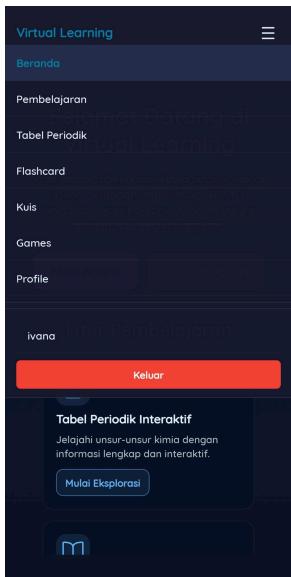
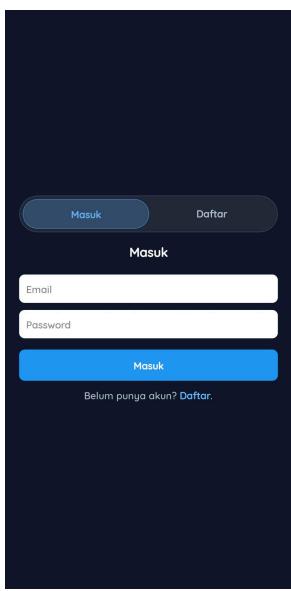
HCl + NaOH -> NaCl + H2O

Asam kuat dan basa kuat menimbulkan menjadi garam dan air (pH netral).

Games terdiri dari dua permainan: Periodic Table Drag & Drop (F10) dan Acid-Base Mixer (F11). User dapat belajar sambil bermain dengan interaksi drag-drop dan mixing simulator. Progres tersimpan otomatis. Mencakup F04 (navigasi dari beranda), F10 (game tabel periodik), F11 (game acid-base), F12 (tracking progres), NF02 (reliability), NF03 (ergonomi ditunjukkan gameplay intuitif), NF05 (response interaktif), dan NF08 (compatibility browser).

Games mobile diadaptasi ke layar sentuh: tap-to-select untuk periodic table, tap untuk mixing acid-base. Ukuran komponen disesuaikan agar tidak overflow. Progres tersimpan ke backend. Mencakup F04, F10, F11, F12, NF02 (reliability), NF03 (UI sentuh responsif), NF04 (memory optimal), NF05 (response cepat), dan NF08 (compatibility mobile).

Fitur:	Profile & Progress	
	Web	Mobile
<p>Halaman profil menampilkan informasi user (email, tanggal daftar) dan ringkasan progres pembelajaran (skor kuis, game yang diselesaikan). Data diambil dari backend secara real-time. Mencakup F05 (menampilkan profil pengguna), F12 (menampilkan progres), F13 (autentikasi akses), NF02 (reliability dengan keakuratan data), NF03 (ergonomi ditunjukkan informasi yang terstruktur), NF05 (response time maksimal 3 detik), NF06 (safety dengan data tersimpan aman), dan NF07 (security dengan akses terproteksi).</p>	<p>Profil mobile dengan layout vertikal menampilkan data user dan progres tersinkronisasi. Design ringkas namun informatif di layar kecil. Mencakup F05, F12, F13, NF02 (reliability), NF03 (UI mobile-friendly), NF04 (memory efficient), NF05 (response cepat), NF06 (safety), dan NF07 (security).</p>	

Fitur:	Logout	
Web	Mobile	
 	 	
<p>Logout menghapus JWT token dari session storage dan redirect user ke halaman login. Navbar berubah sesuai status autentikasi. Memastikan sesi berakhir aman. Mencakup F03 (fungsi logout), F13 (terminasi autentikasi), NF03 (ergonomi), NF05 (response cepat), NF07 (security yang diperlukan dari pencabutan akses), dan NF08 (compatibility).</p>	<p>Logout mobile menghapus token dari AsyncStorage dan redirect ke login. Navbar/navigasi menyesuaikan status auth. Mencakup F03, F13, NF03 (UI sederhana), NF04 (memory dengan fungsi clear data), NF05 (response cepat), NF07 (security), dan NF08 (compatibility mobile).</p>	

D. Evaluasi Hasil Akhir

Hasil implementasi mayoritas sudah berfungsi dengan baik. Hal ini dapat ditunjukkan dengan dua poin krusial di bawah ini:

- Semua fitur core (F01-F13) berhasil terimplementasi dan berfungsi dengan baik di mobile platform.
- Testing fungsional menunjukkan semua endpoint API berjalan stabil tanpa error signifikan.

Walau begitu, ditemukan juga beberapa hal yang dapat ditambahkan di masa depan. Hal-hal ini dapat dilihat di bawah dan pada iterasi berikutnya bisa dijadikan panduan untuk memperbaiki aplikasi dan juga website:

- Memperbaiki inkonsistensi pada elemen desain antarmuka salah satunya penggunaan font weight yang belum seragam antara web dan mobile.
- Meningkatkan UI Design aplikasi sehingga lebih menarik namun tetap user-friendly dengan menambahkan animasi transisi, dark/light mode toggle, dan micro-interactions yang lebih kaya.
- Mengimplementasikan offline mode untuk modul pembelajaran agar user dapat belajar tanpa koneksi internet.
- Menambahkan sistem achievement/leveling dan leaderboard untuk meningkatkan engagement pengguna dalam pembelajaran.

Pembagian Tugas

Nama	NIM	Tugas
Sharon Darma Putra	18223107	<ul style="list-style-type: none">• Laporan UAS• Aplikasi EZChem Welcome, Periodic Table, Games, Navbar, Quiz• Edit Video
Theresia Ivana M. S	18223126	<ul style="list-style-type: none">• Laporan UAS• Aplikasi EZChem Auth, Flashcard, Pembelajaran, Profil• Edit Video

Lampiran

Link repository website: https://github.com/meerancor33/Tugas1_PAQM.git

Link web: <https://virtual-lab-kimia.vercel.app>

Link repository mobile app: https://github.com/sharondarmap/EZChem_Expo.git

Link drive download aplikasi: [EZChem.apk](#)

Link Youtube: <https://youtu.be/5gy0VtOKc9o>