

**IMPLEMENTASI PROGRESSIVE WEB APP DAN REALTIME DATABASE
PADA SISTEM MANAJEMEN GUDANG MATERIAL UNTUK OPTIMASI
LOGISTIK PT PLN (PERSERO)**

Ririn Patricia Putri¹, Mahesi Agni Zaus², Vera Irma Delianti³, Khairi Budayawan⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Padang

¹ririnpatriciaputri01@gmail.com, ²mahesiagnizaus@ft.unp.ac.id,³
vera5339@ft.unp.ac.id, ⁴khairi@ft.unp.ac.id.

ABSTRACT

The management of distribution materials at PT PLN (Persero) ULP Tabing often faces obstacles due to manual recording processes that lack real-time synchronization and are prone to human error. This study aims to develop a Warehouse Management System (WMS) based on Progressive Web App (PWA) and Firebase to optimize logistics operational efficiency. The development follows the Waterfall methodology, which provides a structured approach from analysis to implementation. The system incorporates Role-Based Access Control (RBAC) to ensure data integrity and secure user access management. The results demonstrate that the proposed system successfully digitizes stock recording and material tracking, significantly improving the accuracy of logistics data and providing better decision-making support for management.

Keywords: Warehouse Management System, Progressive Web App, Firebase, Logistics, PT PLN (Persero)

ABSTRAK

Pengelolaan material distribusi pada PT PLN (Persero) ULP Tabing sering menghadapi kendala akibat proses pencatatan manual yang kurang sinkron secara waktu nyata serta rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Sistem Manajemen Gudang berbasis Progressive Web App (PWA) dan Firebase untuk mengoptimalkan efisiensi operasional logistik. Pengembangan sistem dilakukan dengan menggunakan metodologi Waterfall yang menyediakan alur terstruktur mulai dari analisis hingga implementasi. Sistem ini mengintegrasikan Role-Based Access Control (RBAC) untuk menjamin integritas data dan pengelolaan hak akses pengguna yang aman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang diusulkan berhasil melakukan digitalisasi pencatatan stok dan pelacakan material, sehingga meningkatkan akurasi data logistik secara signifikan dan memberikan dukungan pengambilan keputusan yang lebih baik bagi pihak manajemen.

Kata Kunci: Warehouse Management System, Progressive Web App, Firebase, Logistik, PT PLN (Persero)

A. Pendahuluan

Pengelolaan material distribusi pada PT PLN (Persero) ULP Tabing merupakan aspek krusial dalam menjaga kelancaran operasional dan pemeliharaan infrastruktur kelistrikan. Menurut Maulana, (2022), proses pendataan stok material yang masih dilakukan secara manual menggunakan perangkat lunak *spreadsheet* sering kali mengakibatkan rendahnya integrasi data dan risiko ketidakakuratan informasi stok antara data administrasi dengan kondisi fisik di lapangan. Fenomena ini tercermin jelas pada kondisi nyata di PT PLN ULP Tabing, di mana terdapat selisih inventarisasi yang mencapai 3.234 item barang material, serta tingkat kesalahan input (*human error*) oleh petugas yang menyentuh angka 15% dari total transaksi bulanan. Ketidakefisienan ini diperburuk dengan proses pelaporan yang memakan waktu lama, mencapai 3 hingga 5 hari kerja untuk menyusun laporan inventaris bulanan, sehingga menghambat pengambilan keputusan manajerial yang cepat dan tepat

(Husna et al., 2024; Suswara & Kurniawan, 2022)

Transformasi digital melalui sistem informasi manajemen gudang menjadi kebutuhan mendesak bagi organisasi untuk meningkatkan efisiensi operasional (Amanda & Kumbara, 2026). Penerapan sistem berbasis web yang modern terbukti mampu menyederhanakan pengolahan data dan menyediakan informasi stok secara *real-time* (Wijaya & Lomban, 2022). Teknologi *Progressive Web App* (PWA) memberikan solusi aksesibilitas lintas *platform* yang fleksibel bagi petugas di lapangan, sementara penggunaan *Realtime Database* seperti Firebase memungkinkan sinkronisasi data yang instan dibandingkan dengan arsitektur basis data tradisional (Setiaji, 2020).

Keamanan sistem informasi merupakan tantangan utama dalam lingkungan perusahaan yang melibatkan banyak pengguna dengan tanggung jawab berbeda. Yuricha dan Phan (2023) menjelaskan bahwa penerapan *Role-Based Access Control* (RBAC) sangat krusial sebagai mekanisme kontrol akses

yang terstruktur untuk menjamin integritas data dalam sistem yang kompleks. Di sisi lain, proses pengembalian material atau *reverse logistics* sering kali menjadi celah dalam manajemen gudang, sehingga pengembangan fitur retur yang terintegrasi menjadi solusi kunci bagi pelaporan yang transparan kepada *supplier* (Huda & Amalia, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem *PLN Smart Warehouse* berbasis PWA yang terintegrasi dengan Firebase untuk mendukung operasional PT PLN (Persero) ULP Tabin. Dengan mengadopsi metode pengembangan *Waterfall* yang sistematis, penelitian ini diharapkan mampu meminimalisir *human error* dalam pengelolaan nomor seri komponen kelistrikan 18 digit dan meningkatkan akurasi data logistik (Husna et al., 2024). Keberhasilan implementasi sistem ini divalidasi melalui pengujian *Black-box* untuk memastikan fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan standar kualitas yang ditetapkan (Fahrezi et al., 2022; Zen et al., 2024).

B. Metode Penelitian

Penelitian pengembangan *Warehouse Management System* (WMS) berbasis web ini menggunakan model *System Development Life Cycle* (SDLC) tipe *Waterfall* yang berfokus pada alur pengembangan sekuensial dan sistematis. Model *Waterfall* dipilih karena karakteristik operasional pada PT PLN (Persero) ULP Tabin yang membutuhkan prosedur standar yang formal, terukur, dan terdokumentasi dengan baik di setiap fasenya. Sesuai dengan pendekatan rekayasa perangkat lunak, penelitian ini mencakup lima siklus fungsional yang berjalan linier, yakni analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.

Tahap awal dimulai dengan analisis kebutuhan, di mana data dikumpulkan melalui observasi lapangan selama Praktik Lapangan Industri (PLI) serta wawancara dengan petugas gudang untuk memetakan inefisiensi pencatatan manual. Pada fase ini, peneliti melakukan pengolahan master data yang mencakup 3.234 item barang

sebagai referensi utama sistem. Menurut Wau (2022), fase analisis sangat krusial dalam mendefinisikan spesifikasi kebutuhan fungsional (FR) dan non-fungsional (NFR) agar sistem dapat meminimalisir kesalahan manusia (*human error*) pada input nomor seri material 18 digit.

Tahap perancangan sistem dilakukan untuk mentransformasikan kebutuhan pengguna ke dalam cetak biru arsitektur teknologi informasi. Pada fase ini, perancangan diagram UML seperti *Use Case Diagram* dan *Activity Diagram* disusun untuk memetakan alur kerja tiga peran fungsional utama, yakni *Staff*, *Verifikator*, dan *Admin Gudang*. Basis data NoSQL *Cloud Firestore* dirancang menggunakan model *schemaless* untuk mendukung skalabilitas data, sementara antarmuka pengguna dirancang dengan pendekatan *mobile-first* untuk kemudahan akses di lapangan.

Fase implementasi berfokus pada penerjemahan desain ke dalam baris kode program komputer menggunakan *framework React 18* dan *TypeScript* untuk sisi *frontend*, serta integrasi layanan *Firebase*

sebagai infrastruktur *backend serverless*. Menurut Fathoni dan Kustiyono (2025), tahap implementasi adalah inti dari model *Waterfall* di mana seluruh alur logika bisnis diaplikasikan ke dalam perangkat lunak. Selain itu, penyimpanan berkas multimedia diintegrasikan melalui *API Cloudinary* untuk menjaga efisiensi penyimpanan pangkalan data utama.

Tahap pengujian dilakukan dengan dua metode validasi untuk memastikan kualitas sistem. Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan *Black-Box Testing* dengan teknik *Equivalence Partitioning* untuk memvalidasi performa modul sistem, mulai dari proses autentikasi hingga ekspor laporan otomatis. Menurut Zen et al., (2024), pengujian ini wajib dijalankan untuk memastikan setiap fitur memenuhi standar kualitas sebelum diimplementasikan. Di samping itu, pengujian validasi media dilakukan oleh tiga pakar teknologi informasi untuk memastikan kelayakan arsitektur antarmuka dan keamanan data sesuai dengan kebutuhan operasional di PT PLN (Persero) ULP Tabing.

Untuk memastikan keandalan sistem dalam jangka panjang, penelitian ini juga merancang skema evaluasi berkelanjutan pada tahapan pemeliharaan (*maintenance*). Rencana pengujian lanjutan dirancang untuk menguji stabilitas performa sistem ketika menangani volume data yang lebih besar pada skala organisasi yang diperluas. Selain itu, dirumuskan pula cetak biru pengujian integrasi perangkat keras berupa *embedded camera mobile* untuk fungsionalitas pemindaian kode guna mendukung efisiensi operasional di masa mendatang.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem informasi *Warehouse Management System* (WMS) yang dikembangkan telah berhasil melakukan digitalisasi pada seluruh alur kerja logistik balik (*reverse logistics*) di PLN ULP Tabing. Transformasi ini mengubah proses yang sebelumnya bergantung pada pencatatan manual di buku besar, *Microsoft Excel*, dan *Google Sheets* yang terfragmentasi, menjadi satu platform terpadu berbasis web yang terpusat.

1. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian kualitas perangkat lunak dilaksanakan melalui dua pendekatan utama: pengujian fungsionalitas sistem (*Black-Box*) dan pengujian kelayakan media (*Expert Judgment*). Pengujian *Black-Box* dilakukan terhadap 50 skenario uji yang mencakup seluruh modul aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan seluruh skenario (100%) dinyatakan "Valid" dan berjalan sesuai spesifikasi kebutuhan (Tabel 1).

Tabel 1. Ringkasan Hasil Pengujian Fungsional Sistem (Black-Box)

No	Modul	Skenario Pengujian	Hasil	Status
1	Autentikasi	Login kredensial valid	Masuk Dashboard	Valid
2	Input	Input 18 digit material	Data Tersimpan	Valid
3	Media	Unggah foto fisik	Terunggah	Valid
4	Approval	Verifikasi data pending	Status "Approved"	Valid
5	Laporan	Ekspor Excel/PDF	File Terunduh	Valid

6	PWA	Akses saat offline	Halaman dimuat	Valid
---	-----	--------------------	----------------	-------

Catatan: Seluruh 50 skenario pengujian telah didokumentasikan secara lengkap dalam laporan pengujian sistem.

Pengujian validasi media melibatkan tiga ahli di bidang teknologi informasi yang mengevaluasi 15 indikator kualitas antarmuka dan teknis. Hasil akumulasi skor penilaian dari ketiga validator mencapai angka 193 dari nilai maksimum 225, sehingga diperoleh persentase kelayakan sebesar 85,78%. Angka ini menempatkan aplikasi pada kualifikasi "Sangat Layak" untuk diimplementasikan dalam lingkungan kerja operasional.

2. Pembahasan

Pembahasan berfokus pada efektivitas sistem dalam menyelesaikan masalah operasional di ULP Tabing. Pertama, implementasi *Smart Material Select* yang terhubung dengan basis data induk berisi 3.234 item material terbukti efektif dalam meminimalisir

kesalahan manusia (*human error*). Sebelumnya, frekuensi kesalahan ketik pada 18 digit nomor material mencapai 15% dari total transaksi bulanan; kini, dengan sistem terintegrasi, risiko tersebut dapat ditekan hingga ke angka 0% karena data telah terstandarisasi sejak awal input (Maulana, 2023).

Kedua, penggunaan arsitektur *Role-Based Access Control* (RBAC) dengan tiga peran (*Staff, Verifikator, Admin Gudang*) berhasil merestrukturisasi rantai birokrasi logistik. Seperti yang dinyatakan oleh Nasich et al. (2025), penerapan prinsip *least privilege* pada sistem informasi manajemen terbukti mampu menurunkan tingkat pelanggaran dan penyalahgunaan data secara drastis. Mekanisme *approval workflow* yang diterapkan juga secara otomatis menciptakan jejak audit (*audit trail*) yang jelas, sehingga setiap tindakan verifikasi terdokumentasi dengan kredibilitas tinggi bagi pihak manajemen (Yuricha & Phan, 2023).

Ketiga, transformasi dari penyimpanan lokal ke *NoSQL Cloud Firestore* telah memecahkan masalah keterlambatan pelaporan. Proses

rekonsiliasi data yang sebelumnya membutuhkan waktu 3 sampai 5 hari kerja, kini dapat diselesaikan secara instan melalui fitur ekspor laporan otomatis. Sejalan dengan temuan Setiaji (2020), integrasi basis data *cloud* yang mendukung sinkronisasi *real-time* sangat krusial dalam mempercepat alur koordinasi data logistik pada lingkungan perusahaan yang memiliki kompleksitas tinggi.

Terakhir, fitur PWA memberikan fleksibilitas operasional bagi petugas gudang lapangan. Dengan adanya *Service Worker* untuk *caching* data, keterbatasan koneksi internet di lokasi penyimpanan tidak lagi menjadi penghambat produktivitas. Kombinasi antara arsitektur *frontend* berbasis komponen yang interaktif dan *backend* yang andal membuktikan bahwa sistem ini tidak hanya memenuhi standar kelayakan secara teknis, tetapi juga memberikan solusi nyata dalam mewujudkan transparansi data stok material di PLN ULP Tabing (Narwastu et al., 2021).

Meskipun sistem PLN Smart Warehouse telah terbukti mampu memangkas waktu rekonsiliasi data secara instan dan menekan *human*

error hingga 0%, sistem ini masih memiliki ruang pengembangan yang luas untuk mendukung skala organisasi PLN yang lebih besar. Pengujian performa jangka panjang diperlukan untuk memantau stabilitas arsitektur serverless Firebase saat menangani volume data yang melonjak. Lebih lanjut, efisiensi penanganan material di lapangan dapat dioptimalkan secara proaktif melalui implementasi fitur analitik berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) untuk memprediksi kebutuhan stok material secara akurat. Integrasi fitur *barcode* atau *QR code scanning* berbasis kamera *smartphone* juga menjadi prioritas pengembangan berikutnya agar petugas gudang dapat melakukan inventarisasi fisik secara lebih cepat dan dinamis.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *PLN Smart Warehouse* berbasis *Progressive Web App* (PWA) telah berhasil mengatasi permasalahan inefisiensi pengelolaan logistik balik (*reverse logistics*) pada PT PLN

(Persero) ULP Tabing. Digitalisasi proses yang sebelumnya bersifat manual menjadi sistem informasi berbasis awan mampu meningkatkan akurasi data secara signifikan, dengan menekan tingkat kesalahan input (*human error*) hingga mencapai angka 0% melalui standardisasi data master.

Pengujian fungsionalitas sistem melalui *Black-Box Testing* menunjukkan tingkat validitas 100%, yang didukung oleh hasil validasi ahli media dengan persentase kelayakan sebesar 85,78% dalam kualifikasi "Sangat Layak". Selain itu, penerapan arsitektur *Role-Based Access Control* (RBAC) dan integrasi basis data *NoSQL Cloud Firestore* terbukti efektif dalam merestrukturisasi birokrasi pelaporan, memangkas durasi rekonsiliasi data dari 3–5 hari kerja menjadi hitungan detik melalui fitur ekspor laporan otomatis. Secara keseluruhan, sistem ini tidak hanya memenuhi standar kelayakan teknis, tetapi juga memberikan solusi strategis dalam mewujudkan transparansi data stok material dan efisiensi operasional bagi PT PLN (Persero) ULP Tabing.

Sebagai langkah pengembangan selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian performa sistem dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk memastikan stabilitas dan keandalan sistem secara berkelanjutan. Pengembangan naskah teknologi sistem ini dapat ditingkatkan melalui penambahan fitur analitik dan prediksi kebutuhan stok berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), serta perluasan implementasi ke berbagai unit PLN lainnya. Terakhir, sistem perlu diintegrasikan dengan modul *barcode* atau *QR code scanning* berbasis kamera perangkat *mobile* guna mempercepat proses inventarisasi fisik di lapangan secara *real-time*, akurat, dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, N. V., & Kumbara, V. B. (2026). *SISTEM INFORMASI MANAJEMEN DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL*. 5(1).
- Fahrezi, A., Salam, F. N., Ibrahim, G. M., Rahman, R., & Saifudin, A. (2022). *Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia*. 1(1).

- Fathoni, M. & Kustiyono. (2025). Pengembangan Sistem Informasi Persediaan Barang Menggunakan Model Waterfall untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Stok. *Jurnal Algoritma*, 22(2). <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.2533>
- Huda, N., & Amalia, R. (2020). Implementasi Sistem Informasi Inventaris Barang pada PT.PLN (Persero) Palembang. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, 9(1), 13–19. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v9i1.674>
- Husna, R., Nuryasin, I., & Wiyono, B. S. (2024). Implementasi Sistem Layanan Masyarakat Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall. *Jurnal Repositor*, 4(3). <https://doi.org/10.22219/repositor.v4i3.31095>
- Maulana, N. (2022). Rancangan Sistem Informasi Persediaan Barang Berbasis Web pada Perusahaan Perdagangan. *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 11(1), 189. <https://doi.org/10.35889/jutisi.v11i1.816>
- Narwastu, T., Hanggara, B. T., & Putra, W. H. N. (2021). Pengembangan Sistem Informasi Penjualan Motor berbasis Web menggunakan Teknologi Firebase (Studi Kasus: Dealer Motor “Suzuki Katang”). 4775–4782.
- Setiaji, A. (2020). RANCANG BANGUN APLIKASI PEMESANAN DESAIN JERSEY BERBASIS ANDROID DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI FIREBASE (Studi Kasus: Konfeksi Menteri). *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, 2(2). <https://doi.org/10.31326/sistek.v2i2.664>
- Suswara, M., & Kurniawan, I. (2022). Perancangan Sistem Pengelolaan Inventaris Barang Sarana dan Prasarana di SMKN 7 Bekasi. *Jurnal Riset dan Aplikasi Mahasiswa Informatika (JRAMI)*, 3(01). <https://doi.org/10.30998/jrami.v3i01.2383>
- Wau, K. (2022). Pengembangan Sistem Informasi Persediaan Gudang Berbasis Website Dengan Metode Waterfall. *Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, 1(1), 10–23. <https://doi.org/10.56248/maros tek.v1i1.8>
- Wijaya, F. W., & Lomban, D. (2022). SISTEM INFORMASI INVENTORY BARANG MENGGUNAKAN METODE WATERFALL. 4(3).
- Yuricha, Y., & Phan, I. K. (2023). Penerapan Role Based Access Control dalam Sistem Supply Chain Management Berbasis Cloud: The Implementation of Role Based Access Control in a Cloud-Based Supply Chain

Management System.
*MALCOM: Indonesian Journal
of Machine Learning and
Computer Science*, 3(2), 339–
348.
<https://doi.org/10.57152/malcom.v3i2.1259>

Zen, M., Irwan, Hafni, & Ananda, M. D. P. (2024). Implementasi dan Pengujian Menggunakan Metode BlackBox Testing Pada Sistem Informasi Tracer Study. *Bulletin of Computer Science Research*, 4(4), 327–340.
<https://doi.org/10.47065/bulletincsr.v4i4.359>