

Implementasi V-Model dalam Aplikasi Manajemen Proyek Menggunakan Firebase Berbasis PWA

Aryanti Nur Anisah¹, Anita Qoiriah²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

¹aryantinur.21010@mhs.unesa.ac.id

²anitaqoiriah@unesa.ac.id

Abstrak— Manajemen proyek yang mengandalkan komunikasi informal seperti WhatsApp seringkali menyebabkan informasi hilang, pembagian tugas tidak merata, dan sulitnya pelacakan progres. Penelitian ini bertujuan merancang aplikasi manajemen proyek berbasis Progressive Web App (PWA) untuk meningkatkan koordinasi, kolaborasi, dan pemantauan proyek secara sistematis. Metode pengembangan yang digunakan adalah V-Model dengan dukungan platform low-code FlutterFlow dan backend Firebase. Pengujian mencakup white-box, black-box, integrasi, serta acceptance testing. Hasilnya adalah aplikasi fungsional yang mendukung lima peran pengguna dengan akses berbeda, serta fitur lengkap seperti pengajuan proyek, manajemen tugas, diskusi tim, dan integrasi video rapat. Evaluasi menggunakan ISO-9126 menunjukkan kualitas “Sangat Baik” (rata-rata 90,7%), dan pengujian performa menunjukkan peningkatan signifikan dalam kecepatan dan efisiensi. Aplikasi ini terbukti efektif sebagai solusi digital untuk manajemen proyek yang lebih terstruktur dan efisien.

Kata Kunci: Manajemen Proyek, V-Model, Progressive Web App (PWA), Firebase, Flutterflow.

I. PENDAHULUAN

Manajemen proyek adalah elemen krusial dalam menentukan keberhasilan suatu proyek. Perannya sangat penting dalam menemukan metode atau teknik penyelesaian yang efektif dan terstruktur untuk mencapai tujuan proyek dengan sumber daya yang terbatas[1]. Oleh karena itu, persiapan yang efektif dan efisien dalam pengelolaan proyek sangat menentukan hasilnya[2].

Penelitian oleh Ewelina Kania, dkk (2020) menunjukkan bahwa 95% responden setuju komunikasi efektif berkontribusi pada keberhasilan proyek, dengan sekitar 70% responden menghabiskan 50% jam kerja mereka untuk komunikasi[4]. Keberhasilan komunikasi juga ditentukan dengan platform yang digunakan. Penggunaan aplikasi pesan seperti Line dan Whatsapp dirasa kurang efektif, dikarenakan banyak informasi terlewat[5] dan dokumen yang diterima memenuhi memori internal device[6]. Dari hasil KMPGxSurvey tahun 2019 sekitar 71% bahwa kegiatan manajemen proyek menjadi lebih ter-kontrol dan berkualitas setelah menggunakan aplikasi manajemen proyek[7].

Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini mengimplementasikan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) V-Model dalam perancangan aplikasi manajemen proyek dengan penerapan sistem cloud dari

Firebase pada platform FlutterFlow. V-Model dipilih karena setiap tahap pengembangan disertai dengan tahap pengujian yang relevan, menjamin fungsionalitas aplikasi yang terjaga dan proses yang sistematis untuk hasil yang maksimal[8]. Firebase sebagai teknologi cloud baru memfasilitasi pengelolaan data acak dalam jumlah besar dan cepat, serta menyinkronkan data secara *real-time* ke semua klien, memastikan semua pengguna memiliki akses ke data terbaru. Firebase Authentication juga menyediakan fitur keamanan yang kuat, termasuk autentikasi pengguna dan kontrol akses, yang menjamin data proyek aman dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang. Cloud Firestore, basis data NoSQL *real-time* dalam Firebase, memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data yang efisien[9]. Penggunaan FlutterFlow, *platform low-code*, memudahkan implementasi dengan fitur *drag-and-drop* dan minim penggunaan kode, mempercepat pengembangan aplikasi[10].

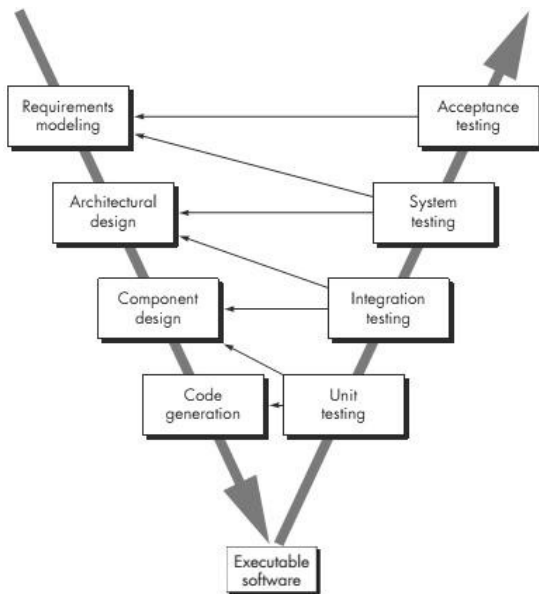
Dalam penelitian ini, implementasi V-Model dalam perancangan aplikasi manajemen proyek diharapkan dapat meminimalkan risiko kegagalan dan meningkatkan kepuasan stakeholder, menjadikannya pilihan yang sesuai untuk proyek yang membutuhkan presisi dan kepatuhan standar yang ketat[11]. Aplikasi yang dihasilkan akan memungkinkan Manajer Proyek memberikan tugas, memantau perkembangan, dan mengontrol anggota tim secara real-time. Aplikasi ini juga melibatkan Direktur dan PMO untuk pemantauan proyek secara keseluruhan, serta menyediakan forum diskusi dan integrasi rapat video melalui GMeet. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi komprehensif dalam manajemen proyek, dari perencanaan hingga pengendalian, secara efektif, efisien, dan terstruktur.

Penelitian ini mengacu pada data pendidikan yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya yaitu Pengembangan Aplikasi Classroom Berbasis Mobile Menggunakan Model-V yang dilakukan oleh Septiyawan Rosetya Wardhana, I Gede Durya Satya Herdaya dan Maretha Ruswiansarib pada tahun 2024. Penelitian ini dikatakan berhasil dan berkategori sangat baik. Hal ini ditunjukkan berdasarkan hasil pengukuran ISO-9126 dengan nilai rata-rata 82% sehingga termasuk kategori sangat baik. Penerapan Model V berpengaruh pada ketahanan aplikasi dan fungsionalitas aplikasi [12].

Selain itu, juga mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Putro, Dwi Purnomo, Widyassari, Adhika Pramita, dan Salsabilla, Dea pada tahun 2023 mengenai *Collaboration of Progressive Web App (PWA) And Firebase Cloud Messaging (FCM) for Optimal Performance Mailing Software*. Penelitian ini bertujuan untuk Tujuan utamanya adalah menciptakan sistem yang mampu memberikan notifikasi instan dan tetap berjalan optimal meskipun dalam kondisi koneksi internet yang minim. Hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan dari PWA

diuji melalui skenario akses berulang yang menunjukkan efisiensi cache dan service worker dalam mempercepat waktu pemuatan hingga 26,6% lebih cepat. Kombinasi PWA dan FCM terbukti meningkatkan responsivitas dan keandalan sistem persuratan secara keseluruhan[13].

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1 Metode V-Model

Gambar 1 merupakan metode SDLC V-Model. Penelitian ini mengadopsi metode pengembangan perangkat lunak V- Model, sebuah perluasan dari metode Waterfall yang secara khusus menekankan pada proses verifikasi dan validasi yang berjalan secara paralel. Pada V-Model, setiap tahapan pengembangan memiliki pasangan langsung dengan tahapan pengujian yang bersesuaian, membentuk visualisasi menyerupai huruf "V".

Sisi Pengembangan (Verifikasi):

1. *Requirements Modeling*: Analisis kebutuhan dan gambaran sistem.
2. *Architectural Design*: Perancangan aplikasi dan database.
3. *Component Design*: Detailing modul dan perancangan UI.
4. *Code Generation*: Implementasi menggunakan *drag & drop* dan *custom code*.

Sisi Pengujian (Validasi):

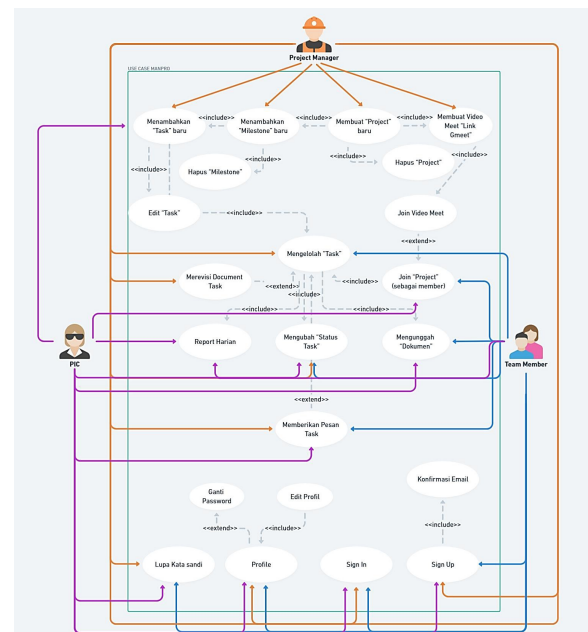
1. *Unit Testing*: Menghilangkan *bug* dalam kode.
2. *Integration Testing*: Integrasi modul.
3. *System Testing*: Validasi sistem memenuhi persyaratan pengguna.
4. *Acceptance Testing*: Pengujian sistem pada pengguna untuk memenuhi persyaratan pengguna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi sistem manajemen proyek berbasis web yang dirancang untuk meningkatkan koordinasi dan kolaborasi antara Direktur, Admin PMO, Project Manager (PM), PIC, dan Team Member (TM). Aplikasi ini mengatasi masalah komunikasi manual melalui *chat* dengan fitur seperti permintaan proyek oleh Direktur, pembuatan proyek oleh PMO, manajemen *milestone* dan tugas oleh PM/PIC, serta pelaporan dan kolaborasi oleh anggota tim melalui diskusi dan integrasi video rapat.

A. Requirements Modeling

Tahap awal pengumpulan data dan pendefinisian kebutuhan pengguna melalui analisis dan *brainstorming*. Hasilnya berupa dokumen kebutuhan dan Use Case diagram.

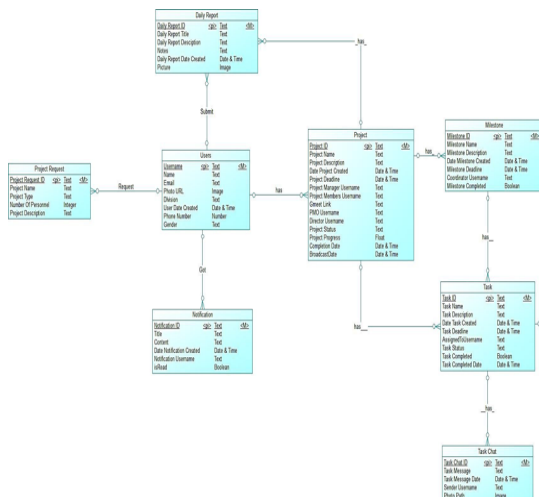


Gambar 2 Use Case Diagram

Gambar 2 menggambarkan sistem manajemen proyek yang melibatkan tiga aktor utama: Project Manager, PIC, dan Team Member. Masing-masing aktor memiliki hak akses dan peran yang berbeda dalam sistem.

B. Architectural Design

Menentukan struktur umum sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML), termasuk *Activity Diagram*, *Deployment Diagram*, dan *Conceptual Data Model* (CDM).

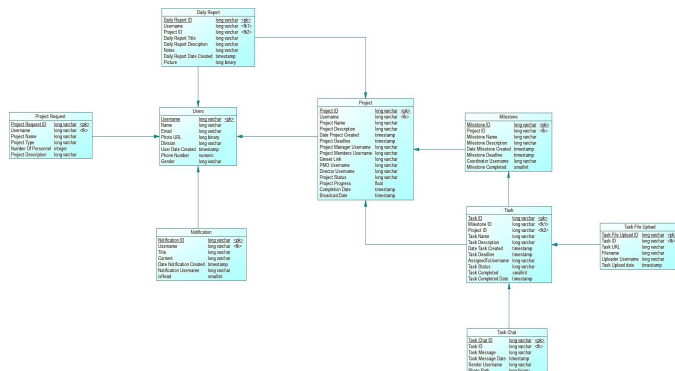


Gambar 3 CDM

Gambar 3 merupakan Conceptual Data Model (CDM) dari aplikasi Manapro yang menggambarkan hubungan antar entitas utama dalam sistem manajemen proyek. CDM ini mencakup entitas seperti *Users*, *Project*, *Milestone*, *Task*, *Task File Upload*, *Task Chat*, *Notification*, *Daily Report*, dan *Project Request*. Model ini memberikan gambaran logis struktur data dan interaksi antar komponen sistem.

C. Component Design

Perancangan detail setiap modul aplikasi, mendefinisikan struktur internal, interaksi antar modul, serta Physical Data Model (PDM) dan wireframe antarmuka pengguna.



Gambar 4 PDM

Gambar 4 merupakan **Physical Data Model (PDM)** dari aplikasi Manapro yang menjelaskan implementasi teknis dari struktur database berdasarkan CDM sebelumnya. PDM ini menggambarkan bagaimana setiap entitas diubah menjadi tabel database yang memiliki tipe data spesifik seperti *Varchar*, *Int*, *Datetime*, Dan *Boolean*, serta dilengkapi dengan penetapan *primary key* (PK) dan *foreign key* (FK) untuk menjaga integritas data.

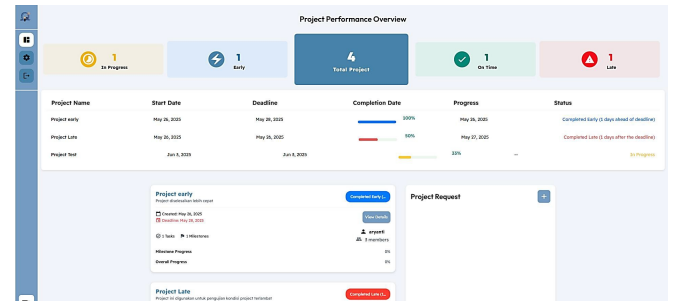
D. Code Generation

Transformasi desain sistem menjadi kode program nyata menggunakan *platform low-code* Flutterflow untuk antarmuka dan logika, serta penambahan *custom function* dan *action*. Hasil dari implementasi Aplikasi Manajemen

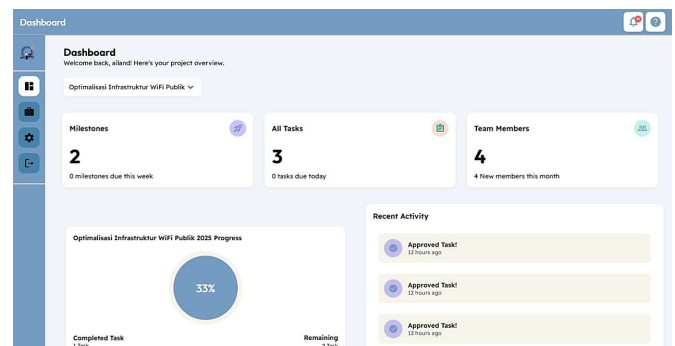
Project sebagai berikut :

Gambar 5 Halaman *Dashboard* Direktur dan PMO

Gambar 5 merupakan halaman dashboard yang ditampilkan kepada direktur dan PMO. Dashboard ini



berisikan keseluruhan project dengan status in project.



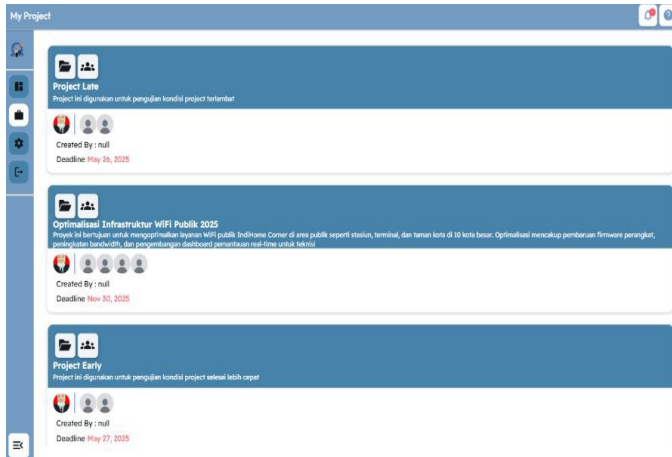
Gambar 6 Halaman *Dashboard* Pegawai (PM maupun TM)

Gambar 6 merupakan halaman *dashboard* yang ditampilkan kepada PM maupun TM. *Dashboard* ini menunjukkan progress project yang dimiliki.

The screenshot shows the 'Create New Project' form. It includes fields for 'Project Title', 'Project Description', 'Project Manager', 'Project Start Date', and 'Project End Date'. There are also sections for 'Project Milestones' and 'Project Tasks' with buttons for 'Add Milestone' and 'Add Task'.

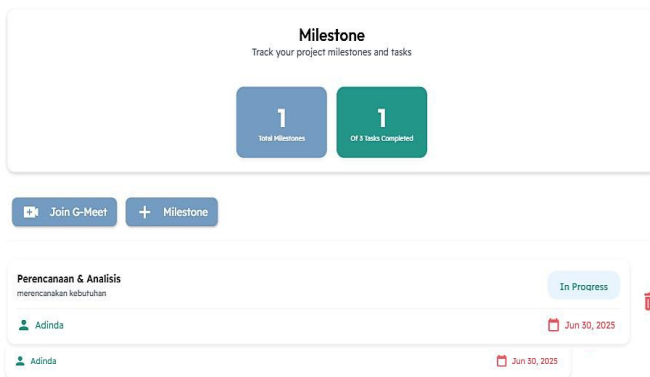
Gambar 7 Form Tambah Project Baru

Gambar 7 merupakan form pembuatan project baru yang ditampilkan hanya kepada PMO selaku admin.



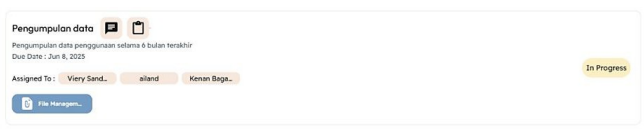
Gambar 8 Halaman Daftar *Project* pada PM dan TM

Gambar 8 merupakan halaman keseluruhan daftar *project* yang dimiliki oleh pegawai atau pengguna



Gambar 9 Halaman *Milestone Project*

Gambar 9 merupakan halaman *milestone* yang berisikan daftar *milestone project* dan button video Gmeet yang berfungsi untuk melakukan panggilan Bersama *team project*.



Gambar 10 Halaman *Task Project*

Gambar 10 merupakan halaman tugas berisikan Review File Task Menampilkan halaman review Valid pada daftar task project, status tugas dan menu lainnya.

E. Unit testing

Tabel 1 Hasil *Unit Testing*

ID Test Case	Fungsi yang Diuji	Harapan Output	Output Aktual	Status
TC-PROG-01	progress	0.0	0.0	Valid
TC-PROG-02	progress	0.33	0.33	Valid
TC-DEAD-01	deadlineCountdown	4 atau 5	Sesuai Harapan	Valid
TC-DEAD-02	deadlineCountdown	-3 atau -4	Sesuai Harapan	Valid
TC-STAT-01	updateProjectStatus	'No Tasks'	'No Tasks'	Valid
TC-STAT-02	updateProjectStatus	'In Progress'	'In Progress'	Valid
TC-STAT-03	updateProjectStatus	'Completed Early...'	'Completed Early...'	Valid
TC-STAT-04	updateProjectStatus	'Completed On Time'	'Completed On Time'	Valid

TC-STAT-05	updateProjectStatus	'Completed Late...'	'Completed Late...'	Valid
TC-MAIL-01	sendEmail	Selesai tanpa error	Sesuai Harapan	Valid
TC-MAIL-02	sendEmail	Melempar exception	Sesuai Harapan	Valid
TC-LOOP-01	loopCreateNotification	List kosong []	[]	Valid
TC-LOOP-02	loopCreateNotification	List berisi 2 objek	Sesuai Harapan	Valid
TC-LPMAIL-01	loopSendEmail	Selesai tanpa output	Sesuai Harapan	Valid
TC-LPMAIL-02	loopSendEmail	Output "sent"	Sesuai Harapan	Valid
TC-LPMAIL-03	loopSendEmail	Output "failed"	Sesuai Harapan	Valid
TC-DUE-01	isTasksDueIn3Days	true	true	Valid
TC-DUE-02	isTasksDueIn3Days	false	false	Valid
TC-DUE-03	isTasksDueIn3Days	false	false	Valid
TC-GETREF-01	getProjectReference	DocumentReference	Sesuai Harapan	Valid
TC-GETREF-02	getProjectReference	Melempar exception	Sesuai Harapan	Valid
TC-CUSID-01	customProjectID	Panjang string = 7	Sesuai Harapan	Valid
TC-CUSID-02	customProjectID	Karakter valid	Sesuai Harapan	Valid
TC-CUSID-03	customProjectID	Hasil random	Sesuai Harapan	Valid

Tabel 1 merupakan hasil pengujian unit menggunakan teknik *white-box testing*, khususnya *Basis Path Testing*, untuk memastikan fungsi berjalan sesuai desain. Hasil keseluruhan menyatakan status valid yang berarti kode akan menghasilkan *output* yang sesuai dengan harapan.

F. Integration Testing

Tabel 2 Hasil *Integration Testing*

No	Pengujian	Interface yang diharapkan	Hasil Uji
1.	Sign Up	Menampilkan form buat akun baru	Valid
2.	Send Link Email Verification	Menampilkan halaman dengan button "Send Link"	Valid
3.	Email Verification	Menampilkan halaman verifikasi pada email	Valid
4.	Sign In	Menampilkan halaman masuk	Valid
5.	Forgot Password	Menampilkan halaman lupa sandi	Valid
6.	Dashboard Director dan PMO	Menampilkan halaman dashboard sesuai peran	Valid
7.	Dashboard employee (Pegguna)	Menampilkan halaman dashboard sesuai peran	Valid
8.	Logout	Memunculkan alert "konfirmasi keluar"	Valid
9.	List Project	Menampilkan daftar project	Valid
10.	Form Create Project	Menampilkan button dan form buat project baru (khusus PMO)	Valid
11.	Delete Project	Menampilkan tombol hapus (khusus PMO)	Valid
12.	Add Video Meet	Menampilkan form tambah link Gmeet (khusus PM)	Valid
13.	Join Video Meet	Redirect ke link Gmeet	Valid
14.	List TM (Team Member)	Menampilkan daftar anggota	Valid
15.	Create Milestone	Menampilkan form buat milestone baru (khusus PM)	Valid
16.	Delete Milestone	Menampilkan button delete (khusus PM)	Valid
17.	Milestone	Menampilkan daftar milestone	Valid
18.	Task Page	Menampilkan daftar task khusus PM & PIC Menampilkan daftar task khusus Tim Project	Valid
19.	Create Task	Menampilkan form tambah task (khusus PM dan PIC)	Valid
20.	Edit Task	Menampilkan form edit task (khusus PM dan PIC)	Valid
21.	Upload File	Menampilkan tombol upload (khusus TM yang di-assign)	Valid
22.	Chat Task	Menampilkan kolom chat (khusus PM, PIC, dan TM yang di-assign)	Valid
23.	Review File Task	Menampilkan halaman review	Valid
24.	Accept File Task	Menampilkan button Accept (khusus PM) Status task berubah menjadi "Complete"	Valid
25.	Decline File Task	Menampilkan button Reject (khusus PM) Status task berubah menjadi "Reject"	Valid
26.	Upload Daily Report	Menampilkan halaman Daily Report (khusus PM, PIC, dan TM yang di-assign)	Valid
27.	Profile	Menampilkan halaman profil	Valid
28.	Edit Profile	Menampilkan form edit profil	Valid
29.	Change Password	Menampilkan form ubah password	Valid
30.	Notification	Menampilkan halaman notifikasi	Valid
31.	Help Center	Menampilkan halaman bantuan	Valid
32.	Application Feedback	Menampilkan form feedback	Valid

Tabel 2 merupakan pengujian integrasi, menguji gabungan antar komponen untuk memastikan interaksi yang benar dan deteksi kesalahan antarmuka.

G. System testing

Tabel 3 Hasil System Testing

ID Kebutuhan	Aktor	Hasil yang diharapkan	Hasil Uji
Manajemen Pengguna			
FR-01	Direktur, PMO	email khusus tersedia untuk Direktur dan PMO	Valid
FR-02	Users	Field email khusus tersedia untuk Direktur dan PMO dan dapat dikelola Dashboard sesuai peran ditampilkan setelah login	Valid
Manajemen Project			
FR-03	Direktur	Permintaan proyek berhasil diajukan, muncul notifikasi keberhasilan	Valid
FR-04	PMO	Permintaan proyek muncul di daftar permintaan Admin PMO	Valid
FR-05	PMO	Proyek berhasil dibuat dari permintaan atau secara langsung, dan muncul di sistem	Valid
FR-06	PMO	PM dan TM berhasil ditetapkan untuk proyek	Valid
FR-07	PM, TM	Proyek yang ditetapkan muncul di dashboard masing-masing	Valid
FR-08	PMO	Proyek berhasil dihapus dan hilang dari daftar proyek	Valid
FR-09	PMO	Anggota berhasil dikeluarkan dari proyek, akses dicabut	Valid
FR-10	PM	Daftar anggota tim proyek tampil lengkap dan valid	Valid
FR-11	PM	Anggota proyek berhasil dihapus dari tim proyek	Valid
FR-12	TM	TM dapat melihat daftar seluruh anggota tim proyeknya	Valid
Manajemen Video Meet			
FR-13	PM	Link Google Meet berhasil ditambahkan dan tersimpan di proyek	Valid
FR-14	PM	Sistem tidak dapat pengeditan link Google Meet setelah disimpan pertama kali.	Valid
FR-15	PM	membuka halaman Meet sesuai URL tersimpan	Valid
FR-16	PM	Jadwal video meeting berhasil dibroadcast ke seluruh anggota proyek	Valid
FR-17	TM, PM	Notifikasi dan jadwal video meeting dari broadcast ditampilkan dan diterima di sistem masing-masing	Valid
FR-18	TM	Sistem mencegah akses ke fitur "Join Meet" jika link belum tersedia; tampilan peringatan	Valid
Manajemen Milestone			
FR-19	PM	PM berhasil menambah milestone baru dan menetapkan PIC	Valid
FR-20	PM, TM	Semua milestone proyek ditampilkan dengan benar	Valid
FR-21	PM	PM berhasil menghapus milestone dan sistem memperbarui daftar milestone	Valid
Manajemen Task			
FR-22	PM, PIC	Task berhasil ditambahkan dalam milestone oleh PM/PIC dan tampil dalam daftar	Valid
FR-23	PM, PIC	Detail task dapat diedit dan perubahan ditampilkan dengan benar	Valid
FR-24	TM (Assignee)	Dokumen berhasil diunggah dan terkait dengan task	Valid
FR-25	TM (Assignee)	Pesan chat berhasil dikirim di dalam task	Valid
FR-26	PM	PM dapat menolak dokumen dan status berubah menjadi "Ditolak"	Valid
FR-27	PM, TM	PM dan TM dapat berdiskusi melalui chat task	Valid
FR-28	TM	Daily report berhasil disimpan dan terkait dengan task/anggota	Valid
FR-29	TM (Non-Assignee)	TM non-assignee dapat melihat detail task (read-only, tanpa akses upload/chat)	Valid
Dashboard dan Notifikasi			
FR-30	PM, TM	Progres proyek ditampilkan akurat dalam bentuk visual (persentase/bar) di dashboard masing-masing	Valid
FR-31	PM, TM	Daftar task dengan deadline terdekat ditampilkan terurut dan akurat	Valid
FR-32	PM, TM	Notifikasi terbaru muncul di dashboard sesuai konteksnya	Valid

Tabel 3 berisikan hasil pengujian sistem secara keseluruhan untuk memastikan semua fungsi berjalan sesuai kebutuhan yang ditetapkan, menggunakan pendekatan *black-box testing*.

H. Acceptance Tasting

Tabel 4 Hasil Acceptance Unit Testing

No.	Proses	Hasil yang Diharapkan	Penguji	Hasil Uji
1	Verifikasi Pengguna	Pengguna dapat login	User	Valid
2	Inisiasi Project	Permintaan berhasil dibuat dan diteruskan ke PMO	Director	Valid
3	Inisiasi Project	Project berhasil dibuat dan muncul pada daftar project team yang dipilih	PMO	Valid
4	Manajemen Project	Muncul button konfirmasi dan project terhapus dari daftar	PMO	Valid
5	Manajemen Project	Melihat daftar anggota	PMO	Valid
6	Manajemen Project	Akses anggota dihapus	PMO	Valid
7	Manajemen Project	Melihat daftar project yang ditetapkan	Employee	Valid
8	Manajemen Project	Melihat isi project	Employee	Valid
9	Video Meet	Link tersimpan dan Video Meet siap digunakan	PM	Valid
10	Video Meet	Melakukan Video Meet	Team Members	Valid
11	Video Meet	Peringatan link meeting belum tersedia	Team Members	Valid
12	Video Meet	Muncul Notifikasi dan reminder BC Vmeet	PM	Valid
13	Milestone	Milestone tampil di daftar	PM	Valid
14	Milestone	Melihat daftar milestone	PM	Valid
15	Milestone	Milestone terhapus dan tidak muncul pada daftar	PM	Valid
16	Task	Task tampil di daftar	PM / PIC	Valid
17	Task	Task tampil dengan perubahan	PM / PIC	Valid
18	Task	Hanya menampilkan informasi task	Member No-Assignee	Valid
19	Task	Menampilkan informasi task dan semua fitur kecuali edit task	Member Assignee	Valid
20	Task	Dokumen tampil di daftar dokumen dan status task berubah menjadi "In Review"	Member Assignee	Valid
21	Task	Status berubah jadi "Completed"	PM	Valid
22	Task	Status berubah jadi "Reject"	PM	Valid
23	Chat Task	Pesan tampil di halaman pesan real-time	Member Assignee	Valid
24	Daily Report	Laporan tampil di daftar dan dapat diakses oleh PM	Member Assignee	Valid
25	Dashboard	Progress sesuai data	Users	Valid
26	Dashboard	Menampilkan tugas dengan deadline terdekat	Users	Valid
27	PWA	Tampilan menyesuaikan perangkat	Users	Valid
28	PWA	Progress terupdate	Users	Valid
29	PWA	Notifikasi muncul & terkirim	Users	Valid

Tabel 4 merupakan hasil pengujian pengguna. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sistem sesuai dengan kebutuhan awal pengguna.

I. Pengukuran Mutu menggunakan ISO-9126

Pengukuran kualitas dilakukan setelah pengujian dengan menyebarkan kuesioner. Hasilnya menunjukkan rata-rata keseluruhan pengujian aplikasi sebesar 90,7%, yang masuk dalam kategori "Sangat Baik".

1. *Functionality*: 84,9%
2. *Reliability*: 90,4%
3. *Usability*: 92,2%
4. *Efficiency*: 90,4%
5. *Learnability*: 95,6%

Pencapaian ini didukung oleh penggunaan FlutterFlow, integrasi Firebase untuk data *real-time*, dan pendekatan PWA

yang memberikan kemudahan akses dan performa optimal, serta penerapan V-Model yang menjamin keselarasan kebutuhan, desain, dan pengujian.

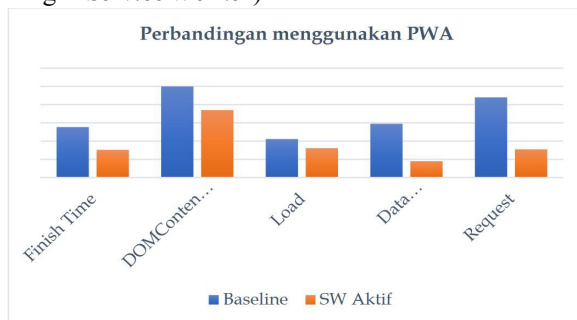
J. Pengujian Firebase PWA

Pengujian performa PWA menggunakan Chrome DevTools fokus pada *loading time*, ukuran data, dan jumlah *request*.

1. Pengujian Performa Jaringan (tanpa *Service Worker* vs. dengan *Service Worker*):

Pengujian performa PWA menggunakan Chrome DevTools fokus pada *loading time*, ukuran data, dan jumlah *request*.

1. Pengujian Performa Jaringan (tanpa *Service Worker* vs. dengan *Service Worker*):



Gambar 11 Diagram Perbandingan Performa

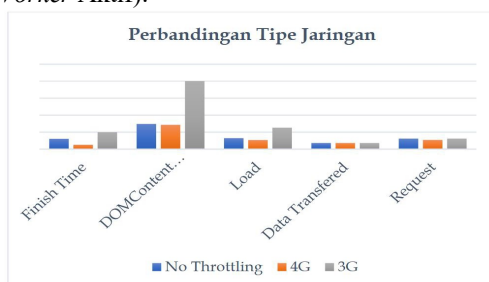
Gambar 11 menampilkan diagram perbandingan sistem dengan dan tanpa menggunakan service worker (PWA). berikut ini penjelasan detail hasilnya :

- Tanpa *Service Worker*: Waktu *finish* 11.06 s, *DOMContentLoaded* 566 ms, *Load* 2.11 s, ukuran data diunduh 5.9 MB (dari 17.1 MB *resources*), 88 *requests*.
- Dengan *Service Worker*: Waktu *finish* 6.08 s, *DOMContentLoaded* 419 ms, *Load* 1.61 s, ukuran data diunduh 1.8 KB (dari 9.5 MB *resources*), 31 *requests*.

Hasil Implementasi *Service Worker* ini dapat mengurangi waktu *loading* total hingga 45%, *DOMContentLoaded* 26%,

dan *Load* 24%. Ukuran data yang diunduh berkurang drastis hingga hampir 70%. Ini menunjukkan *Service Worker* sangat efektif dalam melayani aset dari *cache* lokal.

2. Pengujian Jaringan 3G dan 4G (dengan *Service Worker* Aktif):



Gambar 12 menampilkan diagram perbandingan tipe jaringan, yaitu antara penggunaan jaringan 3G dengan 4G. berikut ini hasil detailnya :

- Jaringan 4G: Waktu *finish* 2.55 s, *DOMContentLoaded* 405 ms, *Load* 1.33 ms, ukuran data diunduh 1.8 KB, 27 *requests*. Performa sangat cepat, bahkan lebih cepat dari kondisi "No throttling" pada beberapa metrik.
- Jaringan 3G: Waktu *finish* 9.970 s, *DOMContentLoaded* 2.210 ms, *Load* 3.150 ms, ukuran data diunduh 1.8 KB, 31 *requests*. Waktu *loading* meningkat signifikan karena batasan kecepatan 3G, namun ukuran data diunduh tetap rendah karena *Service Worker*.

Pada jaringan 3G, performa menurun secara signifikan dibandingkan 4G, dengan waktu pemuatan total meningkat hingga $\pm 291\%$, dan waktu *DOMContentLoaded* naik hingga $\pm 445\%$. Meskipun jumlah permintaan (*requests*) bertambah sekitar 15%, ukuran data tetap rendah berkat penggunaan *Service Worker* yang membantu efisiensi data.

Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan bahwa aplikasi Firebase PWA dengan *Service Worker* mampu memberikan pengalaman pengguna yang reliabel dan cepat di berbagai kondisi jaringan, mengoptimalkan waktu pemuatan dan penggunaan data, serta tetap responsif bahkan pada koneksi terbatas.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perancangan, dan implementasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi manajemen proyek berbasis Progressive Web App (PWA) yang dikembangkan menggunakan FlutterFlow dan Firebase berhasil diwujudkan untuk menjawab kebutuhan pengelolaan proyek yang lebih terstruktur dan efisien. Aplikasi ini mendukung lima peran pengguna dengan hak akses berbeda, memanfaatkan Firebase untuk autentikasi, database real-time, dan penyimpanan file, serta memiliki antarmuka yang responsif dan dapat diakses tanpa instalasi. Metode V-Model yang digunakan dalam pengembangan terbukti efektif dalam menjaga keterlacakan antara tahapan verifikasi dan validasi, memastikan sistem dibangun sesuai spesifikasi dan kebutuhan pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi berfungsi dengan baik: unit-unit kode dinyatakan valid, integrasi antar modul berjalan lancar, seluruh fungsi sistem terpenuhi, dan aplikasi diterima oleh pengguna akhir. Evaluasi kualitas berdasarkan standar ISO- 9126 menghasilkan skor rata-rata 90,7% yang termasuk dalam kategori "Sangat Baik", mencakup aspek functionality, reliability, usability, efficiency, dan learnability. Selain itu, pengujian performa sebagai PWA menunjukkan peningkatan signifikan pada kecepatan dan efisiensi akses berkat penerapan *Service Worker*.

Dengan demikian, aplikasi ini layak digunakan dan dapat

diandalkan sebagai solusi digital untuk mendukung proses manajemen proyek yang lebih terorganisir.

V. SARAN

Untuk pengembangan sistem manajemen proyek ke depan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan guna meningkatkan efektivitas dan kualitas penggunaan aplikasi. Pertama, pelatihan dan pendampingan pengguna perlu diadakan secara intensif, khususnya bagi peran seperti PIC dan Team Member, agar mereka dapat memahami alur kerja sistem dan memanfaatkan fitur yang tersedia secara optimal. Kedua, sistem dapat dilengkapi dengan fitur analitik yang memberikan wawasan mendalam terkait kinerja tim, efektivitas pencapaian milestone, serta produktivitas individu. Fitur ini akan sangat berguna bagi manajemen dalam pengambilan keputusan berbasis data. Ketiga, disarankan adanya penerapan audit trail dan logging aktivitas pengguna untuk meningkatkan transparansi dan akuntabilitas. Dengan mencatat seluruh aktivitas dalam sistem, admin atau auditor dapat melakukan penelusuran jika terjadi masalah, serta memastikan bahwa seluruh tindakan yang dilakukan tercatat dengan baik. Implementasi fitur-fitur ini diharapkan dapat membawa sistem ke level yang lebih matang dan profesional dalam mendukung pengelolaan proyek.

Aplikasi mobile yang dikembangkan berhasil dikembangkan sesuai dengan desain yang telah dirancang. Model matematis yang dijelaskan pada metode penelitian berhasil diimplementasikan secara fungsional ke dalam sistem menggunakan *custom functions* pada FlutterFlow. Aplikasi menyediakan antarmuka yang terpisah dan intuitif untuk atlet, memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan sesi permainan dan memantau performa mereka secara mandiri. Berikut adalah beberapa contoh fungsionalitas kunci dari sisi atlet yang telah diimplementasikan.

ipantau atlet, atau modul analisis perbandingan performa dalam tim, guna mendukung proses pembinaan yang lebih optimal.

Penerapan Deteksi Anomali Performa Berbasis ML: Penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada penerapan teknik deteksi anomali (machine learning) terhadap data performa atlet yang terekam. Hal ini bertujuan untuk memungkinkan identifikasi otomatis terhadap fluktuasi performa yang signifikan, sehingga dapat memberikan insight atau peringatan dini kepada pelatih mengenai faktor-faktor yang mungkin memengaruhi atlet.

REFERENSI

- [1] A. Aziz Et Al., Manajemen Proyek. Bandung: Cv. Widina Bhakti Persada Bandung, 2022. [Online]. Available: www.penerbitwidina.com
- [2] R. Belferik, Ar. Andiyan, I. Zulkarnain, A. Syamil, And J. M. Samosir, "Manajemen Proyek : Teori & Penerapannya," Jambi, May 2023. [Online]. Available:
- [4] <https://www.researchgate.net/publication/371175194>
- [5] F. Angellia, P. Wibawa, And K. Suryaatmaja, Buku Ajar Manajemen Proyek Sistem Informasi. Jambi: Pt. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023.
- [6] E. Kania, E. Radziszewska-Zielina, And G. Śladowski, "Communication And Information Flow In Polish Construction Projects," Sustainability (Switzerland), Vol. 12, No. 21, Pp. 1–23, Nov. 2020, Doi: 10.3390/Su12219182.
- [7] A. Shaumitha Budiman And N. Yuliana, "Pola Interaksi Mahasiswa Dalam Proyek Kelompok Melalui Aplikasi Whatsapp: Studi Mahasiswa Prodi Ilmu Komunikasi Angkatan 2022 Universitas Sultan Ageng Tirtayasa," Triwikrama: Jurnal Multidisiplin Ilmu Sosial, Vol. 2, No. 4, Pp. 41–58, 2023.
- [8] S. Okvireslian, "Pemanfaatan Aplikasi Whatsapp Sebagai Media Pembelajaran Dalam Jaringan Kepada Peserta Didik Paket B Uptd Spnf Skb Kota Cimahi," Jurnal Comm-Edu, Vol. 4, No. 3, Sep. 2021.
- [9] M. Apriliani, "Definisi Proyek, Manajemen Proyek, Dan 6 Prinsipnya!," Indonesiancloud, Aug. 03, 2021.
- [10] F. Reydita Nur Rahmawati, Yuyun Yunengsih, And Yuda Syahidin, "Perancangan Sistem Rekam Medis Elektronik Guna Pelaporan Imunisasi Vaksin Bayi Baru Lahir Dengan Metode V-Model," Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi, Vol. 4, No. 2, Pp. 566–580, Jun. 2024, Doi: 10.51454/Decode.V4i2.591.
- [11] S. Potluri And S. S. R. Emmadi, "Android Based Instant Messaging Application Using Firebase," International Journal Of Recent Technology And Engineering, Vol. 7, No. 5s2, Pp. 352–355, Jan. 2019, [Online]. Available:
- [12] <https://www.researchgate.net/publication/332264701>
- [13] O. Yatzy Game Thesis, "Mathilda Nynäs Web Development With Firebase," Apr. 2024.
- [14] P. Sarhadi, W. Naeem, K. Fraser, And D. Wilson, "On The Application Of Agile Project Management Techniques, V-Model And Recent Software Tools In Postgraduate Theses Supervision," Sciencedirect, Vol. 55, No. 17, Pp. 109–114, 2022, Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.233>.
- [15] S. Rosetya Wardhana, I. Gede, D. Satya Herdaya, M. Ruswiansari, T. Surabaya, And N. Surabaya, "Pengembangan Aplikasi Classroom Berbasis Mobile Menggunakan Model V."
- [16] Dwi Purnomo Putro, Adhika Pramita Widyassari, And Dea Salsabilla, "Collaboration Of Progressive Web App (Pwa) And Firebase Cloud Messaging (Fcm) For Optimal Performance Mailing Software," International Conference On Digital Advance Tourism, Management And Technology, Vol. 1, No. 2, Pp. 586–596, Dec. 2023, Doi: 10.56910/Ictmt.V1i2.126.