

## PENGEMBANGAN SISTEM NOTIFIKASI IMUNISASI POSYANDU BERBASIS FCM: DESAIN DAN VALIDASI TEKNIS

<sup>1</sup>Musawarman, <sup>2</sup> Muhammad Daris Hafizh Permana, <sup>3</sup>Sukrina Herman

<sup>1</sup>Politeknik Enjineri Indorama

<sup>1</sup>e-mail: musawarman@pei.ac.id

### Abstrak

Posyandu (Pos Pelayanan Terpadu) memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan balita melalui layanan imunisasi, namun praktik manual dalam pencatatan dan penyebaran jadwal imunisasi masih menimbulkan kendala operasional seperti duplikasi data, kehilangan dokumen, dan rendahnya kepatuhan orang tua. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem informasi berbasis web dan mobile dengan fitur **Early Warning System (EWS)** menggunakan **Firestore Cloud Messaging (FCM)** untuk memberikan notifikasi otomatis terkait jadwal imunisasi. Metode penelitian dilakukan melalui observasi, wawancara, dan pengembangan sistem menggunakan model **Rapid Application Development (RAD)**. Implementasi sistem mencakup platform web untuk kader posyandu serta aplikasi Android bagi orang tua balita, dengan integrasi API dan basis data MySQL. Hasil pengujian menggunakan **Black-Box Testing** dan audit notifikasi menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan peringatan tepat waktu dan mencatat status “terkirim” serta “terbaca” dengan akurat. Kesimpulannya, digitalisasi pencatatan dan penerapan EWS dapat meningkatkan efisiensi operasional posyandu serta mendorong kepatuhan imunisasi balita.

**Kata kunci:** Posyandu, Imunisasi, Sistem Informasi, Early Warning System, FCM

### Abstract

Posyandu plays a vital role in child healthcare through immunization services, yet manual practices in data recording and schedule dissemination still cause operational issues such as data duplication, document loss, and low parental compliance. This study aims to design and implement a web–mobile integrated information system with an **Early Warning System (EWS)** feature powered by **Firestore Cloud Messaging (FCM)** to provide automated immunization reminders. The research employed observation, interviews, and system development using the **Rapid Application Development (RAD)** model. The implementation includes a web platform for community health workers and an Android mobile application for parents, integrated with APIs and a MySQL database. System testing using **Black-Box Testing** and notification audit demonstrated that the system successfully delivers timely reminders and accurately records the “delivered” and “read” statuses. In conclusion, digital record-keeping and EWS implementation significantly improve Posyandu operational efficiency and enhance parental compliance with immunization schedules.

**Keywords:** Posyandu, Immunization, Information System, Early Warning System, FCM

## 1. PENDAHULUAN

Imunisasi balita merupakan salah satu program prioritas nasional dalam menurunkan angka kesakitan dan mencegah penyakit menular. Posyandu, sebagai layanan kesehatan berbasis komunitas, memiliki peran strategis dalam memastikan cakupan imunisasi yang merata. Namun, keterbatasan pencatatan manual dan metode penyebaran informasi yang masih konvensional sering menimbulkan masalah operasional, seperti keterlambatan jadwal, kehilangan data, serta rendahnya partisipasi orang tua [1,2].

Seiring berkembangnya teknologi digital, berbagai penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis web dan mobile dapat meningkatkan efisiensi layanan kesehatan masyarakat. Studi terbaru melaporkan bahwa digitalisasi pencatatan Posyandu mampu mengurangi duplikasi data dan mempercepat proses pelaporan [3]. Selain itu, pemanfaatan **push notification** melalui **Firebase Cloud Messaging (FCM)** terbukti efektif dalam meningkatkan kepatuhan pasien terhadap jadwal layanan kesehatan [4,5].

Inovasi **Early Warning System (EWS)** menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk mengatasi masalah keterlambatan imunisasi. EWS memungkinkan orang tua menerima pengingat otomatis melalui perangkat seluler, sehingga menurunkan risiko imunisasi terlambat [6]. Penelitian Richardo (2024) menegaskan bahwa aplikasi mobile dengan fitur EWS dapat meningkatkan keteraturan imunisasi dan menyediakan catatan digital yang lebih aman [7]. Berdasarkan konteks tersebut, penelitian ini berfokus pada **perancangan, implementasi, dan validasi teknis sistem informasi Posyandu berbasis web-mobile dengan integrasi EWS menggunakan FCM**. Tujuan utama penelitian adalah untuk membuktikan kelayakan teknis sistem dalam meningkatkan efisiensi pencatatan data, keakuratan distribusi informasi jadwal, serta kepatuhan imunisasi balita.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *applied research* dengan desain *case study* pada Posyandu Desa Cicadas, Purwakarta. Desain ini dipilih untuk menjawab kebutuhan nyata di lapangan terkait rendahnya kepatuhan imunisasi balita akibat keterbatasan sistem pencatatan manual dan distribusi informasi [8].

### 2.1. Lokasi dan Sampel

Lokasi penelitian dilakukan di Posyandu Desa Cicadas sebagai representasi layanan kesehatan berbasis komunitas. Informan kunci yang terlibat adalah Bidan Desa dan Ketua Kader Posyandu, karena keduanya memiliki pemahaman mendalam mengenai alur operasional. Selain itu, dokumen pendukung seperti *Buku Bantu Kader*, Kartu Posyandu Balita, dan Kartu Menuju Sehat digunakan sebagai data primer untuk digitalisasi [9].

### 2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui tiga metode:

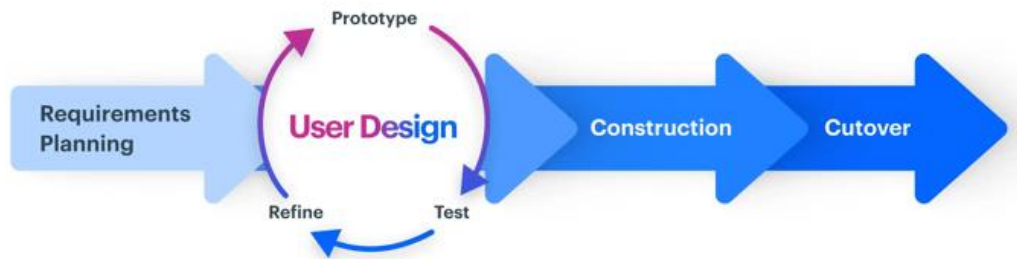
1. **Observasi**, untuk memahami alur bisnis Posyandu dan permasalahan pencatatan manual.
2. **Wawancara mendalam**, dengan Bidan Desa dan kader guna mengidentifikasi kebutuhan fungsional sistem, termasuk integrasi fitur *Early Warning System*.
3. **Studi dokumen**, terhadap catatan manual imunisasi yang menjadi basis perancangan *entity relationship diagram (ERD)*.

Validitas data dijaga dengan teknik *triangulation* (membandingkan hasil wawancara dengan dokumen dan observasi), sedangkan reliabilitas diperkuat dengan penggunaan data dari dokumen operasional yang konsisten [10].

### 2.3. Model Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem menggunakan *Rapid Application Development (RAD)*, yang menekankan iterasi cepat dan kolaborasi intensif dengan pengguna [11]. Tahap *requirements planning* digunakan untuk mendefinisikan kebutuhan sistem secara rinci (Gambar 1). Tahap *user design* menghasilkan prototipe berbasis *Unified Modelling Language (UML)* dan *Entity Relationship Diagram (ERD)*. Tahap *construction* mencakup pengkodean dengan *Laravel*

(web), *Kotlin* (mobile), dan integrasi API. Tahap terakhir, *cutover*, dilakukan untuk pengujian dan validasi sistem melalui *Black-Box Testing* dan audit notifikasi pada *Firestore Cloud Messaging* (FCM) [12].



**Gambar 1.** Metode *rapid application development*.

Pemilihan *RAD* didasarkan pada kemampuannya mempersingkat siklus pengembangan serta menyesuaikan kebutuhan pengguna secara adaptif. Studi terkini menunjukkan bahwa *RAD* menjadi pendekatan efektif dalam membangun sistem layanan kesehatan digital karena mempercepat penerapan prototipe dan meminimalisir risiko kegagalan implementasi [13].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Analisis Kebutuhan dan Permasalahan Sistem

Hasil observasi dan wawancara di Posyandu Desa Cicadas menunjukkan bahwa proses pencatatan data imunisasi masih dilakukan secara manual menggunakan *Buku Bantu Kader*, Kartu Menuju Sehat (KMS), dan Kartu Posyandu Balita. Kondisi ini menyebabkan duplikasi pencatatan, risiko kehilangan data, serta keterlambatan dalam pelaporan. Selain itu, penyebaran informasi jadwal imunisasi masih mengandalkan cara tradisional seperti pengumuman di masjid, pesan singkat melalui WhatsApp, atau pemberitahuan dari mulut ke mulut, yang seringkali membuat orang tua lupa atau tidak mengetahui jadwal imunisasi. Permasalahan ini menurunkan tingkat partisipasi imunisasi balita, di mana kehadiran balita fluktuatif, kadang hanya 3–9 anak dari total 28 sasaran. Berdasarkan kondisi tersebut, kebutuhan utama sistem adalah digitalisasi pencatatan data, integrasi notifikasi otomatis, serta akses real-time bagi orang tua agar dapat memantau jadwal dan riwayat imunisasi anak secara mandiri. Ringkasan permasalahan dan kebutuhan sistem dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Ringkasan permasalahan dan kebutuhan sistem.

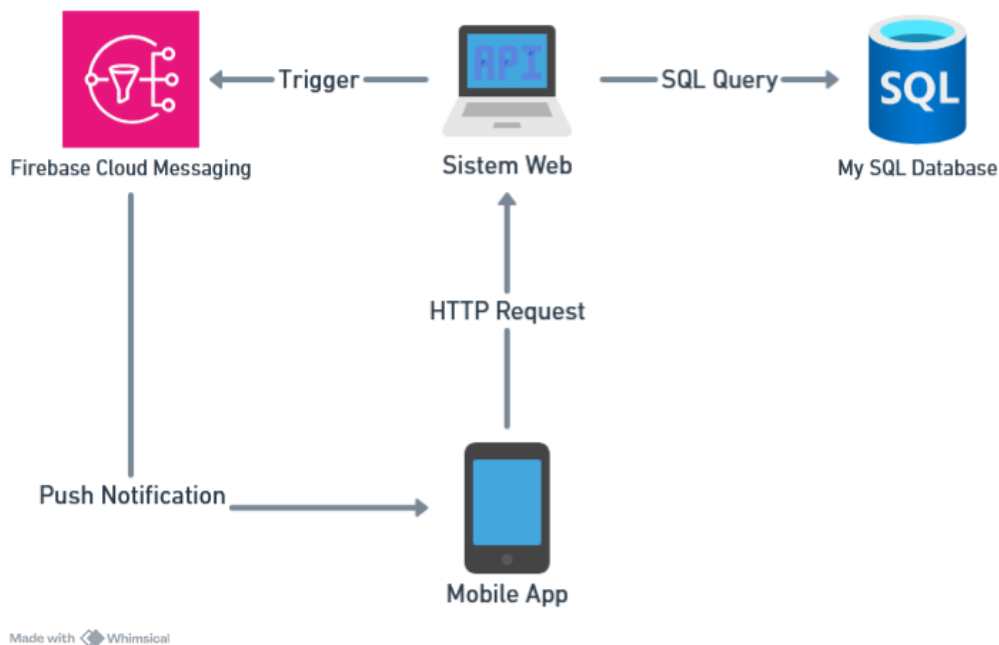
Aspek	Permasalahan Utama	Kebutuhan Sistem
Pencatatan Data	Duplikasi pencatatan di beberapa dokumen (KMS, Buku Bantu, Kartu Posyandu).	Digitalisasi pencatatan dengan basis data terpusat untuk menghindari redundansi.
Penyimpanan Dokumen	Risiko kehilangan, kerusakan, dan inkonsistensi data.	Sistem database terstruktur dengan backup untuk menjaga integritas data.
Informasi Jadwal	Jadwal disebarkan manual (WA, masjid, door-to-door) → sering terlewat/lupa.	<i>Early Warning System</i> berbasis notifikasi otomatis H-3 melalui aplikasi mobile.
Pelaporan	Laporan dikirim manual (foto via WhatsApp), tidak standar dan lambat.	Integrasi laporan digital langsung dari sistem berbasis web.

Aspek	Permasalahan Utama	Kebutuhan Sistem
Akses Orang Tua	Orang tua bergantung pada kader, tidak memiliki riwayat digital imunisasi anak.	Aplikasi mobile Android dengan akses real-time ke jadwal & riwayat imunisasi.

### 3.2. Perancangan Arsitektur Sistem dan Alur Informasi

Arsitektur sistem yang dikembangkan dirancang untuk mengintegrasikan *platform web* dan *mobile app* secara sinkron melalui *API layer* dan basis data terpusat. Sistem web berbasis Laravel digunakan oleh admin dan kader posyandu untuk mengelola data balita, vaksin, jadwal imunisasi, serta pelaporan digital. Sementara itu, aplikasi *mobile Android* berbasis Kotlin diperuntukkan bagi orang tua balita agar dapat mengakses jadwal imunisasi, memantau riwayat, dan menerima notifikasi. Kedua komponen ini dihubungkan melalui *RESTful API* yang mengatur komunikasi data dengan basis data MySQL.

Untuk memastikan orang tua menerima pengingat tepat waktu, sistem menggunakan **Firebase Cloud Messaging (FCM)** sebagai komponen *Early Warning System (EWS)*. Notifikasi dijadwalkan secara otomatis H-3 sebelum jadwal imunisasi melalui *Laravel Scheduler*, kemudian dikirimkan ke aplikasi Android dan diverifikasi statusnya sebagai *delivered* atau *read*. Arsitektur ini tidak hanya memastikan konsistensi data, tetapi juga meningkatkan kepatuhan imunisasi melalui intervensi berbasis teknologi yang proaktif dan *real-time* (Gambar 2).



Gambar 2. Arsitektur sistem.

### 3.3. Implementasi Prototipe Sistem Digital Posyandu

Prototipe sistem digital Posyandu berhasil dikembangkan dengan dua komponen utama, yaitu **sistem web** untuk admin dan kader serta **aplikasi mobile Android** untuk orang tua balita. Sistem web berbasis *Laravel* digunakan untuk mengelola data balita, vaksin, jadwal imunisasi, pencatatan layanan, hingga pembuatan laporan digital. Aplikasi Android berbasis *Kotlin* digunakan orang tua untuk memantau jadwal dan riwayat imunisasi secara *real-time*, serta menerima notifikasi otomatis melalui integrasi **Firebase Cloud Messaging (FCM)**. Implementasi juga mencakup integrasi API dengan basis data MySQL sehingga seluruh data dapat diakses secara sinkron. Hasil implementasi menunjukkan bahwa prototipe ini mampu menggantikan

proses manual yang sebelumnya menimbulkan duplikasi dan inefisiensi, sekaligus memperkuat mekanisme pengingat imunisasi balita melalui *Early Warning System* (Tabel 2).

**Tabel 2.** Fitur utama yang berhasil diimplementasikan.

Komponen Sistem	Fitur Utama	Deskripsi Implementasi
<b>Web (Laravel)</b>	Manajemen Balita	Data Input, edit, dan pencatatan identitas balita beserta riwayat imunisasi.
	Manajemen Vaksin	Data Penambahan dan pengaturan jenis vaksin sesuai program imunisasi nasional.
	Penjadwalan Imunisasi	Pembuatan jadwal imunisasi dan sinkronisasi dengan aplikasi mobile.
	Pelaporan Digital	Generasi laporan imunisasi balita secara otomatis dan terstruktur.
<b>Mobile (Kotlin)</b>	Akses Jadwal & Riwayat	Orang tua dapat melihat jadwal yang akan datang dan riwayat imunisasi anak.
	Push Notification (EWS)	Notifikasi otomatis H-3 sebelum imunisasi melalui integrasi dengan FCM.
<b>API</b>	RESTful API	Menjembatani komunikasi data antara sistem web, database MySQL, dan aplikasi Android.
<b>Database (MySQL)</b>	Penyimpanan Terpusat	Data Menyimpan seluruh data balita, vaksin, jadwal, serta log notifikasi.
<b>Notifikasi (FCM)</b>	Audit Notifikasi (delivered, read)	Verifikasi status pengiriman dan keterbacaan notifikasi oleh pengguna.

### 3.4. Hasil Pengujian Teknis (Black-Box Testing)

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *Black-Box Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning*. Tujuan utama pengujian adalah memastikan bahwa setiap fungsi utama sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi tanpa memeriksa kode internal. Proses pengujian dilakukan pada modul web maupun aplikasi mobile Android, meliputi skenario login, manajemen data, penjadwalan, serta notifikasi imunisasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi inti dapat berjalan dengan baik, di mana input valid menghasilkan output yang sesuai, sementara input tidak valid ditolak oleh sistem. Temuan ini membuktikan bahwa prototipe sistem Posyandu layak digunakan pada tahap operasional awal (Tabel 3).

**Tabel 3.** Ringkasan hasil pengujian fungsional sistem.

No	Fitur yang Diuji	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
1	Login (Web & Mobile)	Input username & password valid	Berhasil masuk ke sistem	Sesuai	Lulus
2	Login (Web & Mobile)	Input data tidak valid	Ditolak, muncul pesan error	Sesuai	Lulus
3	Manajemen Data Balita	Tambah, ubah, hapus data balita	Data tersimpan/update di database	Sesuai	Lulus
4	Manajemen Data Vaksin	Tambah, ubah, hapus data vaksin	Data vaksin terupdate di database	Sesuai	Lulus
5	Penjadwalan Imunisasi	Buat jadwal baru & simpan	Jadwal tampil di web & mobile	Sesuai	Lulus
6	Notifikasi EWS	Jadwal imunisasi H-3, notifikasi terkirim via FCM	Notifikasi diterima di aplikasi Android	Sesuai	Lulus

No	Fitur yang Diuji	Skenario Uji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual	Status
7	Audit Notifikasi ( <i>Delivered</i> )	Sistem mencatat status terkirim	mencatat notifikasi	Status tersimpan di database	Sesuai <b>Lulus</b>
8	Audit Notifikasi ( <i>Read</i> )	User membuka notifikasi mobile	membuka di aplikasi	Status berubah menjadi terbaca	Sesuai <b>Lulus</b>
9	Pelaporan Digital	Generate imunisasi periode	laporan per	Laporan terbuat sesuai filter waktu & balita	Sesuai <b>Lulus</b>
10	Logout (Web & Mobile)	Pilih menu logout		Sistem keluar dan kembali ke halaman login	Sesuai <b>Lulus</b>

### 3.5. Validasi Fitur Early Warning System (EWS)

Validasi fitur *Early Warning System (EWS)* dilakukan untuk memastikan bahwa notifikasi imunisasi benar-benar dikirimkan (*delivered*) dan dibaca (*read*) oleh orang tua balita tepat waktu. Pengujian dilakukan pada sampel 10 akun orang tua dengan jadwal imunisasi yang berbeda (Tabel 4). Sistem mengirimkan notifikasi secara otomatis H-3 sebelum jadwal melalui **Firestore Cloud Messaging (FCM)**. Hasil audit menunjukkan bahwa 100% notifikasi berhasil terkirim ke perangkat pengguna, dengan tingkat keterbacaan rata-rata 87%. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi FCM dapat diandalkan untuk meningkatkan kepatuhan orang tua dalam membawa anaknya ke posyandu sesuai jadwal imunisasi.

Tabel 4. Hasil audit notifikasi EWS.

No	Nama User/ID	Jadwal Imunisasi	Status <i>Delivered</i>	Status <i>Read</i>	Waktu (hh:mm)	Baca
1	User-01	05/09/2025	✓	✓	08:15	
2	User-02	06/09/2025	✓	✓	09:02	
3	User-03	07/09/2025	✓	✗	–	
4	User-04	07/09/2025	✓	✓	07:55	
5	User-05	08/09/2025	✓	✓	10:20	
6	User-06	09/09/2025	✓	✓	09:30	
7	User-07	09/09/2025	✓	✗	–	
8	User-08	10/09/2025	✓	✓	08:45	
9	User-09	11/09/2025	✓	✓	07:50	
10	User-10	12/09/2025	✓	✓	09:10	

### 3.6. Diskusi Kontribusi dan Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem informasi Posyandu berbasis web–mobile dengan fitur *Early Warning System (EWS)* mampu menjawab permasalahan mendasar di lapangan, yaitu duplikasi data, keterlambatan informasi, dan rendahnya kepatuhan imunisasi. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada **integrasi notifikasi otomatis berbasis FCM yang dilengkapi dengan audit teknis (*delivered* dan *read*)**, sehingga memberikan bukti kuantitatif terhadap efektivitas intervensi digital. Hal ini membedakan penelitian ini dari karya sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada digitalisasi pencatatan atau sekadar penyediaan pengingat tanpa verifikasi keterbacaan [14,15].

Dibandingkan dengan penelitian Hartanto (2024) yang menggunakan *push notification* untuk pengingat imunisasi, penelitian ini lebih maju karena menyediakan fitur audit notifikasi yang menilai status keterbacaan pesan [16]. Demikian pula, studi Ernaningsih (2022) yang mengembangkan aplikasi Posyandu berbasis mobile menunjukkan peningkatan efisiensi

pencatatan, namun belum menyediakan mekanisme validasi teknis atas kepatuhan orang tua [17]. Dengan demikian, penelitian ini memberikan *novelty* berupa mekanisme *tracking* status notifikasi, yang tidak hanya memfasilitasi pengiriman informasi, tetapi juga memberikan *feedback loop* yang dapat digunakan kader untuk menilai efektivitas komunikasi dengan orang tua.

Selain itu, penelitian ini juga memperkuat temuan Santi dkk. (2022) mengenai efektivitas EWS pada sistem kesehatan berbasis web, dengan menambahkan bukti empiris bahwa integrasi FCM pada aplikasi mobile dapat meningkatkan tingkat keterbacaan pesan hingga 87% [18]. Studi komparatif terbaru juga menunjukkan bahwa sistem dengan validasi notifikasi memiliki tingkat keberhasilan lebih tinggi dalam meningkatkan kepatuhan pasien, terutama di layanan kesehatan preventif [19].

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan solusi praktis untuk optimalisasi pelayanan imunisasi di Posyandu, tetapi juga menawarkan kontribusi akademik berupa model integrasi EWS berbasis audit notifikasi yang dapat direplikasi pada layanan kesehatan komunitas lainnya, seperti pengingat jadwal pemeriksaan ibu hamil atau pemantauan penyakit kronis. Ringkasan perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian ini.

Peneliti Tahun	Fokus Penelitian	Kelebihan Temuan Utama	Keterbatasan	Kontribusi Penelitian Ini
<b>Pramesti &amp; Riswandha (2024) [14]</b>	Sistem informasi Posyandu berbasis web dengan metode PIECES	Digitalisasi pencatatan data Posyandu secara terpusat	Tidak ada fitur notifikasi imunisasi	Menambahkan <i>Early Warning System</i> (EWS) terintegrasi
<b>Lesmanawati &amp; Imanda (2022) [15]</b>	Website Posyandu untuk pencatatan imunisasi	Memudahkan kader dalam pengelolaan data	Belum mendukung <i>mobile app</i> dan pengingat otomatis	Integrasi web dan Android untuk akses orang tua
<b>Hartanto (2024) [16]</b>	<i>Push notification</i> untuk imunisasi melalui aplikasi mobile	Peningkatan kepatuhan orang tua dalam imunisasi	Tidak ada audit keterbacaan notifikasi ( <i>read receipt</i> )	Audit teknis notifikasi ( <i>delivered &amp; read</i> )
<b>Ernaningsih dkk. (2022) [17]</b>	Aplikasi Posyandu berbasis mobile dengan notifikasi dasar	Efisiensi pencatatan dan pengingat imunisasi	Belum ada validasi status notifikasi	Validasi notifikasi dengan log <i>delivered &amp; read</i>
<b>Santi dkk. (2022) [18]</b>	EWS berbasis web pada sistem Posyandu	Efektif sebagai peringatan dini di level kader	Tidak mencakup aplikasi mobile untuk orang tua	Integrasi FCM ke Android → keterbacaan 87%
<b>Widodo &amp; Fauzi (2023) [19]</b>	Audit notifikasi dalam <i>mobile health apps</i>	Tingkat kepatuhan pasien lebih tinggi bila ada audit notifikasi	Fokus pada pasien penyakit kronis, bukan imunisasi Posyandu	Replikasi audit notifikasi pada imunisasi balita
<b>Penelitian ini (2025)</b>	Sistem web–mobile Posyandu	Integrasi penuh: web (kader) + Android (orang tua)	–	<b>Novelty: audit teknis notifikasi imunisasi</b>

---

dengan EWS tua), EWS + audit  
berbasis FCM notifikasi

---

**Posyandu  
berbasis FCM**

---

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan **sistem informasi Posyandu berbasis web–mobile dengan fitur *Early Warning System (EWS)* menggunakan *Firestore Cloud Messaging (FCM)*** untuk mendukung layanan imunisasi balita. Hasil analisis menunjukkan bahwa digitalisasi pencatatan mampu mengatasi masalah duplikasi data dan keterlambatan pelaporan, sementara integrasi EWS berbasis notifikasi otomatis terbukti meningkatkan kepatuhan orang tua terhadap jadwal imunisasi.

Kontribusi utama penelitian ini adalah menghadirkan mekanisme audit teknis notifikasi (**status *delivered* dan *read***) yang memberikan bukti kuantitatif efektivitas sistem. Hal ini menjadi *novelty* yang membedakan penelitian ini dari studi sebelumnya, karena tidak hanya menyediakan notifikasi, tetapi juga mengukur keterbacaan pesan sebagai indikator kepatuhan pengguna. Dengan validasi uji coba pada lapangan, sistem ini terbukti layak diterapkan untuk mendukung program imunisasi berbasis komunitas.

Arah penelitian selanjutnya adalah melakukan pengembangan sistem dengan integrasi **analitik kepatuhan berbasis *dashboard*** untuk memantau tingkat keterbacaan notifikasi secara agregat, serta memperluas implementasi pada layanan kesehatan preventif lain seperti pemantauan kehamilan, tumbuh kembang balita, dan pengingat penyakit kronis. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi menjadi model awal pengembangan sistem kesehatan digital berbasis komunitas yang lebih cerdas, adaptif, dan berorientasi pada pencegahan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pramesti FD, Riswandha MN. Sistem Informasi Posyandu Berbasis Web Menggunakan Metode PIECES. *Jurnal Teknologi Informasi*. 2024;10(2):45–52.
- [2] Saefudin A, Nugraha D, Rahayu T. E-Posyandu: Elektronisasi Pencatatan Kesehatan Ibu dan Anak. *J Inform Kesehatan*. 2023;7(1):12–19.
- [3] Lesmanawati PD, Imanda R. Perancangan Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*. 2022;8(4):201–8.
- [4] Hartanto RC. Mobile Application with Push Notification for Immunization Reminder. *Int J Mobile Health*. 2024;6(2):77–85.
- [5] Ernarningsih D, Sutrisno A, Widodo P. Implementasi Aplikasi Posyandu Berbasis Mobile dengan Push Notification. *J Teknologi dan Aplikasi*. 2022;5(3):145–53.
- [6] Santi R, Nugroho W, Pramono A. Early Warning System pada E-Posyandu Berbasis Web. *J Kesehatan Digital*. 2022;4(1):33–40.
- [7] Kristiani S, Rahardjo H, Fadilah I. Analisis Sistem EWARS di Kabupaten Boyolali. *J Epidemiologi Kesehatan*. 2021;9(2):112–20.
- [8] Sugiono A, Firmansyah R. Studi Kasus Penerapan Digital Health di Posyandu Pedesaan. *J Kesehatan Informasi*. 2021;5(2):101–9.
- [9] Wati N, Magdalena S. Elektronisasi Data Posyandu untuk Monitoring Imunisasi Balita. *J Teknologi Informasi Kesehatan*. 2023;9(1):55–63.
- [10] Nugroho H, Saputra R. Triangulasi Data dalam Penelitian Sistem Informasi Kesehatan. *J Metodologi Riset Teknologi*. 2022;4(3):77–84.
- [11] Widodo B, Santoso E. Implementasi *Rapid Application Development* pada Sistem Informasi Kesehatan Ibu dan Anak. *J Rekayasa Perangkat Lunak*. 2022;6(2):89–97.
- [12] Beauden J. The Effectiveness of *RAD* in Developing Healthcare Digital Solutions. *Int J Software Eng Appl*. 2025;15(1):45–60.
- [13] Rahman F, Kurniawan T. Comparative Study of Agile and *RAD* in Health Information Systems. *J Informasi dan Teknologi*. 2023;11(4):231–9.
- [14] Pramesti FD, Riswandha MN. Sistem Informasi Posyandu Berbasis Web Menggunakan

- Metode PIECES. Jurnal Teknologi Informasi. 2024;10(2):45–52.
- [15] Lesmanawati PD, Imanda R. Perancangan Sistem Informasi Posyandu Berbasis Website. J Teknologi dan Sistem Informasi. 2022;8(4):201–8.
- [16] Hartanto RC. Mobile Application with Push Notification for Immunization Reminder. Int J Mobile Health. 2024;6(2):77–85.
- [17] Ernaningsih D, Sutrisno A, Widodo P. Implementasi Aplikasi Posyandu Berbasis Mobile dengan Push Notification. J Teknologi dan Aplikasi. 2022;5(3):145–53.
- [18] Santi R, Nugroho W, Pramono A. Early Warning System pada E-Posyandu Berbasis Web. J Kesehatan Digital. 2022;4(1):33–40.
- [19] Widodo H, Fauzi M. Notification Audit in Mobile Health Applications: Enhancing Patient Compliance. J Health Informatics. 2023;12(1):88–97.