

Ujian Tengah Semester

IF3140 Pengembangan Aplikasi Web dan Mobile

Virtual Lab Institut Teknologi Bandung :
Metaverse Laboratory ITB



Disusun oleh :

Kelompok 12

Samuel Chris Michael B. S. 18223011

Nadia Apsarini Baizal 18223065

Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika - Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR	5
BAB I PENDAHULUAN	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	7
BAB II ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM	9
2.1 Identifikasi Masalah	9
2.2 Kebutuhan Fungsional	9
2.3 Kebutuhan Non-Fungsional	11
BAB III KONSEP PERANCANGAN	12
3.1 Penerapan System Thinking	12
3.2 Penerapan Design Thinking	13
3.3 Penerapan User-Centered Design	15
BAB IV MODELING PERANGKAT LUNAK	18
4.1 Use Case Diagram	18
4.2 Activity Diagram	19
BAB V IMPLEMENTASI DAN MANAJEMEN PROYEK	22
5.1 Proses Implementasi Teknis	22
5.2 Estimasi Biaya Proyek	22
5.4 Dokumentasi API Endpoint	23
BAB VI HASIL AKHIR DAN EVALUASI	25
6.1 Hasil Implementasi	25
6.2 Evaluasi	30
6.3 Saran	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Identifikasi Masalah	8
Tabel 2.2 Identifikasi Kebutuhan Fungsional	9
Tabel 2.3 Identifikasi Kebutuhan Non-Fungsional	10
Tabel 5.1 Proses Implementasi Teknis	21
Tabel 5.2 Estimasi Biaya Proyek	21
Tabel 5.3 Proses Implementasi dan Teknologi yang Digunakan	21
Tabel 6.1 Dokumentasi API Endpoint	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Use Case Diagram	17
Gambar 4.2 Activity Diagram Perangkat Lunak ‘Lab Metaverse ITB’	19
Gambar 6.1 Halaman Home	24
Gambar 6.2 Halaman Home Visi Misi	25
Gambar 6.3 Halaman Home Rekomendasi Event dan Facility	25
Gambar 6.4 Halaman Register	26
Gambar 6.5 Halaman Login	26
Gambar 6.6 Halaman Event	27
Gambar 6.7 Halaman Event Details	27
Gambar 6.8 Halaman Event Details Speaker dan Sponsor	27
Gambar 6.9 Halaman Event Registration	28
Gambar 6.10 Halaman Organization	28
Gambar 6.11 Halaman Project	29

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, dunia semakin berkembang dan semakin canggih. Metaverse adalah ruang virtual tiga dimensi yang menyatukan dunia asli dengan digital melalui penggunaan teknologi dan program khusus. Perkembangan teknologi metaverse, khususnya *Mixed Reality* (MR) dan *Extended Reality* (XR) memiliki potensi yang sangat menjanjikan, terutama pada bidang pendidikan dan pengembangan inovasi. Berbagai macam bidang sudah mulai memanfaatkan teknologi ini sebagai peluang lowongan pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus dalam bidang Metaverse. Dalam hal ini, dibutuhkan persiapan untuk para generasi muda agar mampu memahami, mengadopsi, dan mengembangkan teknologi metaverse secara inovatif.

Metaverse Laboratory ITB adalah salah satu laboratorium bidang teknologi metaverse yang berada di salah satu kampus ternama, yaitu Institut Teknologi Bandung. Laboratorium ini berada di bawah naungan Sekolah Teknik Elektro dan Informatika (STEI) ITB yang berkomitmen untuk memenuhi kebutuhan teknologi, terutama bidang metaverse. Laboratorium ini berfokus pada eksplorasi, pengembangan, dan pengenalan teknologi metaverse, serta menyelenggarakan kegiatan utama seperti Metaverse Festival (METAFEST) dan Metaversity Workshop.

1.2 Rumusan Masalah

Meskipun laboratorium ini memiliki fasilitas yang canggih, lab ini tetap saja memiliki beberapa masalah dan tantangan dalam operasionalnya sehingga menghambat efisiensi dan visibilitasnya. Beberapa masalah yang dihadapi oleh laboratorium ini, di antaranya yaitu

1. Tidak efisiennya manajemen fasilitas

Semua mahasiswa ITB bisa mendapatkan kesempatan untuk meminjam berbagai macam alat canggih yang berada di dalam laboratorium metaverse ini. Walaupun laboratorium ini berisi dengan kecanggihan alat, dalam praktik peminjaman alat masih dilakukan secara manual sehingga *tracker* atau catatan peminjaman alat berceceran, sulit untuk dilacak, dan rentan terhadap kesalahan data atau bahkan kehilangan alat.

2. Kurangnya transparansi data asisten

Data asisten laboratorium atau kontak narahubung antara laboratorium metaverse dengan pihak eksternal masih belum tersedia secara terpusat. Hal ini menyebabkan mahasiswa, peneliti, atau peserta *event* kesulitan untuk mencari tahu mengenai beberapa informasi yang dibutuhkan pada laboratorium. Selain itu, berdasarkan pengalaman asisten laboratorium juga masih terdapat publik yang bertanya-tanya kepada ‘mantan’ asisten sehingga informasi yang diberikan sudah kurang relevan dengan saat ini.

3. Rendahnya kesadaran publik mengenai eksistensi Lab Metaverse

Alat-alat canggih dan kegiatan-kegiatan yang disediakan oleh laboratorium metaverse masih kurang dikenal secara optimal oleh publik, terutama warga kampus ITB itu sendiri. Hal ini mengakibatkan fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh laboratorium metaverse tidak maksimal.

1.3 Tujuan

Pengembangan aplikasi website dan mobile dilakukan dengan memiliki beberapa tujuan utama, di antaranya adalah sebagai berikut

1. Digitalisasi peminjaman alat

Aplikasi website dan mobile Lab Metaverse ITB ini menciptakan sistem *booking* alat *end-to-end* yang otomatis. Jumlah alat yang tersedia juga akan diperlihatkan pada publik secara otomatis dan sehingga peminjam dapat mengetahui ketersediaan alat secara *real-time*. Hal ini juga menghindari *tracker* yang bercerulan.

2. Transparansi data asisten secara *real-time*

Aplikasi website dan mobile Lab Metaverse ITB menyediakan modul organisasi laboratorium metaverse yang menampilkan data dan kontak masing-masing asisten pada tahun tersebut. Hal ini berguna untuk memastikan setiap pengguna mengetahui sumber informasi yang tepat.

3. Peningkatan promosi fasilitas laboratorium

Aplikasi website dan mobile Lab Metaverse ITB menjadi pusat informasi mengenai semua fasilitas yang disediakan oleh laboratorium metaverse. Pada sistem ini akan mempublikasikan acara-acara yang akan diselenggarakan dan juga mengkatalogkan alat-alat canggih yang tersedia di dalam laboratorium metaverse.

Alat-alat ini juga dapat dipinjam oleh publik dengan beberapa ketentuan dan syarat.

BAB II ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM

Analisis kebutuhan sistem ini dibutuhkan untuk mengidentifikasi masalah, menentukan sasaran, dan mengumpulkan seluruh kebutuhan yang diperlukan oleh perangkat lunak yang akan dibangun atau dikembangkan. Tahapan ini menjadi fondasi utama dalam pengembangan perangkat lunak.

2.1 Identifikasi Masalah

Laboratorium metaverse memiliki beberapa masalah yang akan diselesaikan melalui perangkat lunak yang akan dikembangkan, yaitu ‘Lab Metaverse ITB’. Beberapa masalah yang dihadapi akan dipetakan menggunakan tabel, di antaranya adalah sebagai berikut

Tabel 2.1 Identifikasi Masalah

ID	Masalah	Deskripsi Permasalahan
M1	Inefisiensi manajemen fasilitas	Peminjaman alat-alat canggih yang tersedia di dalam laboratorium masih dilakukan secara manual sehingga <i>tracker</i> atau catatan peminjaman bercerulan.
M2	Kurangnya transparansi organisasi	Data asisten atau kontak penanggung jawab laboratorium metaverse masih belum tersedia secara terpusat sehingga publik tidak dapat mencari informasi mengenai laboratorium metaverse.
M3	Rendahnya visibilitas publik	Beberapa fasilitas laboratorium metaverse yang disediakan, seperti alat-alat canggih dan acara-acara yang diselenggarakan masih belum terpublikasikan dengan maksimal.

2.2 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional atau *functional requirement* ini mendefinisikan fitur-fitur apa saja yang wajib disediakan oleh perangkat lunak yang akan dibangun. Untuk

kebutuhan fungsional pada perangkat lunak ‘Lab Metaverse ITB’ akan dipetakan dalam bentuk tabel, di antaranya adalah sebagai berikut

Tabel 2.2 Identifikasi Kebutuhan Fungsional

ID	Fitur Fungsional	Deskripsi Fungsional	Menyelesaikan Masalah
F01	Autentifikasi dan Nagivasi	Memungkinkan <i>Login</i> dan perubahan tampilan Navbar sesuai status otentikasi.	Umum
F02	Manajemen Event	Menyediakan tampilan event yang dapat dicari dan didaftarkan.	M3
F03	Booking Fasilitas & Unggah Dokumen	Pengguna dapat mengajukan peminjaman dengan mengunggah Surat Pertanggungjawaban PDF ke Supabase Storage.	M1
F04	Kelola Inventaris	Sistem wajib mengirimkan <i>patch request</i> ke DB untuk mengurangi <i>quantity</i> alat sebanyak 1 setelah <i>booking</i> sukses.	M1
F05	Pencarian & Katalog Alat	Menyediakan katalog alat canggih Lab dengan <i>live search</i> dan tampilan detail spesifikasi.	M3
F06	Direktori Organisasi	Menyajikan data kontak Asisten Lab dan struktur organisasi Lab Metaverse.	M2

2.3 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional atau *non-functional requirements* mengidentifikasi atribut kualitas dan kendala sistem. Beberapa kebutuhan non-fungsional ini akan dipetakan dalam bentuk tabel, di antaranya adalah sebagai berikut

Tabel 2.3 Identifikasi Kebutuhan Non-Fungsional

ID	Kualitas	Deskripsi
NF01	<i>Responsiveness</i>	Desain Mobile-First yang adaptif di seluruh halaman menggunakan <i>media queries</i> untuk <i>fluid layout</i> .
NF02	<i>Security</i>	Modul transaksional (Booking, Register Event) wajib diproteksi. Akses tanpa <i>loggedInUser</i> akan <i>di-redirect</i> ke halaman Login.
NF03	<i>Performance</i>	Menggunakan teknologi ringan (Vanilla JS) dan <i>lazy-loading</i> fungsionalitas untuk memastikan <i>loading time</i> minimal.
NF04	<i>Usability</i>	Menyediakan <i>visual feedback</i> interaktif (efek <i>hover</i> , <i>transform</i> , <i>transition</i>) pada elemen <i>clickable</i> untuk kejelasan UX.

BAB III KONSEP PERANCANGAN

3.1 Penerapan System Thinking

Pendekatan *systems thinking* diterapkan dalam pengembangan Virtual Lab Metaverse ITB sebagai dasar pemikiran untuk memahami bagaimana seluruh komponen dalam ekosistem laboratorium digital saling terhubung dan berinteraksi membentuk satu sistem yang utuh. Virtual Lab Metaverse ITB tidak hanya dipandang sebagai sekumpulan fitur atau halaman *website*, tetapi sebagai sebuah sistem adaptif yang di dalamnya terdapat keterkaitan antara manusia dan teknologi. Melalui cara berpikir yang sistematis, pengembangan *website* dilakukan dengan mempertimbangkan bagaimana setiap subsistem, seperti sistem peminjaman alat, manajemen proyek, dokumentasi event, dan administrasi organisasi, saling memberi dampak dan umpan balik terhadap kinerja keseluruhan *platform*.

Sebagai contoh, saat seorang mahasiswa mengajukan peminjaman alat melalui sistem, data tersebut tidak hanya disimpan sebagai catatan administratif, tetapi juga secara langsung memengaruhi jadwal ketersediaan alat di sistem. Dalam *website*, ketersediaan alat selalu ditampilkan secara *real-time* sehingga pengguna memiliki fleksibilitas untuk menentukan waktu peminjaman. Hubungan antarproses seperti ini mencerminkan adanya alur informasi dan *feedback loop* yang menjadi ciri khas sistem yang hidup dan dinamis. Demikian pula, aktivitas pengguna, seperti pengunggahan laporan proyek atau dokumentasi event, dapat memengaruhi tampilan *showcase project* pada halaman publik, yang pada akhirnya meningkatkan transparansi dan kolaborasi antaranggota lab.

Pendekatan sistemik juga membantu tim pengembang melihat potensi optimalisasi dari hubungan antarbagian. Misalnya, data peminjaman yang terkumpul dalam jangka waktu tertentu dapat dianalisis untuk melihat pola penggunaan alat, sehingga lab dapat mengatur prioritas pemeliharaan alat dan perencanaan pengadaan di masa depan. Dengan demikian, pengembangan Virtual Lab Metaverse ITB tidak berhenti pada penciptaan sebuah website informatif, melainkan menjadi sistem ekosistem digital yang berkelanjutan (*sustainable system*) dengan kemampuan belajar dan beradaptasi terhadap kebutuhan pengguna dan perubahan teknologi.

Lebih jauh, *systems thinking* juga memungkinkan proses perancangan dilakukan secara holistik dengan mempertimbangkan berbagai sudut pandang pengguna (user perspective), sumber daya (resource flow), serta konteks operasional di lingkungan ITB. Setiap keputusan desain tidak dilakukan secara terpisah, tetapi dievaluasi berdasarkan dampaknya terhadap keseluruhan sistem, baik dari segi efisiensi teknis, efektivitas interaksi pengguna, maupun keberlanjutan operasional lab. Dengan memahami hubungan sebab-akibat antar elemen, tim pengembang dapat mengantisipasi konsekuensi dari perubahan yang dilakukan — misalnya, ketika menambahkan fitur baru atau memperbarui struktur data — tanpa mengganggu keseimbangan sistem yang sudah ada.

Secara keseluruhan, penerapan *systems thinking* dalam pengembangan Virtual Lab Metaverse ITB memungkinkan terciptanya sistem yang lebih adaptif, terintegrasi, dan berorientasi pada nilai. Pendekatan ini mendorong pengembang untuk berpikir lintas disiplin dan mempertimbangkan aspek teknis, sosial, serta akademik secara bersamaan. Dengan demikian, lab digital ini tidak hanya menjadi wadah informasi, tetapi juga berfungsi sebagai ruang kolaboratif yang mencerminkan kompleksitas, keterhubungan, dan dinamika ekosistem metaverse yang sesungguhnya.

3.2 Penerapan Design Thinking

Pendekatan Design Thinking digunakan dalam pengembangan Virtual Lab Metaverse ITB untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga menghadirkan solusi yang berpusat pada pengalaman pengguna (human-centered). Pendekatan ini memberikan kerangka berpikir kreatif dan iteratif yang memungkinkan tim pengembang untuk memahami permasalahan dari sudut pandang pengguna, menghasilkan ide-ide inovatif, dan menguji solusi secara cepat berdasarkan umpan balik nyata. Dengan menerapkan prinsip Design Thinking, Virtual Lab Metaverse ITB dikembangkan tidak semata sebagai proyek teknologi, tetapi sebagai pengalaman digital yang dirancang untuk memfasilitasi kolaborasi, pembelajaran, dan penelitian di lingkungan akademik.

Proses pengembangan dimulai dari tahap empathize, di mana dilakukan pemahaman mendalam terhadap kebutuhan, kebiasaan, dan tantangan yang dihadapi pengguna seperti mahasiswa, dosen, dan staf laboratorium. Pengembang melakukan observasi terhadap aktivitas laboratorium fisik, mempelajari alur kerja peminjaman alat,

pengelolaan proyek, hingga pendokumentasian kegiatan lab. Melalui wawancara informal dan pengamatan langsung, ditemukan berbagai hambatan seperti keterbatasan akses informasi alat, kesulitan dalam pelacakan status peminjaman, serta kurangnya ruang digital untuk mempublikasikan hasil riset. Temuan-temuan ini menjadi dasar bagi tahap berikutnya, *define*, yang berfokus pada perumusan masalah utama secara spesifik — yaitu bagaimana menciptakan sebuah platform digital yang mampu mengintegrasikan seluruh aspek kegiatan laboratorium dalam satu sistem yang terstruktur, efisien, dan mudah digunakan.

Pada tahap *ideate*, tim pengembang mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi kreatif yang dapat menjawab kebutuhan pengguna. Melalui proses brainstorming dan diskusi kolaboratif, dihasilkan beberapa ide utama seperti sistem peminjaman alat berbasis web dengan surat digital otomatis, halaman showcase untuk menampilkan hasil riset, serta fitur dokumentasi kegiatan yang dapat diunggah dan diakses secara interaktif. Ide-ide tersebut kemudian diseleksi dan dikombinasikan menjadi rancangan konseptual Virtual Lab yang menyatukan fungsi edukatif, administratif, dan kolaboratif dalam satu ekosistem digital.

Tahap berikutnya, *prototype*, diwujudkan melalui pembuatan rancangan antarmuka (user interface design) menggunakan Figma berdasarkan hasil ideasi yang telah disepakati. Desain prototipe ini menampilkan alur navigasi antar-halaman, struktur menu, serta gaya visual yang selaras dengan identitas Lab Metaverse ITB — futuristik, profesional, dan ramah pengguna. Setelah rancangan visual disetujui, prototipe diimplementasikan dalam bentuk halaman web statis menggunakan HTML5, CSS3, dan JavaScript, di mana setiap fitur dasar seperti navigasi, sistem form peminjaman, dan galeri proyek mulai diuji secara langsung.

Tahap terakhir adalah *testing*, di mana prototipe diuji kepada calon pengguna untuk memperoleh umpan balik mengenai kemudahan navigasi, kejelasan informasi, serta konsistensi visual. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dilakukan beberapa iterasi untuk menyempurnakan tata letak, meningkatkan keterbacaan teks, serta memperbaiki warna dan kontras agar pengalaman pengguna menjadi lebih nyaman. Siklus iteratif ini mencerminkan prinsip utama Design Thinking — bahwa desain yang baik bukan hasil

satu kali proses, melainkan hasil dari pembelajaran berulang melalui interaksi nyata dengan pengguna.

Melalui penerapan *Design Thinking*, pengembangan Virtual Lab Metaverse ITB berhasil menyeimbangkan antara aspek teknis dan aspek humanistik. Website yang dihasilkan tidak hanya menjadi platform informasi, tetapi juga ruang interaktif yang mendukung kolaborasi riset, pembelajaran virtual, serta eksplorasi ide di lingkungan akademik ITB. Pendekatan ini membantu menciptakan solusi yang relevant, adaptive, and empathetic — sesuai dengan semangat inovasi dan kolaborasi yang menjadi ciri khas Lab Metaverse ITB

3.3 Penerapan User-Centered Design

Pendekatan User-Centered Design (UCD) menjadi inti dari strategi pengembangan Virtual Lab Metaverse ITB, karena setiap keputusan desain dan fitur yang diimplementasikan selalu didasarkan pada pemahaman mendalam terhadap kebutuhan, preferensi, dan perilaku pengguna akhir. Prinsip utama UCD adalah menempatkan pengguna sebagai pusat dari seluruh proses perancangan, bukan sekadar penerima hasil akhir melainkan aktor yang terlibat aktif dalam setiap tahap pengembangan sistem. Dalam konteks ini, pengguna utama adalah mahasiswa dan dosen yang memanfaatkan laboratorium untuk kegiatan akademik, riset, dan pengelolaan alat, serta asisten laboratorium yang bertanggung jawab terhadap administrasi dan operasional.

Pendekatan ini dimulai dengan proses identifikasi kebutuhan pengguna melalui observasi dan wawancara sederhana. Mahasiswa, misalnya, menginginkan sistem peminjaman alat yang mudah digunakan dan memberikan informasi ketersediaan alat secara real-time, sementara dosen membutuhkan media untuk memantau proyek riset dan dokumentasi kegiatan secara terpusat. Dari hasil temuan tersebut, sistem kemudian dirancang dengan mempertimbangkan user flow yang logis dan efisien. Contohnya, form peminjaman alat dibuat sederhana dengan hanya menampilkan input yang relevan, halaman showcase proyek dirancang interaktif agar pengguna dapat menelusuri hasil riset dengan mudah, dan navigasi antar-halaman dijaga konsisten agar pengalaman menjelajah tetap intuitif tanpa membingungkan.

Pada tahap implementasi, desain antarmuka dikembangkan dengan prinsip aksesibilitas dan kenyamanan visual. Pemilihan warna, tipografi, serta tata letak tidak

hanya didasarkan pada estetika, tetapi juga pada keterbacaan dan kemudahan interaksi. Umpulan balik dari pengguna dikumpulkan secara berulang melalui pengujian terhadap prototipe di Figma maupun versi awal website. Setiap masukan yang diperoleh, seperti saran terkait ukuran font, posisi tombol, hingga kecepatan transisi antarhalaman dianalisis dan digunakan untuk menyempurnakan pengalaman pengguna. Siklus iteratif ini memastikan bahwa desain yang dihasilkan terus berkembang sesuai kebutuhan nyata pengguna di lapangan.

Lebih jauh, penerapan UCD pada Virtual Lab Metaverse ITB juga berperan penting dalam membangun rasa kepemilikan (sense of ownership) di kalangan pengguna. Dengan melibatkan mahasiswa dan staf lab dalam proses evaluasi desain, mereka merasa kontribusinya diakui dan hasil akhirnya benar-benar mewakili kebutuhan komunitas akademik ITB. Hal ini sejalan dengan nilai inklusivitas dalam desain sistem digital, di mana setiap pengguna memiliki hak untuk memperoleh pengalaman yang efisien, nyaman, dan mudah diakses tanpa hambatan teknis.

Melalui pendekatan User-Centered Design, Virtual Lab Metaverse ITB berhasil mencapai keseimbangan antara fungsi, kenyamanan, dan keindahan. Sistem ini tidak hanya memfasilitasi kebutuhan administratif seperti peminjaman alat dan pengelolaan proyek, tetapi juga mendukung kolaborasi riset dan penyebarluasan pengetahuan secara lebih luas. Dengan menjadikan pengguna sebagai pusat pengambilan keputusan, pengembangan Virtual Lab tidak sekadar berorientasi pada teknologi, tetapi lebih pada pengalaman manusia yang menggunakannya menghasilkan sistem yang benar-benar fungsional, efisien, dan menyenangkan untuk digunakan.

3.4 UI/UX Design

Desain antarmuka pengguna (User Interface Design) dan pengalaman pengguna (User Experience Design) pada Virtual Lab Metaverse ITB dikembangkan melalui proses iteratif berbasis implementasi langsung menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Tujuan utama desain ini adalah menciptakan pengalaman digital yang futuristik, dan inklusif, sejalan dengan karakter dunia metaverse serta identitas Laboratorium Metaverse ITB sebagai pusat riset berbasis teknologi. Dari sisi User Interface (UI), tampilan web menonjolkan konsep dark futuristic theme dengan perpaduan warna biru neon (#00AEEF) dan ungu elektrik (#A855F7) di atas latar gelap (#0b022d) yang menciptakan

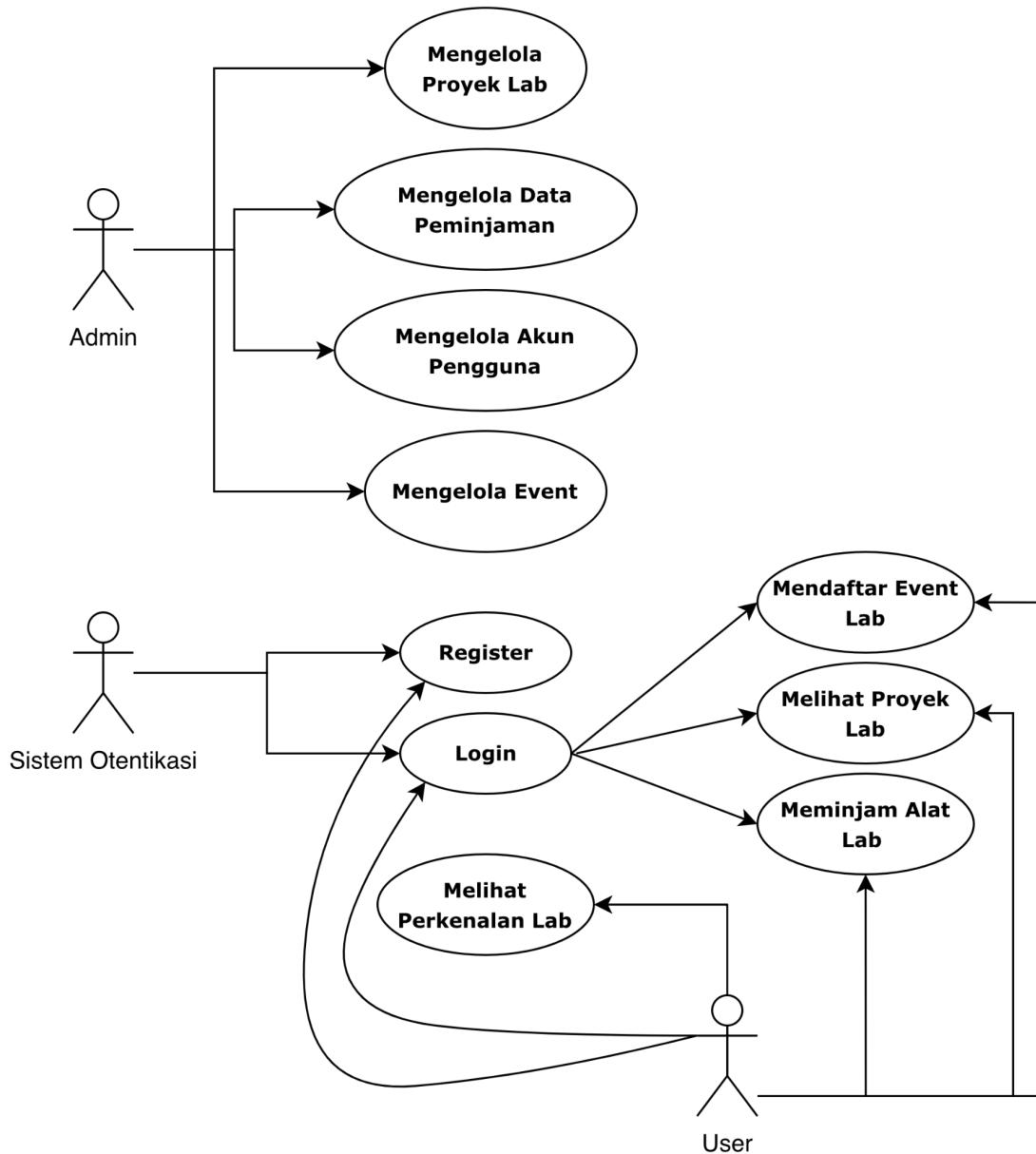
kontras elegan dan modern. Elemen antarmuka seperti navbar, tombol aksi, dan card layout dirancang dengan efek glassmorphism dan cahaya lembut untuk menambah kesan kedalaman visual, sementara penggunaan tipografi Poppins dan Inter menjaga keterbacaan dan kesan profesional.

Dari sisi User Experience (UX), website dibangun dengan prinsip navigasi sederhana dan efisien menggunakan struktur datar (flat structure) agar pengguna dapat mencapai tujuan hanya dalam beberapa langkah. Menu utama berbentuk sticky navigation bar memudahkan perpindahan antarhalaman, seperti Home, Facility, atau Project tanpa kehilangan konteks. Setiap halaman memiliki pola konsisten berupa judul besar, deskripsi singkat, dan kumpulan konten berbentuk card grid yang responsif dan mudah diakses. Pendekatan mobile-first design juga diterapkan agar website tetap optimal di berbagai perangkat, terutama bagi mahasiswa dan dosen yang sering mengakses melalui ponsel. Untuk memperkaya interaksi, ditambahkan micro-interactions dan efek transisi lembut berbasis CSS dan JavaScript seperti hover highlight, fade-in transition, serta scroll reveal animation, yang memberikan umpan balik visual menyenangkan dan memperkuat kesan interaktif khas metaverse.

Selain berfokus pada tampilan dan interaksi, pengujian usability juga menjadi bagian penting dalam penyempurnaan desain. Website diuji secara lokal menggunakan Live Server untuk memastikan kompatibilitas antara browser dan konsistensi tampilan di berbagai resolusi. Pengujian melibatkan pengguna internal, seperti mahasiswa dan asisten laboratorium, yang memberikan masukan terkait navigasi, kontras teks, dan jarak antar elemen. Berdasarkan hasil tersebut, desain disesuaikan agar seimbang antara keindahan visual dan kenyamanan penggunaan. Secara keseluruhan, UI/UX Virtual Lab Metaverse ITB berhasil merepresentasikan semangat inovasi dan teknologi yang menjadi ciri khas laboratorium ini — menghadirkan platform digital yang tidak hanya informatif, tetapi juga imersif, adaptif, dan siap menjadi representasi laboratorium akademik di era digital.

BAB IV MODELING PERANGKAT LUNAK

4.1 Use Case Diagram



Gambar 4.1 Use Case Diagram

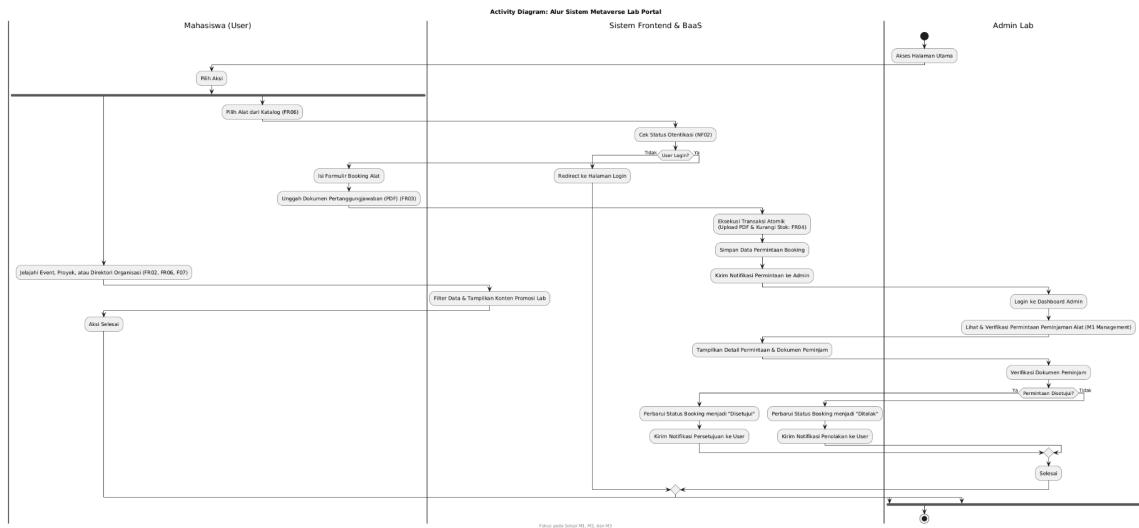
Use Case Diagram di atas menggambarkan interaksi antara pengguna (user) dan administrator dengan sistem Website Virtual Lab Metaverse ITB. Diagram ini menunjukkan bahwa pengguna umum dapat melakukan registrasi dan login sebagai langkah awal untuk mengakses fitur-fitur utama website. Setelah berhasil masuk, pengguna dapat melihat perkenalan mengenai Lab Metaverse ITB, mendaftar ke berbagai

event yang diselenggarakan, menelusuri proyek-proyek hasil penelitian lab, serta mengajukan peminjaman alat-alat yang tersedia. Fitur-fitur ini dirancang untuk memberikan pengalaman interaktif dan mendukung kegiatan akademik maupun riset yang berkaitan dengan teknologi metaverse di ITB.

Di sisi lain, admin memiliki peran penting dalam mengelola seluruh aktivitas di dalam sistem. Admin dapat membuat, memperbarui, dan menghapus event, mengelola proyek lab yang ditampilkan kepada publik, serta memproses data peminjaman alat dan akun pengguna. Struktur use case ini mencerminkan hubungan antara fungsi informatif (melihat dan mendaftar), partisipatif (mengikuti event dan meminjam alat), serta administratif (pengelolaan konten dan data). Secara keseluruhan, diagram ini mendeskripsikan alur interaksi yang efisien dan terintegrasi antara pengguna, admin, dan sistem otentifikasi untuk mendukung kegiatan Virtual Lab Metaverse ITB.

4.2 Activity Diagram

Activity Diagram Sistem Metaverse Lab Portal menggambarkan alur aktivitas utama yang terjadi antara tiga aktor, yaitu Mahasiswa sebagai pengguna, Sistem Frontend & BaaS sebagai pengelola proses digital, dan Admin Lab sebagai pengendali serta verifikator transaksi. Diagram ini bertujuan untuk memvisualisasikan bagaimana ketiga pihak tersebut berinteraksi dalam satu sistem terintegrasi, yang mencakup dua alur utama: alur informasi dan promosi (Solusi M2 dan M3), serta alur transaksi dan kontrol inventaris (Solusi M1).



Gambar 4.2 Activity Diagram Perangkat Lunak ‘Lab Metaverse ITB’

Proses dimulai ketika mahasiswa mengakses halaman utama portal dan memilih aksi yang ingin dilakukan. Dari sini, alur terbagi menjadi dua jalur paralel. Pada alur pertama, yaitu Alur Informasi & Promosi, mahasiswa dapat menjelajahi berbagai event, proyek, dan direktori organisasi laboratorium. Sistem kemudian melakukan proses penyaringan data dan menampilkan konten promosi sesuai kebutuhan pengguna. Aktivitas ini berakhir ketika informasi yang dibutuhkan telah berhasil ditampilkan, menandakan bahwa fungsi portal sebagai media promosi dan informasi laboratorium telah berjalan dengan baik. Alur ini berhubungan langsung dengan Solusi M2 dan M3, yang berfokus pada peningkatan akses informasi serta promosi kegiatan laboratorium secara digital dan interaktif.

Sementara itu, pada alur kedua, yaitu Alur Transaksi & Kontrol Inventaris yang merupakan implementasi dari Solusi M1, mahasiswa dapat memilih alat dari katalog yang tersedia untuk dipinjam. Sistem akan memeriksa status autentikasi pengguna; apabila pengguna belum login, sistem akan mengarahkan ke halaman login. Jika sudah terautentikasi, mahasiswa dapat melanjutkan dengan mengisi formulir peminjaman serta mengunggah dokumen pertanggungjawaban dalam format PDF. Sistem kemudian menjalankan transaksi atomik yang mencakup unggahan dokumen dan pengurangan stok alat secara otomatis, menyimpan data peminjaman, serta mengirimkan notifikasi kepada admin untuk diverifikasi.

Admin Lab kemudian masuk ke dashboard untuk melihat detail permintaan dan memverifikasi dokumen peminjam. Berdasarkan hasil verifikasi, admin dapat menyetujui atau menolak permintaan tersebut. Jika disetujui, sistem akan memperbarui status menjadi “Disetujui” dan mengirimkan notifikasi persetujuan kepada mahasiswa. Sebaliknya, jika ditolak, status akan diperbarui menjadi “Ditolak” dan sistem akan mengirimkan notifikasi penolakan. Proses ini memastikan bahwa setiap transaksi berjalan dengan aman, terverifikasi, dan terdokumentasi dengan baik.

Secara keseluruhan, Activity Diagram ini menunjukkan bagaimana sistem Metaverse Lab Portal mengintegrasikan tiga solusi utama, yaitu M1, M2, dan M3 dalam satu platform yang efisien dan sinkron. Alur informasi dan promosi berjalan berdampingan dengan proses transaksi peminjaman alat, memungkinkan pengguna mendapatkan pengalaman yang menyeluruh dalam satu portal terpadu. Melalui desain ini, sistem tidak hanya berfungsi sebagai media informasi, tetapi juga sebagai sarana manajemen inventaris dan komunikasi yang efektif antara mahasiswa dan admin laboratorium.

BAB V IMPLEMENTASI DAN MANAJEMEN PROYEK

5.1 Proses Implementasi Teknis

Proyek ini dilaksanakan menggunakan metodologi *Agile Incremental* dengan 4 fase, akan dipetakan dalam bentuk tabel.

Tabel 5.1 Proses Implementasi Teknis

Fase	Tahapan Utama	Output Kunci
I	Analisis & Design Blueprint	Dokumen FR/NFR, UCD, <i>Dark Theme Mockup</i> .
II	Front-end Core & Navigasi	Implementasi <i>Mobile-First</i> CSS/HTML & Logika Navbar (FR01, NF01).
III	Back-end Integration & Data Display	Implementasi Login/Register (FR01), Integrasi Supabase DB, Tampilan Katalog Alat (FR06).
IV	Finalisasi Transaksi & Testing	Implementasi Penuh Tool Booking (FR03, FR04, FR05), <i>End-to-End Testing</i> .

5.2 Estimasi Biaya Proyek

Tabel 5.2 Estimasi Biaya Proyek

Kebutuhan Sumber Daya	Rincian Estimasi	Estimasi Biaya (IDR)
Layanan Cloud (BaaS)	Supabase (Tier Gratis: DB, Auth, Storage)	Rp 0
Hosting Front-end	Vercell	Rp 0
Total Estimasi Nilai		Rp 0

5.3 Proses Implementasi dan Teknologi yang Digunakan

Implementasi mengadopsi arsitektur *web mobile-first* dengan teknologi *open-source* dan layanan BaaS untuk efisiensi.

Tabel 5.3 Proses Implementasi dan Teknologi yang Digunakan

Arsitektur	Teknologi Utama	Detail Implementasi Teknis
------------	-----------------	----------------------------

Frontend	HTML5, CSS3, Vanilla JavaScript (ES6+)	Digunakan untuk rendering UI, logika filter <i>client-side</i> (FR06), dan manajemen <i>state</i> sesi (localStorage). Pemilihan Vanilla JS mendukung NFR03 (Performance).
Back-end (BaaS)	Supabase	Berfungsi sebagai <i>Backend as a Service</i> , menyediakan PostgreSQL Database (untuk users, tools), Authentication, dan Storage (untuk PDF).
Otentikasi Backend	Supabase SDK	Dilakukan dengan <i>query .select().eq()</i> ke tabel users. Status sesi disimpan di localStorage FE untuk FR01/FR02.
Storage	Supabase Storage	Menangani unggahan file PDF (Tugas-UTS-PAWM/Tugas 01/ToolBooking/script.js) ke <i>bucket</i> borrow-pdfs untuk bukti legalitas peminjaman (FR03).
Hosting	Vercell	Digunakan untuk <i>deployment</i> aplikasi <i>Front-end</i> (Website Statis). Vercel menjamin <i>deployment</i> yang cepat (melalui integrasi Git) dan performa global yang stabil, mendukung penyelesaian M3 (Visibilitas Publik).

5.4 Dokumentasi API Endpoint

Dokumentasi API berfokus pada endpoint krusial yang menyelesaikan masalah M1 (Inefisiensi Peminjaman) dan FR01 (Autentikasi), diakses melalui Supabase JavaScript SDK.

Tabel 6.1 Dokumentasi API Endpoint

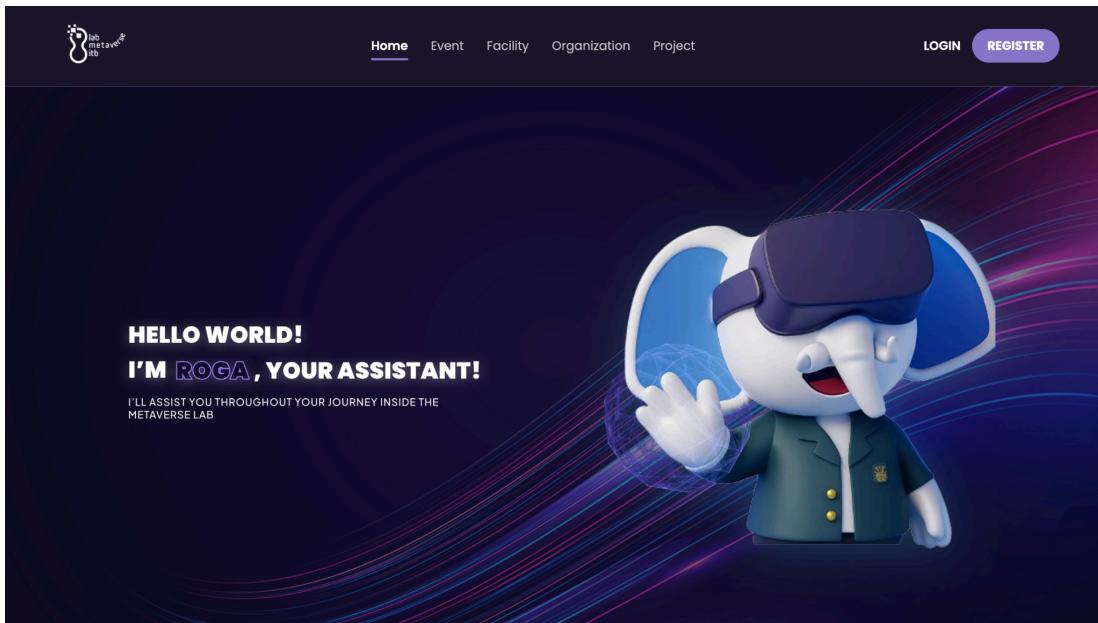
Endpoint	Metode	Deskripsi	Format Request / Response
/rest/v1/users	GET	Login Akun (FR01). Memverifikasi kredensial pengguna terdaftar.	Query: ?select=*&username=eq.{val}&password=eq.{val}. Response: Array data user.
/rest/v1/tools	PATCH	Update Inventaris (FR05). Mengurangi kuantitas alat setelah <i>booking</i> sukses (Solusi M1)	Query: ?id=eq.{toolId}. Body: { quantity: N-1 }. Response: 204 No Content.
/rest/v1/borrow_requests	POST	Simpan Data Booking (FR04). Mencatat detail permintaan peminjaman yang baru.	Body: { id_tools, first_name, ..., pdf_url }. Response: 201 Created.
/storage/v1/object/borrow-pdfs/	POST	Unggah Surat Legalitas (FR03). Menyimpan file PDF ke <i>Storage</i> (Solusi M1).	Body: File Blob dari input. Response: Public

			<i>URL</i> file yang diunggah.
--	--	--	--------------------------------

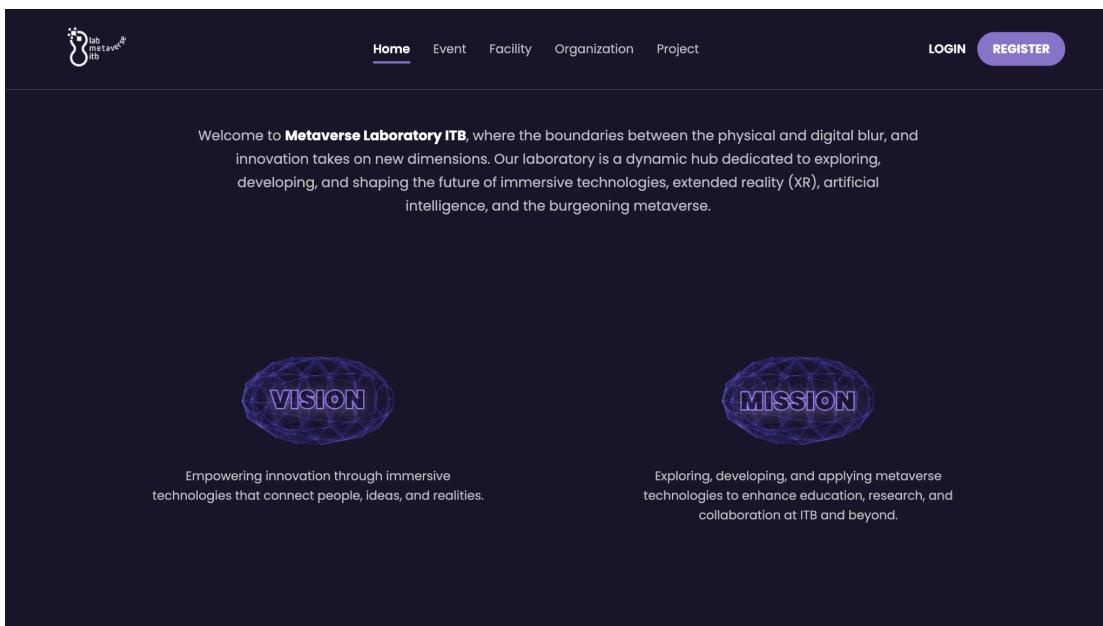
BAB VI HASIL AKHIR DAN EVALUASI

6.1 Hasil Implementasi

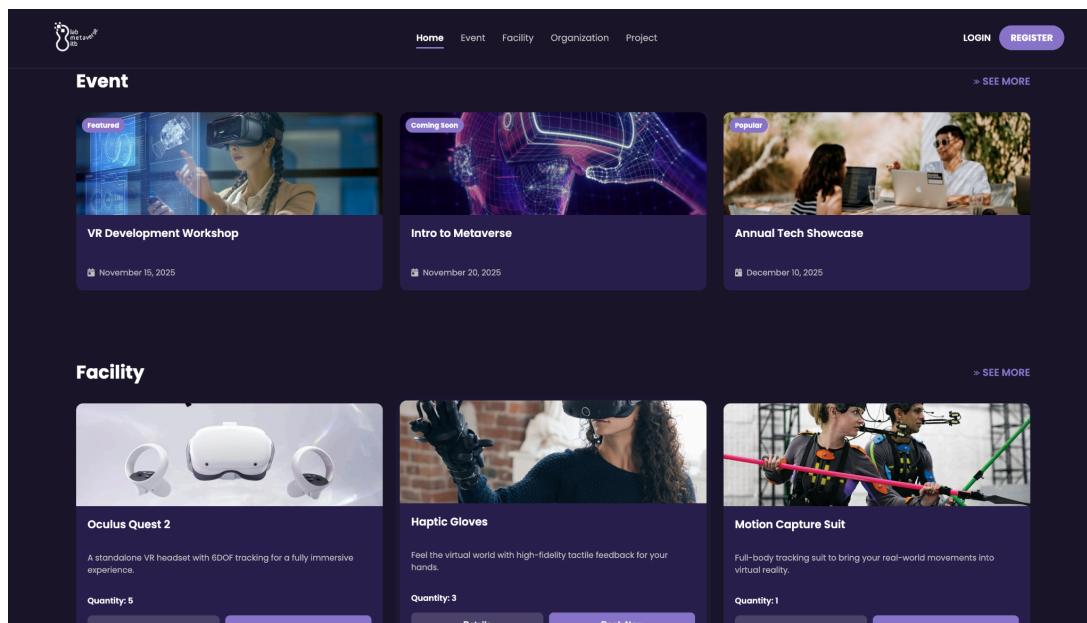
Pada awal *user* membuka website ‘Lab Metaverse ITB’, *user* akan langsung berada di halaman ‘Home’ yang berisi pengenalan mengenai Laboratorium Metaverse ITB dan beberapa rekomendasi mengenai fasilitas yang ada pada Laboratorium Metaverse.



Gambar 6.1 Halaman Home

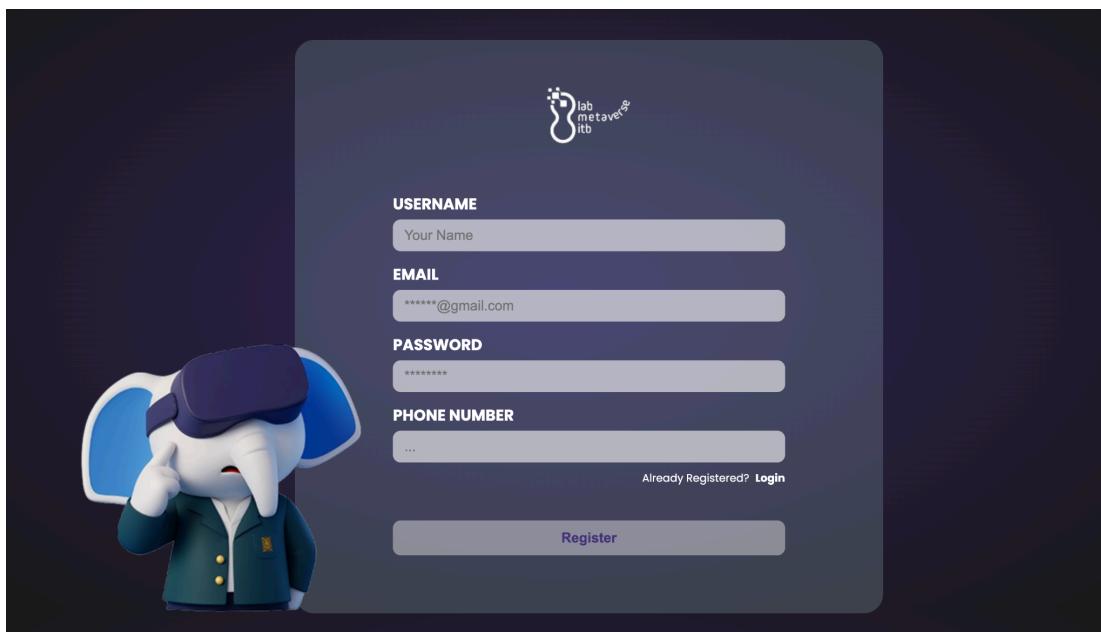


Gambar 6.2 Halaman Home Visi Misi

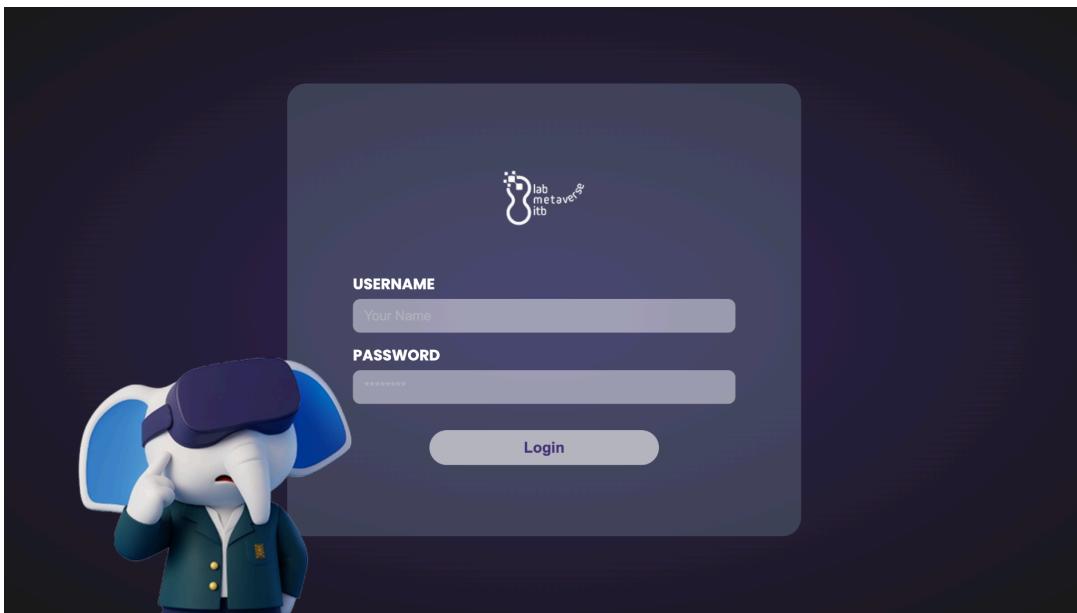


Gambar 6.3 Halaman Home Rekomendasi Event dan Facility

User dapat melakukan *register* pada tombol ‘Register’ yang terletak di kanan atas halaman. Apabila user sudah mendaftarkan akun pada website tersebut, user dapat langsung melakukan *login* akun.

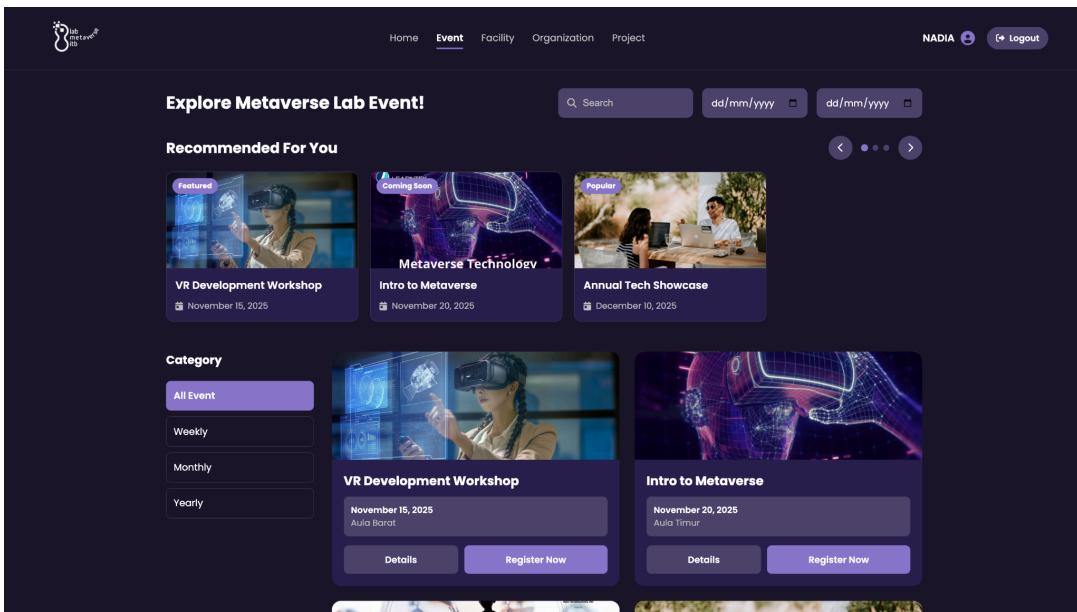


Gambar 6.4 Halaman Register



Gambar 6.5 Halaman Login

Selanjutnya, terdapat halaman Event. Halaman ini akan terbuka ketika *user* menekan ‘Event’ pada *navigation bar* yang terletak di bagian atas tengah halaman. Halaman ini berisi *event-event* yang diselenggarakan oleh Laboratorium Metaverse ITB. *User* juga dapat melakukan *Search*, *Sortir*, dan *Filter* sesuai dengan keinginan *user*.



Gambar 6.6 Halaman Event

Untuk setiap *event* yang ada, *user* dapat melihat deskripsi detail mengenai *event* yang terlibat dengan menekan tombol ‘Details’. Di sana akan terlihat deskripsi mengenai *event*, siapa saja *speaker*-nya, dan juga siapa saja *sponsor*-nya.



Gambar 6.7 Halaman Event Details

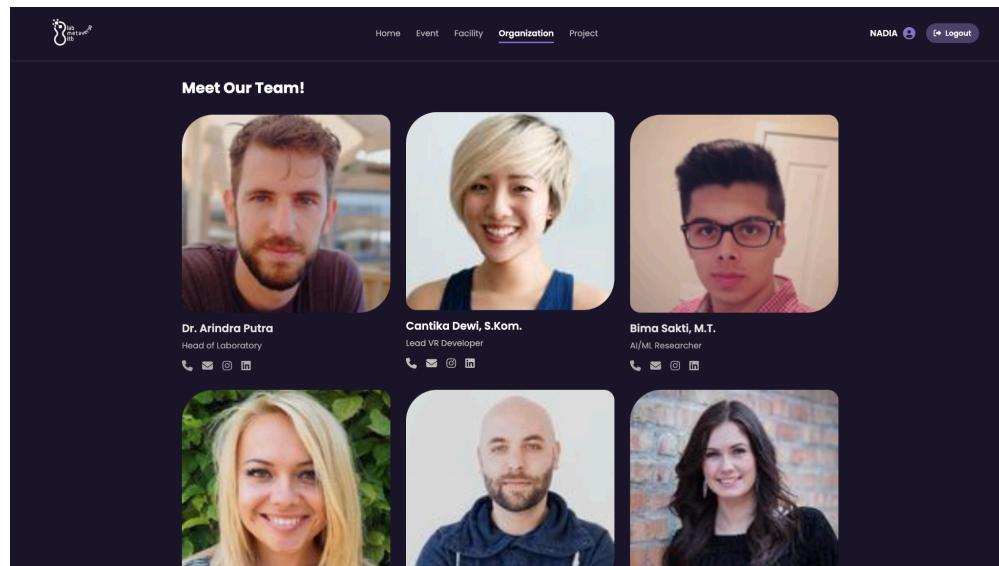
This screenshot shows the detailed view of the 'VR Development Workshop' event. It includes sections for 'Speaker' and 'Sponsor'. The 'Speaker' section displays three profiles: Dr. Elara Vance (VR/AR Specialist), Prof. Kenji Tanaka (Unity Lead Developer), and Anya Petrova (3D Modeler). The 'Sponsor' section shows logos for Meta (Gold Sponsor), Unity (Silver Sponsor), and ITB (Bronze Sponsor). At the bottom, there's a message of welcome and contact information, along with social media sharing icons.

Gambar 6.8 Halaman Event Details Speaker dan Sponsor

Apabila *user* tertarik dengan *event* yang terlibat, *user* dapat melakukan pendaftaran dengan cara menekan tombol ‘Register Now’.

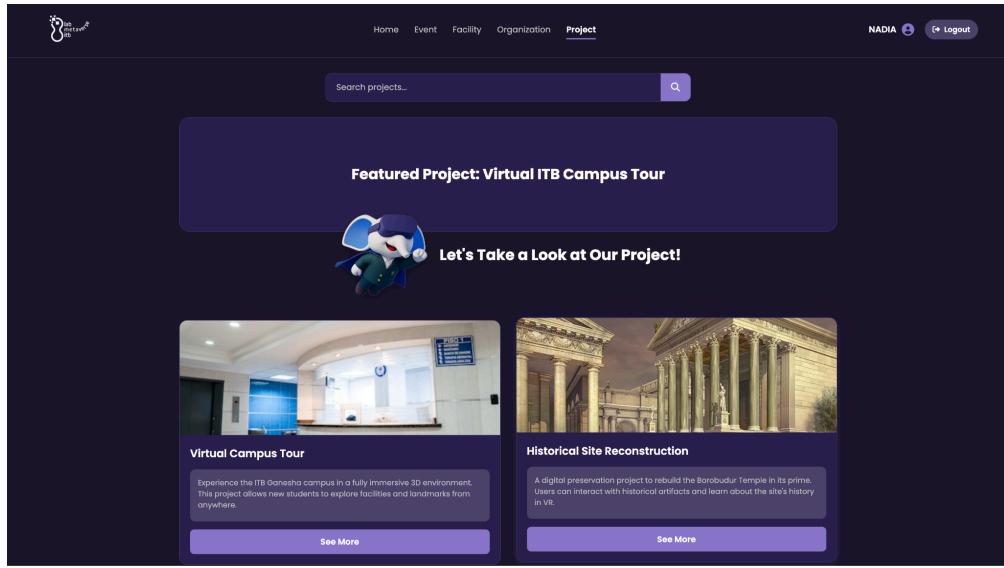
Gambar 6.9 Halaman Event Registration

Selanjutnya, terdapat juga halaman Organization. Halaman ini akan terbuka ketika *user* menekan tombol ‘Organization’ pada *navigation bar* yang terletak di bagian atas tengah halaman. Halaman ini berisi data mengenai asisten yang ada pada Laboratorium Metaverse ITB.



Gambar 6.10 Halaman Organization

Terdapat juga halaman ‘Project’. Halaman ini akan terbuka ketika *user* menekan tombol ‘Project’ pada *navigation bar* yang terletak pada bagian atas tengah halaman. Halaman ini berisi projek-projek yang sudah dibuat oleh Laboratorium Metaverse ITB.



Gambar 6.11 Halaman Project

6.2 Evaluasi

Secara keseluruhan, pengembangan Metaverse Lab ITB Portal telah berhasil mencapai tujuan yang ditetapkan dalam mengatasi tantangan operasional dan promosi yang dihadapi oleh Lab Metaverse (M1, M2, M3). Fungsionalitas inti telah terimplementasi dengan baik, didukung oleh arsitektur *full-stack* yang stabil menggunakan Vanilla JavaScript dan Supabase. Aplikasi menunjukkan kepatuhan tinggi terhadap prinsip Mobile-First (NF01) dan konsistensi estetika Dark Theme (NF04) yang profesional, terbukti dari tampilan yang responsif dan menarik di semua modul.

Aspek paling krusial yang berhasil diselesaikan adalah Inefisiensi Manajemen Fasilitas (M1) melalui digitalisasi alur peminjaman alat. Sistem telah berhasil mengimplementasikan *critical loop* Kelola Inventaris Atomik (F04). Setiap kali transaksi peminjaman alat disubmit, sistem secara otomatis mengirimkan *patch request* ke *database* untuk mengurangi kuantitas alat sebanyak satu, menciptakan *real-time tracker* yang terpusat dan menghilangkan masalah catatan yang berceceran. Selain itu, integrasi Unggah Dokumen (F03) ke Supabase Storage memastikan bukti legalitas (Surat Pertanggungjawaban PDF) tersimpan secara digital, memperkuat keamanan dan akuntabilitas sistem peminjaman (NF02).

Untuk mengatasi Kurangnya Transparansi Organisasi (M2), modul Direktori Organisasi (F06) telah diimplementasikan, menyajikan data Asisten Lab dalam tata letak

kartu yang jelas dan mudah diakses. Hal ini menjadi jembatan komunikasi yang efektif. Sementara itu, Rendahnya Visibilitas Publik (M3) diatasi melalui modul Manajemen Event (F02) dan Katalog Alat (F05). Desain *card grid* di halaman *Facility* berhasil memamerkan alat-alat canggih Lab (seperti Oculus Quest 2, Haptic Gloves) yang sebelumnya kurang terekspos, secara efektif meningkatkan daya tarik Lab kepada mahasiswa dan publik.

6.3 Saran

Meskipun fungsionalitas telah terpenuhi, untuk mencapai standar produk yang ambisius, terdapat beberapa area kunci yang harus ditingkatkan, di antaranya yaitu

1. Keamanan Autentikasi (NF02)

Mekanisme *Login* saat ini masih menggunakan *query* langsung ke tabel *users*. Ini harus segera di-*upgrade* menjadi Supabase Auth API standar untuk memastikan *password hashing* yang kuat dan manajemen sesi berbasis JWT, yang sangat penting untuk aplikasi akademik.

2. Manajemen Konten (M3)

Data konten seperti detail event, *speaker*, dan *tool details* saat ini masih *hardcoded* dalam JavaScript. Migrasi total data ini ke tabel dinamis Supabase akan menciptakan *Content Management System* (CMS) yang memungkinkan Admin Lab mengelola informasi promosi tanpa harus mengubah kode, meningkatkan maintainability sistem.

3. User Feedback Canggih (NF04)

Penggunaan *native alert()* untuk *feedback* transaksi harus diganti dengan *loading spinner* dan notifikasi *pop-up* kustom yang terintegrasi dengan UI, terutama selama proses *file upload* yang memiliki latensi tinggi, untuk meningkatkan User Experience secara signifikan.