

Implementasi Aplikasi *Mobile Building Information Models*

Aries Dwi Prasetyo¹; Meredita Susanty^{1}*

1. Fakultas Sains dan Komputer, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Pertamina

^{*)}Email: mereditasusanty@universitaspertamina.ac.id

Received: 14 Mei 2025 | Accepted: 30 Desember 2025 | Published: 31 Desember 2025

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of the physical and functional characteristics of a facility, enabling more efficient planning, design, construction, and operation processes. However, the use of BIM in the construction industry continues to face challenges, particularly related to the complexity of conventional software and limited accessibility in the field. This study aims to develop a mobile-based BIM application that enhances accessibility for field workers, clients, and project teams without requiring additional design software installations. The research follows the Software Development Life Cycle (SDLC) – Waterfall model, covering requirement analysis, system design, implementation, testing, and deployment. The application is developed using Java for Android, OpenGL for 3D visualization, Laravel for backend services, and MySQL for database management. The key features of the application include project and file management, 3D model visualization, and PDF document viewing. The testing phase indicates that the application successfully meets user requirements, providing efficient and real-time access to BIM data. Future development may include support for additional file formats (e.g., IFC), improvements in 3D rendering performance, and integration with IoT sensors for smart construction applications. This research contributes to the digital transformation of the construction industry by offering a practical and accessible BIM solution.

Keywords: *Building Information Modeling, Mobile Application, 3D Visualization, Construction Management, SDLC*

ABSTRAK

Building Information Modeling (BIM) adalah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas yang memungkinkan proses perencanaan, desain, konstruksi, dan operasional menjadi lebih efisien. Namun, penerapan BIM di industri konstruksi masih menghadapi tantangan, terutama dalam kompleksitas perangkat lunak konvensional dan keterbatasan aksesibilitas di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi BIM berbasis mobile yang meningkatkan aksesibilitas bagi pekerja lapangan, klien, dan tim proyek tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak desain tambahan. Metodologi yang digunakan adalah Software Development Life Cycle (SDLC) – model Waterfall, dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan deployment. Aplikasi dikembangkan menggunakan Java untuk Android, OpenGL untuk visualisasi 3D, Laravel untuk backend, dan MySQL untuk basis data. Fitur utama aplikasi meliputi manajemen proyek dan file, visualisasi model 3D, serta tampilan dokumen PDF. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berhasil memenuhi kebutuhan pengguna dan memungkinkan akses data BIM secara real-time dengan lebih efisien. Pengembangan selanjutnya dapat mencakup dukungan format file tambahan (misalnya IFC), peningkatan performa rendering 3D, serta integrasi dengan sensor IoT untuk aplikasi konstruksi pintar. Penelitian ini berkontribusi pada transformasi digital industri konstruksi dengan menyediakan solusi BIM yang lebih praktis dan mudah diakses.

Kata kunci: *Building Information Modeling, Aplikasi Mobile, Visualisasi 3D, Manajemen Konstruksi, SDLC*

1. PENDAHULUAN

Building Information Modeling (BIM) merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu fasilitas yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi dalam perencanaan, desain, konstruksi, serta pengoperasian bangunan dan infrastruktur. Dengan bantuan aplikasi atau perangkat lunak yang mendukung proses BIM, model virtual bangunan dapat dibuat secara akurat dalam bentuk digital. Model ini disebut sebagai *Building Information Models* (BIMs) dan memiliki peran penting dalam proses pengambilan keputusan terkait aset atau fasilitas yang dibangun [1], [2].

BIM memungkinkan berbagai pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi, termasuk arsitek, insinyur, kontraktor, pemilik proyek, hingga lembaga pemerintah, untuk bekerja secara lebih terintegrasi. Model ini memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap seluruh siklus hidup bangunan, mulai dari tahap konseptual hingga operasional. Dengan BIMs, informasi proyek tidak hanya terbatas pada gambar dua dimensi tetapi juga mencakup data parametrik yang dapat dianalisis untuk mengidentifikasi potensi masalah dalam desain, konstruksi, maupun operasional [3].

Salah satu manfaat utama dari BIM adalah kemampuannya dalam menghubungkan berbagai dokumen konstruksi, seperti gambar teknis, spesifikasi proyek, estimasi biaya, serta jadwal pelaksanaan. Melalui aplikasi BIM, integrasi data tersebut dapat diakses dengan lebih mudah, sehingga meningkatkan efisiensi dalam manajemen proyek dan mengurangi risiko kesalahan akibat informasi yang tidak sinkron [4], [5].

Meskipun teknologi BIM telah terbukti memberikan berbagai keuntungan, penerapannya masih menghadapi tantangan di industri arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC). Survei yang dilakukan oleh Kunz dan Gilligan (2007) mengungkapkan bahwa banyak pelaku industri masih mengandalkan metode tradisional berbasis gambar 2D dalam proses perencanaan dan pembangunan. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun BIM menawarkan visualisasi dan dokumentasi yang lebih baik dibandingkan platform *Computer-Aided Design* (CAD), kebutuhan akan sistem yang lebih fleksibel dan mudah diakses masih menjadi faktor utama dalam adopsi teknologi ini [6].

Di Indonesia, implementasi BIM mulai mendapatkan perhatian di kalangan perusahaan konstruksi, meskipun masih dalam tahap awal. PT. Wijaya Karya (WIKA), salah satu perusahaan BUMN di Indonesia, telah mulai menerapkan BIM sejak tahun 2017 dan memperoleh sertifikasi ISO 19650:2018 sebagai standar internasional untuk manajemen informasi dalam proses [7]–[9]. Namun, sebagian besar perusahaan konstruksi di Indonesia masih menggunakan perangkat lunak konvensional seperti AutoCAD untuk desain gambar, SAP untuk analisis struktur, Microsoft Excel untuk perhitungan volume dan biaya, serta Microsoft Project untuk penjadwalan proyek. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun BIM telah diperkenalkan, transisi dari metode tradisional ke BIM masih berlangsung secara bertahap dan memerlukan solusi yang lebih praktis untuk diadopsi secara luas.

Dalam upaya mempercepat adopsi BIM di industri konstruksi Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi BIM berbasis *mobile* yang memungkinkan aksesibilitas lebih luas bagi para pemangku kepentingan proyek. Dengan adanya aplikasi ini, pekerja lapangan dapat dengan mudah melihat model 3D serta lembar gambar 2D tanpa perlu bergantung pada perangkat lunak desain yang kompleks. Selain itu, aplikasi ini juga diharapkan dapat meningkatkan komunikasi antara kontraktor, konsultan, dan klien dengan menyediakan tampilan model yang interaktif dan dapat diakses melalui perangkat genggam.

Penggunaan BIM dalam format *mobile* diharapkan dapat menjawab tantangan yang dihadapi oleh industri konstruksi di Indonesia, seperti keterbatasan akses terhadap perangkat lunak BIM yang canggih, kebutuhan akan integrasi data yang lebih baik, serta efisiensi dalam pengelolaan proyek. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mengembangkan aplikasi BIM berbasis

mobile tetapi juga untuk mendorong transformasi digital dalam sektor konstruksi guna meningkatkan efektivitas dan produktivitas proyek-proyek yang dijalankan.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan mengacu pada model Software Development Life Cycle (SDLC) dengan pendekatan *waterfall* [10]–[12] atau sekuensial dimana satu tahap penelitian akan dilakukan jika tahap sebelumnya sudah selesai, yang mencakup tahapan pengumpulan kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Pengumpulan Kebutuhan

Tahap awal dalam penelitian ini adalah analisis kebutuhan yang bertujuan untuk memahami kebutuhan pengguna dalam penerapan *Building Information Modeling* (BIM) berbasis *mobile*. Pengumpulan kebutuhan dilakukan melalui metode wawancara langsung dengan *user* utama, yaitu koordinator modeler di PT Wijaya Karya (Persero) yang memiliki tanggung jawab dalam penggunaan aplikasi.

Pada tahap ini, beberapa aspek utama yang dianalisis meliputi:

- Jenis dan format data yang digunakan dalam model BIM.
- Kebutuhan fitur utama dalam aplikasi, seperti daftar proyek, tampilan model 3D/2D, serta akses dan manajemen dokumen konstruksi.
- Kebutuhan akan aksesibilitas tinggi bagi pengguna di lapangan tanpa memerlukan perangkat lunak desain tambahan.

Selain wawancara, peneliti juga melakukan studi literatur mengenai *best practices* dalam pengembangan aplikasi BIM berbasis *mobile* serta referensi teknis mengenai teknologi pendukung yang akan digunakan. Hasil pengumpulan kebutuhan diformalkan dalam bentuk *activity diagram* dan daftar kebutuhan. Daftar kebutuhan ini diubah menjadi daftar fitur yang akan dikembangkan pada aplikasi.

2.2 Perancangan

Berdasarkan daftar kebutuhan yang sudah disusun, dilakukan desain yang mencakup desain tampilan antar muka aplikasi, desain basis data, dan desain interaksi antar komponen. Pada tahapan ini juga dilakukan analisis *tools* dan *library* yang akan digunakan pada tahapan implementasi. Untuk menjelaskan desain digunakan diagram-diagram UML seperti *class diagram* untuk menjelaskan sudut pandang logical, *sequence diagram* untuk menjelaskan sudut pandang proses, dan *component diagram* untuk menjelaskan sudut pandang fisikal [13].

Aplikasi dikembangkan dengan model *Client-Server*, di mana aplikasi *mobile* akan berfungsi sebagai klien yang berkomunikasi dengan backend berbasis web. Proses perancangan antarmuka pengguna dilakukan menggunakan Figma untuk membuat *high-fidelity prototype*. Pendekatan User-Centered Design (UCD) diterapkan agar aplikasi mudah digunakan oleh pekerja konstruksi, klien, dan pihak terkait. Desain UI mempertimbangkan navigasi yang intuitif agar pengguna dapat dengan cepat mengakses informasi proyek dan file BIM, keterbacaan yang baik untuk digunakan dalam

kondisi lapangan, tampilan model 3D yang interaktif, sehingga pengguna dapat melihat dan memanipulasi model dengan mudah.

2.3 Implementasi

Pada tahap implementasi, aplikasi dikembangkan berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Teknologi yang digunakan dalam pengembangan dijelaskan pada Tabel 1. Dalam tahap ini, konsep *Object-Oriented Programming* (OOP) diterapkan untuk meningkatkan modularitas dan skalabilitas aplikasi. Kelas-kelas objek didefinisikan dengan prinsip *Encapsulation*, *Inheritance*, dan *Polymorphism* guna memastikan kode yang lebih terstruktur dan mudah dikelola.

Aplikasi dikembangkan secara incremental, di mana fitur utama seperti pengelolaan proyek, navigasi model 3D, dan pengelolaan dokumen diimplementasikan secara bertahap.

Tabel 1. Daftar Teknologi

Tools / Library	Deskripsi
Laravel	<i>Framework</i> untuk pengembangan website berbasis bahasa pemrograman PHP yang mendukung arsitektur <i>Model View Control</i>
Apache	<i>Open Source Web Server</i>
PHP	Bahasa pemrograman untuk pembuatan aplikasi berbasis Web
HTML	Bahasa yang digunakan untuk membuat halaman web
OpenGL	<i>Open Graphic Library</i> , API untuk membuat grafik 3D

2.4 Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah *functional testing* [14] meliputi *debugging* kode program, pengujian kompatibilitas (*compatibility testing*), dan *user acceptance test*. *Functional testing* memastikan bahwa setiap fitur aplikasi berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan, *compatibility testing* menguji performa aplikasi pada berbagai perangkat Android dengan spesifikasi yang berbeda, dan *user acceptance test* memberikan kesempatan bagi pengguna utama (koordinator modeler) diuntut mencoba aplikasi dan memberikan umpan balik terkait pengalaman pengguna.

Test scenario dan *test case* untuk pengujian disusun berdasarkan informasi yang dinyatakan pada daftar kebutuhan dan *activity diagram* [15]. Hasil pengujian digunakan untuk melakukan iterasi perbaikan sebelum aplikasi siap digunakan dalam skala yang lebih luas. Fitur dan kapabilitas yang lolos dari pengujian siap digunakan sedangkan yang tidak lulus uji diperbaiki kemudian diuji kembali oleh perwakilan staf perusahaan sebagai pengguna aplikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap analisis kebutuhan dilakukan untuk memahami kebutuhan pengguna dalam implementasi Building Information Modeling (BIM) berbasis *mobile*. Pengumpulan kebutuhan dilakukan melalui wawancara dengan koordinator modeler di PT Wijaya Karya (Persero) serta observasi langsung terhadap proses kerja di Biro BIMWKA. Dari hasil analisis, ditemukan beberapa kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh aplikasi BIM *Mobile* seperti dijabarkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, aplikasi BIM *Mobile* berhasil dikembangkan dengan berbagai fitur utama yang dijelaskan pada Tabel 2 untuk mendukung pengelolaan proyek konstruksi secara lebih efisien.

Tabel 2. Daftar *Requirement* Sistem

No	<i>Requirements</i>
FR-01	Aplikasi harus memungkinkan pengguna untuk mengelola proyek konstruksi, termasuk menambahkan, mengedit, dan menghapus proyek.
FR-02	Setiap proyek harus memiliki struktur hierarki yang terdiri dari Master (Proyek), Section (Dokumen/Model 3D/2D), dan File (Obj, PDF, Gambar 2D).
FR-03	Aplikasi harus dapat menampilkan model BIM dalam format .obj, sehingga pengguna dapat memperbesar, memperkecil, dan memutar model dengan mudah.
FR-04	Aplikasi harus mendukung pembukaan dan pembacaan dokumen dalam format PDF dan gambar 2D.
FR-05	Aplikasi harus dapat diakses oleh berbagai pemangku kepentingan termasuk kontraktor, klien, dan konsultan proyek.
FR-06	Aplikasi harus memiliki sistem autentikasi pengguna untuk mengatur hak akses terhadap proyek.
FR-07	Aplikasi harus memungkinkan pengguna untuk menambahkan, mengedit, melihat detail, dan menghapus file proyek secara langsung.
NFR-01	Aplikasi harus kompatibel dengan berbagai perangkat Android, dari spesifikasi menengah hingga tinggi.
NFR-02	Model 3D harus dioptimalkan agar tidak membebani memori perangkat.
NFR-03	Aplikasi harus dapat menangani jumlah file yang besar tanpa mengurangi performa
NFR-04	Navigasi UI harus intuitif dan mudah dipahami bahkan bagi pengguna yang tidak memiliki latar belakang teknis.
NFR-05	Navigasi harus sederhana dengan fitur pencarian dan filter untuk mempermudah akses ke file proyek.

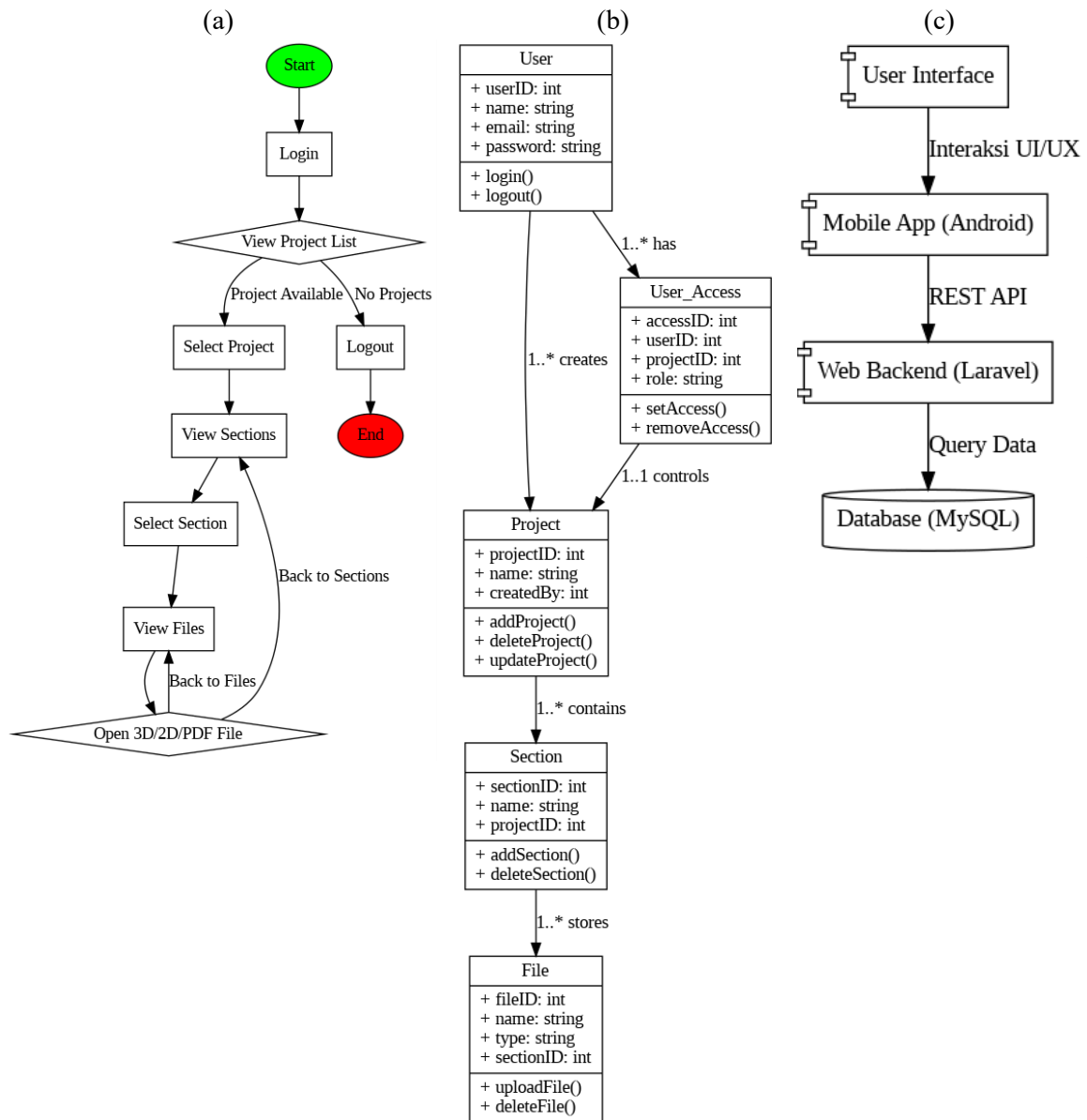
Tabel 3. Fitur Utama Aplikasi

Fitur	Deskripsi
Master Data	Daftar proyek yang dikelola oleh pengguna
Section	Daftar model dan model 3D dalam suatu proyek
Visualisasi	Menampilkan model BIM dan memungkinkan pengguna berinteraksi dengan model (memperbesar, memperkecil, atau memutar model).
Preview File	Membuka file dokumen dalam format PDF.
Manajemen File	Menambah, mengedit, melihat detail, atau menghapus file dalam proyek pada aplikasi.

Gambar 2 menunjukkan tiga diagram utama yang menggambarkan desain sistem Building Information Modeling (BIM) berbasis *mobile*, yang terdiri dari *Sequence Diagram*, *Class Diagram*, dan *Component Diagram*. Diagram ini memberikan representasi visual tentang bagaimana aplikasi dikembangkan berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi, mencakup alur interaksi pengguna, struktur data dalam sistem, serta arsitektur perangkat lunak yang digunakan.

Sequence Diagram (Gambar 1a) menunjukkan alur kerja pengguna dalam aplikasi, mulai dari proses login, melihat daftar proyek yang tersedia, memilih proyek tertentu, dan menavigasi ke bagian (*section*) yang berisi berbagai file terkait proyek. Pengguna dapat membuka dan melihat model dalam format 3D, 2D, atau PDF, serta kembali ke daftar file atau *section* sesuai kebutuhan. Jika proyek

tidak tersedia, pengguna dapat langsung melakukan logout. Diagram ini menggambarkan bagaimana sistem merespons setiap aksi pengguna dalam mengakses dan mengelola data proyek.

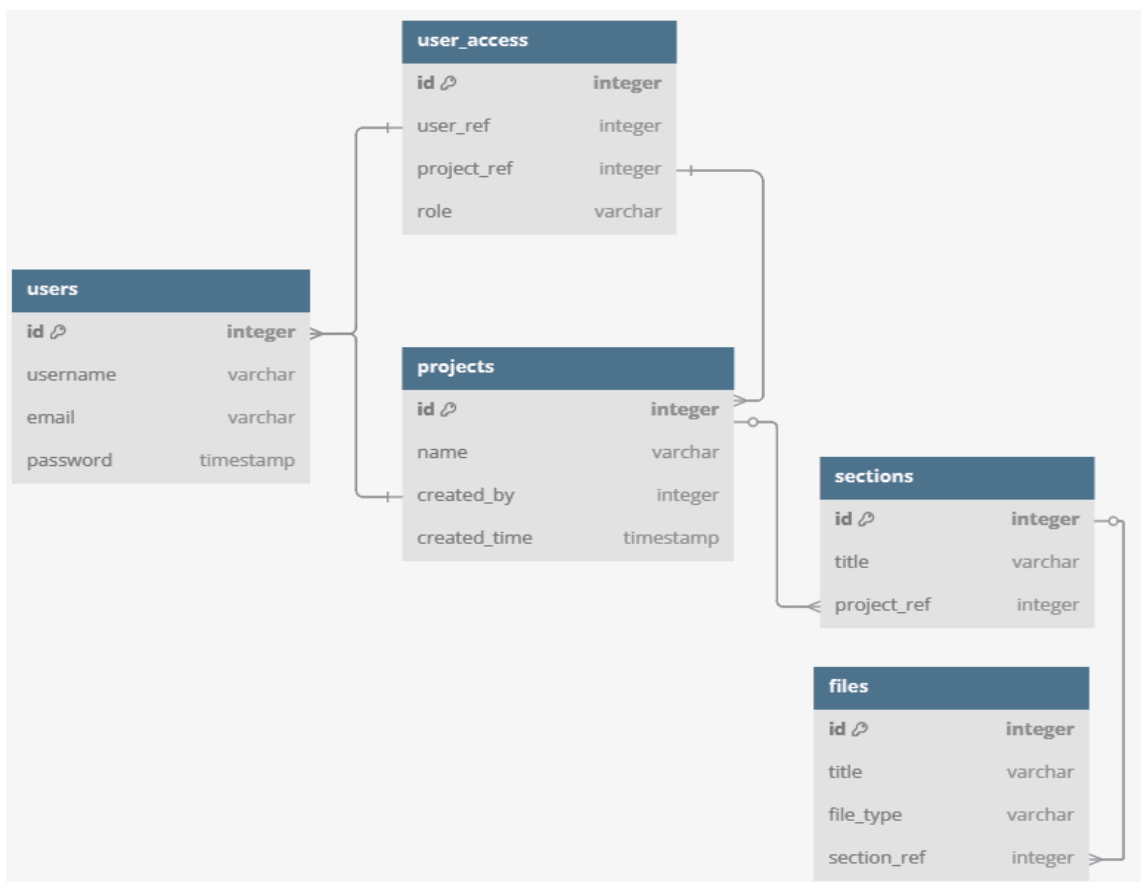


Gambar 2. Desain Sistem (a) *activity diagram* (b) *class diagram* (c) *component diagram*

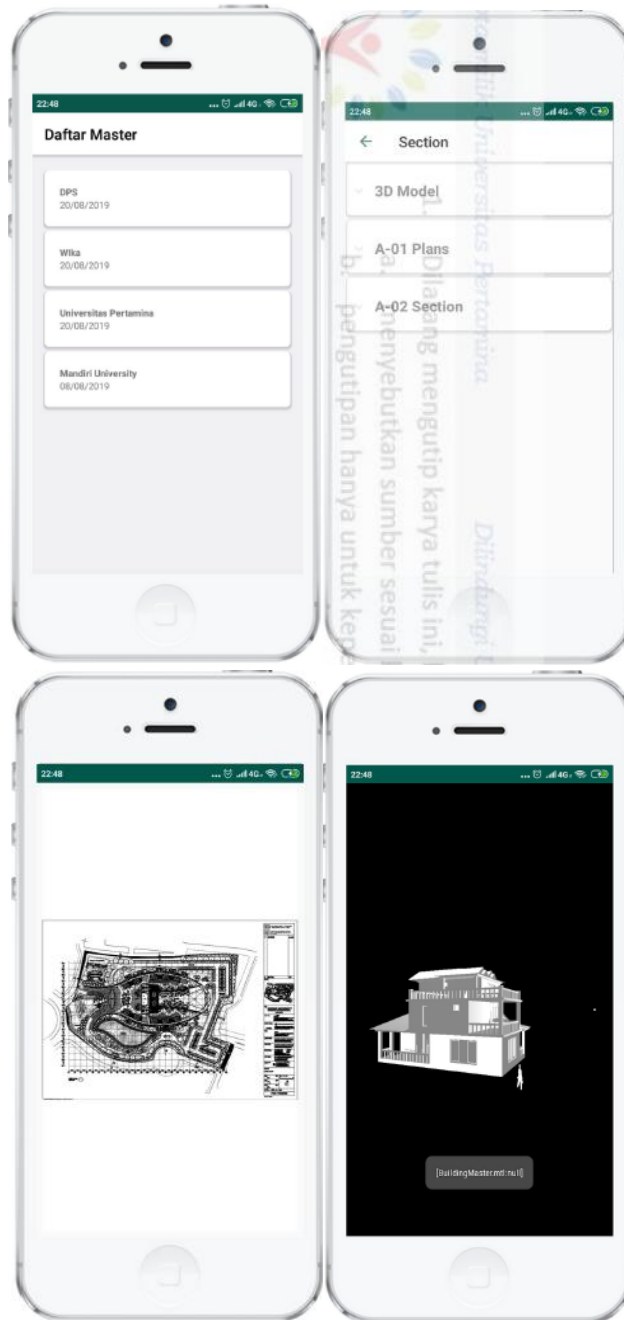
Selanjutnya, Class Diagram (Gambar 1b) menggambarkan struktur entitas dalam sistem dan hubungan antar kelas. Entitas utama meliputi User, Project, Section, File, dan User_Access. Setiap pengguna dapat membuat beberapa proyek (*1.. creates**), sedangkan proyek memiliki beberapa section (*1.. contains**), dan setiap section dapat menyimpan beberapa file (*1.. stores**). Selain itu, terdapat hubungan kontrol akses pengguna melalui kelas *User_Access*, yang menentukan peran (*role*) pengguna dalam proyek. Masing-masing kelas memiliki atribut dan metode yang mendukung operasi utama dalam sistem, seperti menambah dan menghapus proyek, section, atau file. Struktur ini memastikan bahwa sistem dapat mengelola data proyek secara terorganisir dan mengontrol akses pengguna sesuai dengan hak yang diberikan.

Sementara itu, Component Diagram (Gambar 1c) menampilkan arsitektur sistem perangkat lunak yang digunakan dalam aplikasi BIM *Mobile*. *User Interface* berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna yang berinteraksi dengan aplikasi *mobile* berbasis Android. Aplikasi ini berkomunikasi dengan backend berbasis Laravel melalui REST API, yang bertanggung jawab untuk memproses permintaan pengguna dan mengakses database MySQL untuk menyimpan serta mengambil data proyek. Diagram ini menggambarkan bagaimana data diproses dalam sistem dan bagaimana setiap komponen saling berhubungan untuk mendukung fungsionalitas BIM berbasis *mobile* yang efektif.

Struktur basis data seperti ditunjukkan pada Gambar 3 memungkinkan aplikasi BIM *Mobile* untuk mengelola proyek, section, dan file secara efisien, serta memastikan bahwa setiap pengguna memiliki akses yang sesuai terhadap proyek yang mereka terlibat. Dengan desain ini, sistem dapat menjaga integritas data dan mengontrol hak akses pengguna dalam lingkungan kolaboratif proyek konstruksi. Setiap pengguna dapat memiliki akses ke beberapa proyek, dimana setiap proyek dibuat oleh pengguna tertentu dan dapat memiliki beberapa section untuk mengorganisir file yang terkait. Setiap section dapat memiliki banyak file, baik dalam format 3D, 2D, atau dokumen PDF. Tabel `user_access` mengatur hak akses pengguna terhadap proyek tertentu. Dengan tabel ini, sistem dapat mengatur peran setiap pengguna dalam proyek tertentu, seperti administrator, kontraktor, atau klien.



Gambar 3. Desain Basis Data



Gambar 4. Tampilan Aplikasi BIM *Mobile*

Hasil dari tahapan implementasi aplikasi BIM *Mobile* ditunjukkan pada Gambar 4. Tampilan pertama memperlihatkan halaman Daftar Master, yang menampilkan daftar proyek yang tersedia dalam sistem, memungkinkan pengguna untuk memilih proyek yang ingin diakses. Setelah memilih proyek, pengguna diarahkan ke menu Section, seperti yang terlihat pada tampilan kedua, di mana berbagai kategori file proyek tersusun, termasuk model 3D, gambar teknis 2D (plans), serta dokumen proyek lainnya. Implementasi fitur ini memastikan bahwa pengguna dapat dengan mudah mengelompokkan dan mengakses informasi proyek secara sistematis. Tampilan ketiga menunjukkan hasil implementasi fitur tampilan dokumen PDF, yang memungkinkan pengguna melihat gambar teknis atau rencana konstruksi langsung dari perangkat *mobile* tanpa perlu aplikasi tambahan. Selanjutnya, tampilan keempat menampilkan visualisasi model bangunan dalam format 3D, yang

dapat diperbesar, diputar, dan dianalisis untuk memberikan representasi visual bangunan secara interaktif.

Keberhasilan implementasi fitur-fitur ini diuji menggunakan tes skenario dan tes case yang dijabarkan pada Tabel 4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi BIM *Mobile* telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam mempermudah akses dan manajemen informasi proyek konstruksi secara real-time, *mobile-friendly*, dan efisien, sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang dalam tahap perancangan sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi BIM *Mobile* memberikan beberapa manfaat utama bagi industri konstruksi, sebagaimana dibuktikan melalui uji coba oleh tim BIMWIKI. Keunggulan utama aplikasi ini adalah akses data yang cepat, di mana pekerja lapangan dapat mengakses model BIM secara langsung melalui perangkat *mobile* tanpa perlu membawa laptop atau perangkat berat lainnya. Kemampuan ini sangat penting dalam lingkungan proyek konstruksi yang sering kali memerlukan akses informasi secara fleksibel dan *real-time*. Selain itu, aplikasi ini juga meningkatkan kolaborasi antar pemangku kepentingan dalam proyek konstruksi. Dengan sistem berbasis cloud dan real-time data synchronization, berbagai pihak seperti arsitek, insinyur, kontraktor, dan klien dapat mengakses informasi proyek secara bersamaan, sehingga meminimalkan kesalahan akibat keterlambatan dalam berbagi data. Keunggulan ini memungkinkan koordinasi yang lebih efektif, meningkatkan transparansi dalam pengambilan keputusan, serta mempercepat proses revisi dan validasi desain proyek.

Dari segi pengelolaan dokumen, aplikasi ini menawarkan sistem berbasis hierarki proyek, yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan, mengelompokkan, dan mengakses file proyek secara terstruktur. Fitur pencarian dan pengelompokan dokumen semakin memudahkan pengguna dalam menavigasi berbagai file proyek tanpa harus mencari secara manual dalam jumlah besar dokumen.

Tabel 4. Skenario dan Kasus Pengujian

<i>Test Scenario</i>	<i>Test Case</i>	<i>Description</i>	<i>Expected Output</i>	<i>Result</i>
TS-01	TC-01	Masukkan username dan password yang benar, lalu tekan tombol login.	Sistem berhasil login dan mengarahkan pengguna ke halaman utama.	Lulus
TS-01	TC-02	Masukkan username atau password yang salah, lalu tekan tombol login.	Sistem menampilkan pesan error bahwa login gagal.	Lulus
TS-02	TC-03	Setelah login, sistem harus menampilkan daftar proyek yang tersedia.	Sistem menampilkan daftar proyek yang tersedia.	Lulus
TS-03	TC-04	Pilih salah satu proyek dan sistem harus menampilkan daftar section yang terkait.	Sistem menampilkan daftar section terkait proyek yang dipilih.	Lulus
TS-04	TC-05	Pilih file 3D dan pastikan model dapat ditampilkan dengan benar.	Model 3D ditampilkan tanpa error.	Lulus
TS-04	TC-06	Uji manipulasi model (zoom, rotate, pan) pada tampilan 3D.	Pengguna dapat memperbesar, memutar, dan	Lulus

<i>Test Scenario</i>	<i>Test Case</i>	<i>Description</i>	<i>Expected Output</i>	<i>Result</i>
			menggeser model dengan lancar.	
TS-05	TC-07	Pilih file PDF dan pastikan dokumen dapat dibuka dan dibaca.	File PDF ditampilkan dengan benar tanpa error.	Lulus
TS-06	TC-08	Tambahkan file baru dalam proyek, lalu periksa apakah file tersimpan dengan benar.	File berhasil ditambahkan dan muncul dalam daftar file proyek.	Lulus
TS-06	TC-09	Hapus file yang ada dalam proyek dan pastikan file benar-benar terhapus dari sistem.	File berhasil dihapus dan tidak lagi muncul dalam daftar proyek.	Lulus
TS-07	TC-10	Tekan tombol logout dan pastikan pengguna diarahkan kembali ke halaman login.	Sistem berhasil logout dan kembali ke halaman login.	Lulus

Dibandingkan dengan perangkat lunak BIM konvensional seperti Autodesk Revit dan Bentley Systems, BIM *Mobile* menawarkan keunggulan dalam aksesibilitas, biaya, dan kemudahan penggunaan (Tabel 5). BIM *Mobile* dirancang untuk berjalan di perangkat Android, sehingga lebih mudah digunakan oleh pekerja lapangan tanpa memerlukan spesifikasi perangkat tinggi seperti yang dibutuhkan oleh Revit dan Bentley Systems.

Dari aspek visualisasi 3D, BIM *Mobile* menggunakan OpenGL dengan format OBJ, yang memberikan tampilan cukup untuk kebutuhan proyek lapangan dengan kinerja yang ringan. Sementara itu, Autodesk Revit menawarkan rendering berkualitas tinggi, dan Bentley Systems mendukung format DGN dengan kemampuan pemodelan lebih kompleks.

Dari segi biaya, BIM *Mobile* menyediakan solusi gratis dan open-source untuk penggunaan internal, sedangkan Autodesk Revit dan Bentley Systems memerlukan lisensi berbayar yang cukup mahal. Selain itu, BIM *Mobile* juga lebih mudah digunakan tanpa perlu pelatihan khusus, sementara Autodesk Revit dan Bentley Systems memerlukan pelatihan mendalam bagi penggunaannya.

Meskipun BIM *Mobile* telah memberikan berbagai manfaat bagi pengguna, terdapat beberapa tantangan yang harus diatasi dalam pengembangannya. Salah satu tantangan utama adalah optimasi model 3D, di mana model BIM yang kompleks dapat membebani performa perangkat *mobile*. Untuk mengatasi kendala ini, perlu diterapkan teknik pengurangan jumlah poligon, penggunaan Level of Detail (LOD), serta metode caching untuk meningkatkan responsivitas aplikasi. Selain itu, integrasi dengan perangkat lunak konvensional seperti AutoCAD dan Excel masih menjadi tantangan, karena banyak perusahaan konstruksi yang bergantung pada perangkat lunak tersebut untuk pengelolaan proyek. Oleh karena itu, diperlukan dukungan terhadap format file seperti DWG, DXF, dan XLSX agar sistem dapat beradaptasi dengan ekosistem perangkat lunak yang sudah ada.

Tabel 5. Perbandingan dengan Perangkat Lunak BIM Lainnya

Aspek	BIM <i>mobile</i>	Autodesk Revit	Bentley Systems
Platform	Android	Windows/Mac	Windows/Mac

Aspek	BIM <i>mobile</i>	Autodesk Revit	Bentley Systems
Kemudahan Akses	Bisa diakses dari smartphone	Membutuhkan perangkat dengan spesifikasi tinggi	Membutuhkan perangkat dengan spesifikasi tinggi
Visualisasi 3D	Didukung OpenGL (format OBJ)	Rendering berkualitas tinggi	Rendering format DGN
Biaya	Gratis/Open Source (untuk internal)	Berbayar (lisensi mahal)	Berbayar (lisensi mahal)
Kompleksitas	Mudah digunakan oleh pekerja lapangan	Diperlukan pelatihan khusus	Diperlukan pelatihan khusus

Aspek lain yang perlu diperhatikan adalah keamanan data, mengingat proyek konstruksi sering kali menyimpan informasi sensitif seperti desain bangunan, anggaran proyek, dan jadwal pelaksanaan. Untuk menjaga keamanan sistem, perlu diterapkan mekanisme autentikasi berbasis OAuth atau JWT, serta enkripsi data untuk melindungi informasi proyek dari akses yang tidak sah.

Sebagai langkah pengembangan lebih lanjut, aplikasi ini dapat diperluas dengan mendukung format file IFC (Industry Foundation Classes) yang merupakan standar utama dalam pertukaran data BIM, serta meningkatkan optimasi performa visualisasi 3D dengan menerapkan cloud rendering. Selain itu, integrasi dengan teknologi IoT dan sensor lapangan akan semakin meningkatkan kemampuan aplikasi dalam mendukung Smart Construction, dengan memungkinkan pemantauan kondisi proyek secara real-time melalui sensor suhu, kelembaban, dan getaran struktur.

Dengan adanya pengembangan lebih lanjut dalam aspek kompatibilitas format file, optimasi performa, dan integrasi dengan teknologi IoT, aplikasi BIM *Mobile* berpotensi menjadi solusi digital utama dalam mendukung transformasi digital di industri konstruksi modern.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan aplikasi Building Information Modeling (BIM) berbasis *mobile* yang bertujuan untuk meningkatkan aksesibilitas dan efisiensi dalam manajemen proyek konstruksi. Dalam industri konstruksi, penerapan BIM sering kali menghadapi kendala akibat keterbatasan akses terhadap perangkat lunak konvensional yang kompleks dan membutuhkan spesifikasi perangkat yang tinggi. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi berbasis *mobile* ini menjadi solusi inovatif yang memungkinkan pengguna untuk mengakses model BIM, mengelola proyek, serta berinteraksi dengan berbagai dokumen konstruksi langsung dari perangkat genggam mereka. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan Java untuk platform Android, dengan dukungan OpenGL untuk visualisasi model 3D, Laravel sebagai backend, serta MySQL untuk pengelolaan basis data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini mampu memenuhi kebutuhan pengguna dengan beberapa fitur utama, antara lain manajemen proyek dan dokumen, visualisasi model 3D yang interaktif, akses dokumen PDF tanpa aplikasi tambahan, serta antarmuka pengguna yang intuitif dan mudah digunakan. Dengan adanya aplikasi ini, pekerja lapangan, klien, dan tim proyek dapat dengan mudah mengakses informasi proyek tanpa perlu bergantung pada perangkat lunak BIM berbasis desktop yang kompleks dan mahal. Meskipun aplikasi ini telah memenuhi tujuan awal penelitian, terdapat beberapa tantangan yang diidentifikasi selama pengembangan. Salah satunya adalah dukungan format file tambahan, di mana aplikasi saat ini hanya mendukung format .obj untuk model 3D. Ke depannya, penambahan dukungan terhadap format Industry Foundation Classes (IFC) dapat meningkatkan kompatibilitas aplikasi dengan perangkat lunak BIM lainnya, seperti Autodesk

Revit atau Bentley Systems. Selain itu, optimasi performa visualisasi 3D juga menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan. Penggunaan teknik cloud rendering atau edge computing dapat membantu meningkatkan kualitas tampilan model BIM tanpa membebani perangkat *mobile* yang memiliki keterbatasan dalam daya komputasi. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap transformasi digital dalam industri konstruksi. Dengan menghadirkan solusi BIM berbasis *mobile* yang lebih praktis, efisien, dan mudah diakses, aplikasi ini berpotensi untuk semakin mempercepat adopsi teknologi BIM di Indonesia. Implementasi aplikasi ini tidak hanya mendukung efisiensi proyek konstruksi tetapi juga membantu dalam meningkatkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk kontraktor, insinyur, arsitek, dan klien. Dengan pengembangan lebih lanjut, aplikasi ini memiliki potensi besar untuk menjadi bagian dari ekosistem *smart construction* yang lebih modern dan terintegrasi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Azhar and A. M. Asce, "Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry," *Leadersh. Manag. Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, Jul. 2011, doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127.
- [2] V. Bazjanac, "Virtual building environments (VBE)-Applying information modeling to buildings Publication Date." Jun. 21, 2004.
- [3] "Building information modeling - Wikipedia." https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling (accessed Jan. 02, 2023).
- [4] L. Khemlani, K. Papamichael, and A. Harfmann, "The potential of digital building modeling," *August*, vol. 11, p. 2009, 2006.
- [5] S. Azhar, A. Nadeem, J. Y. N. Mok, and B. H. Y. Leung, "Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects," in *Proc., First International Conference on Construction in Developing Countries*, 2008, vol. 1, pp. 435–446.
- [6] J. Kunz and B. Gilligan, "Values from VDC/BIM use," *last accessed*, vol. 13, 2007.
- [7] "Wijaya Karya (WIKA) terapkan teknologi building information modeling pada 80 proyek." <https://investasi.kontan.co.id/news/wijaya-karya-wika-terapkan-teknologi-building-information-modeling-pada-80-proyek> (accessed Jan. 02, 2023).
- [8] "WIKA Raih ISO 19650:2018, Level Tertinggi BIM Internasional." <https://bumn.go.id/media/news/detail/wika-raih-iso-196502018-level-tertinggi-bim-internasional> (accessed Jan. 02, 2023).
- [9] "50 Proyek Gunakan BIM, Wika Jadi Perusahaan Teratas Dapat ISO 19650:2018 - Konstruksi Media." <https://konstruksimedia.com/50-proyek-gunakan-bim-wika-jadi-perusahaan-teratas-dapat-iso-196502018/> (accessed Jan. 02, 2023).
- [10] R. S. Pressman and B. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach 8th Edition*. McGraw-Hill Education, 2014.
- [11] I. Sommerville, *Software Engineering Tenth Edition*. Pearson, 2016.
- [12] B. Bruegge and A. H. Dutoit, *Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns, and Java*, 3rd ed. Pearson, 2010.
- [13] P. B. Kruchten, "The 4+1 View Model of Architecture," *IEEE Softw.*, vol. 12, no. 6, pp. 42–50, 1995, doi: 10.1109/52.469759.
- [14] B. Rener, "Considerations for electrical testing and commissioning: The need for testing and commissioning electrical equipment and systems varies by project, client, system, and building codes," *Consult. Specif. Eng.*, vol. 56, p. 38+, May 2019, [Online]. Available:

<https://link.gale.com/apps/doc/A585801838/AONE?u=anon~87d75877&sid=googleScholar&xid=daa1d6f8>.

- [15] J. Tian, *Software quality engineering: Testing, quality assurance, and quantifiable improvement*. Wiley, 2005.