



Implementasi Sistem Warehouse Management Berbasis Web dengan Alokasi FIFO untuk Industri Roasting Kopi

Arya Fadhil Sagitarisandy^{1*}, Irfan Nur Kholik², Muhammad Fazrian³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ^{1*}sagitarisandyarya@gmail.com, ²irfannurkholik8@gmail.com, ³mfazrian83@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak—PT. Boncafe Indonesia bergerak pada produksi dan distribusi kopi sangrai (roasted coffee) yang hingga kini masih mengandalkan pencatatan manual untuk aktivitas gudang dan produksi. Kondisi ini memunculkan sejumlah kendala: data persediaan yang tidak akurat, sulitnya menelusuri asal lot bahan baku pada setiap proses sangrai, dan minimnya keterbukaan informasi jadwal produksi bagi para pemangku kepentingan. Studi ini menyusun dan mengimplementasikan aplikasi Warehouse Management System (WMS) berbasis web yang menyatukan penerimaan bahan baku, penjadwalan serta pelaksanaan sangrai, verifikasi batch persediaan, pengeluaran barang, dan opname stok dalam satu platform terintegrasi. Pembangunan sistem mengacu pada kerangka kerja Rapid Application Development (RAD) melalui tiga fase: perencanaan kebutuhan, lokakarya perancangan, dan implementasi. Secara arsitektural, sistem dibangun dengan pola client-server memakai backend berbasis Go (Gin dan GORM), penyimpanan data MySQL, serta antarmuka Angular 18 berbasis signals. Kontribusi utama riset ini adalah algoritma penjadwalan First-In-First-Out (FIFO) yang bekerja pada level lot bahan baku guna memastikan ketertelusuran asal bahan pada setiap batch sangrai, dilengkapi mekanisme state machine untuk entitas BPB, batch, dan stock batch yang seluruhnya dibungkus transaksi basis data atomik. Uji fungsional terhadap 38 skenario mencatat tingkat lolos 100% pada modul-modul inti, sedangkan uji non-fungsional memperlihatkan waktu tanggap API rata-rata di bawah 300 milidetik untuk transaksi utama. Sistem ini terbukti mampu meningkatkan akurasi persediaan, mempercepat proses kerja gudang, serta membuka jejak audit yang dapat ditelusuri secara penuh.

Kata Kunci: *sistem manajemen gudang; rapid application development; FIFO; sangrai kopi; ketertelusuran*

Abstract—PT. Boncafe Indonesia operates in the production and distribution of roasted coffee, and its warehouse and production activities are still largely recorded manually. This practice results in several recurring problems, including inaccurate inventory figures, difficulty tracing which raw-material lot was used in a given roasting batch, and limited visibility of the production schedule for relevant stakeholders. This study develops and implements a web-based Warehouse Management System (WMS) that brings together raw-material receiving, roasting scheduling and execution, stock-batch verification, goods issuance, and stock-taking within a single integrated platform. The system was built following the Rapid Application Development (RAD) framework across three stages: requirements planning, design workshop, and implementation. Architecturally, the platform adopts a client-server pattern with a Go-based backend (Gin and GORM), a MySQL data store, and an Angular 18 signal-based interface. The principal contribution is a First-In-First-Out (FIFO) allocation algorithm operating at the raw-material-lot level to guarantee traceability for every roasting batch, supported by a state-machine mechanism governing the goods-receipt, batch, and stock-batch entities, all wrapped in atomic database transactions. Functional testing across 38 scenarios recorded a 100% pass rate on the core modules, while non-functional testing showed an average API response time below 300 milliseconds for the main transactions. The system improves inventory accuracy, speeds up warehouse workflows, and provides a fully traceable audit trail.

Keywords: *warehouse management system; rapid application development; FIFO; coffee roasting; traceability*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir kopi terbesar di dunia, dengan volume produksi mencapai sekitar 700 ribu ton per tahun berdasarkan data International Coffee Organization (ICO) (2023). Di pasar domestik, tren specialty coffee dan meningkatnya gaya hidup kedai kopi mendorong pertumbuhan permintaan kopi sangrai (roasted coffee) secara signifikan dari tahun ke tahun. Kondisi ini mewajibkan pelaku usaha roasting untuk memiliki sistem pengelolaan gudang yang akurat, terukur, dan mampu memberikan ketertelusuran menyeluruh terhadap pergerakan bahan baku dari penerimaan hingga produk jadi.



Pada banyak perusahaan kopi sangrai skala menengah, pencatatan stok masih dilakukan secara manual melalui buku catatan dan spreadsheet. Cara kerja seperti ini menimbulkan setidaknya tiga persoalan kritis: (1) inventory inaccuracy, yakni selisih antara stok fisik dan catatan sistem yang sulit dideteksi secara real-time; (2) ketiadaan ketertelusuran lot bahan baku, sehingga tidak dapat dipastikan lot mana yang masuk ke setiap batch sangrai; dan (3) informasi jadwal produksi yang tidak tersedia secara terpusat, mengakibatkan koordinasi antara Admin Gudang dan Roaster menjadi tidak efisien dan berpotensi menimbulkan idle time mesin roaster.

PT. Boncafe Indonesia, sebagai salah satu pelaku industri kopi sangrai nasional, menghadapi persoalan-persoalan tersebut secara nyata. Seluruh alur pergudangan dari penerimaan bahan baku, pelaksanaan sangrai, hingga pengeluaran produk jadi masih bertumpu pada kertas dan spreadsheet. Kondisi ini mempersulit koordinasi, memperlambat proses audit internal, dan meningkatkan risiko kesalahan pencatatan yang berujung pada pengambilan keputusan yang tidak akurat.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menyentuh topik yang berdekatan. Rachmawati dan Handayani (2024) menunjukkan bahwa implementasi WMS mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus akurasi persediaan pada gudang consumer goods. Tanuwijaya dkk. (2025) membuktikan bahwa metode RAD mempercepat siklus pengembangan sistem informasi melalui iterasi prototipe. Subagja dkk. (2025) mengkaji penerapan FIFO pada manajemen persediaan gudang terkomputerisasi guna mengoptimalkan perputaran stok. Pratama dan Suryana (2020) membangun WMS berbasis web untuk distributor barang konsumsi yang berfokus pada modul penerimaan dan pengeluaran barang tanpa menyentuh sisi produksi. Hidayat dan Yulianti (2021) menerapkan RAD pada sistem inventaris UMKM dan mencatat pengurangan waktu pengembangan hingga 30%. Kurniawan (2022) mengkaji implementasi FIFO pada sistem apotek berbasis basis data relasional, namun belum mengintegrasikannya dengan modul produksi. Prasetya dan Ardiansyah (2024) mengembangkan sistem informasi kontrol stok berbasis web menggunakan metode RAD yang menjadi acuan pendekatan pengembangan dalam penelitian ini. Frasetya dkk. (2025) juga membuktikan efektivitas sistem berbasis web dalam mengelola penjadwalan dan pengajuan operasional pada lingkungan bisnis nyata, yang memperkuat relevansi pendekatan berbasis web pada riset ini.

Analisis terhadap penelitian-penelitian tersebut mengungkap celah yang belum terisi: belum ada sistem tunggal yang memadukan pengelolaan gudang end-to-end, kebijakan alokasi FIFO berbasis lot bahan baku, dan modul produksi sangrai secara terintegrasi. Celah inilah yang menjadi motivasi dan fokus riset ini.

Kontribusi yang ditawarkan penelitian ini meliputi: (i) rancangan dan implementasi modul WMS end-to-end yang disesuaikan untuk industri kopi sangrai; (ii) algoritma alokasi First-In-First-Out (FIFO) berbasis lot bahan baku untuk menjaga ketertelusuran setiap batch produksi; (iii) pola transaksi atomik lintas tabel untuk operasi kritis (BPB, eksekusi batch, konfirmasi stock batch, goods issue); serta (iv) ledger stock movement dan raw material record sebagai landasan audit yang lengkap dan dapat ditelusuri.

2. METODE

Riset dilaksanakan dalam kurun satu bulan kalender di divisi Warehouse & Delivery PT. Boncafe Indonesia. Pembangunan sistem mengikuti tiga fase RAD berikut.

2.1 Requirements Planning

Fase ini berlangsung selama lima hari kerja dan diisi dengan observasi langsung ke seluruh alur operasional gudang, meliputi penerimaan bahan baku, pencatatan log sangrai, pengelolaan persediaan, dan distribusi barang keluar. Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan tiga pemangku kepentingan utama: Admin Gudang, Roaster, dan Manajer Operasional.

Hasil observasi dan wawancara dituangkan ke dalam dokumen Software Requirements Specification (SRS) yang memuat: (a) peta peran dan hak akses tiga aktor (Super Admin, Admin Gudang, Roaster); (b) 23 use case yang dipetakan ke tujuh modul utama; dan (c) activity diagram untuk tujuh alur proses inti termasuk alur penerimaan BPB, eksekusi batch sangrai, konfirmasi stock batch, dan pengeluaran barang. Kebutuhan non-fungsional yang ditetapkan mencakup waktu respons API di bawah 500 milidetik untuk operasi transaksional dan di bawah 200 milidetik untuk operasi baca.



2.2 Design Workshop

Fase ini menghasilkan empat artefak perancangan utama. Pertama, Entity Relationship Diagram (ERD) dengan 18 tabel inti yang menggambarkan relasi antar entitas secara lengkap. Kedua, flowchart sistem untuk setiap alur proses yang diidentifikasi pada fase sebelumnya. Ketiga, sequence diagram yang menggambarkan interaksi antara frontend, backend, dan basis data pada masing-masing use case. Keempat, wireframe dan mockup antarmuka yang disusun mengikuti design system Boncafe dengan warna dasar oranye (#F97316) dan komponen berbasis PrimeNG 17.

2.3 Implementation

Pengembangan mengikuti pola handler-service-repository di sisi backend: lapisan handler menerima permintaan HTTP dan memvalidasi input; lapisan service mengandung logika bisnis termasuk algoritma FIFO dan state machine; lapisan repository menangani interaksi dengan basis data melalui GORM. Aplikasi frontend dirilis sebagai Progressive Web App (PWA) sehingga dapat diakses dari perangkat mobile dengan dukungan offline-first caching untuk operasi baca. Verifikasi sistem meliputi pengujian fungsional black-box pada tiap modul dan pengujian non-fungsional (load testing) menggunakan k6.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Sistem

Sistem mengikuti pola tiga tingkat (three-tier): lapisan presentasi (Angular 18 SPA + PWA), lapisan logika (Go + Gin REST API), dan lapisan persistensi (MySQL 8). Pertukaran data antar lapisan berlangsung lewat HTTP/JSON dengan otentikasi JSON Web Token (JWT) yang diperiksa pada setiap permintaan ke endpoint yang dilindungi. Alur permintaan tipikal adalah: (1) pengguna berinteraksi dengan antarmuka Angular; (2) Angular memanggil REST API Go dengan JWT di header; (3) middleware JWT memvalidasi token; (4) handler meneruskan ke service; (5) service mengeksekusi logika bisnis; (6) repository berinteraksi dengan MySQL melalui GORM; (7) respons JSON dikembalikan ke frontend.

Pada sisi frontend, manajemen state menggunakan Angular Signals yang bersifat reaktif dan granular terhadap perubahan pada service The Angular Team (2024). Mekanisme ini mengurangi siklus deteksi perubahan yang tidak perlu dibandingkan pendekatan zone.js konvensional, menghasilkan antarmuka yang lebih responsif. Tabel 1 merangkum pembagian lapisan arsitektur sistem.

Tabel 1. Pembagian lapisan arsitektur sistem WMS Boncafe

Lapisan	Teknologi	Peran Utama
Presentasi	Angular 18 + Signals (PWA)	Antarmuka role-based dashboard tiga aktor
Logika	Go + Gin + GORM	REST API, validasi, orkestrasi transaksi
Persistensi	MySQL 8 (18 tabel inti)	Penyimpanan data transaksional dan ledger

3.2 Perancangan Basis Data

Skema basis data terdiri atas 18 tabel inti yang dikelompokkan ke dalam empat domain: (a) domain master (tenants, users, raw_materials, roasting_products); (b) domain penerimaan (goods_receipts, goods_receipt_items, raw_material_lots, raw_material_records); (c) domain produksi (roasting_schedules, roasting_batches, roasting_material_usages, stock_batches); dan (d) domain distribusi dan audit (goods_issues, goods_issue_items, stock_movements, stock_opnames, stock_opname_items, notifications).

Tiga relasi kunci yang menopang ketertelusuran FIFO adalah: (1) raw_material_lots.goods_receipt_id menghubungkan lot ke dokumen BPB asalnya; (2) roasting_material_usages.lot_id mencatat lot mana yang dikonsumsi oleh suatu batch sangrai; dan (3) stock_batches.roasting_batch_id menghubungkan produk jadi ke batch sangrai yang



menghasilkannya. Dengan rantai relasi ini, setiap unit produk jadi dapat ditelusuri mundur hingga ke BPB dan lot bahan baku asalnya. Tabel 2 merangkum tabel-tabel kunci beserta fungsinya.

Tabel 2. Tabel kunci dan fungsinya dalam skema basis data

Nama Tabel	Fungsi
goods_receipts	Header dokumen BPB
raw_material_lots	Lot bahan baku per item BPB
roasting_batches	Sesi eksekusi sangrai
roasting_material_usages	Konsumsi lot per batch (rekam jejak FIFO)
stock_batches	Produk jadi per batch sangrai
goods_issues	Dokumen pengeluaran barang
stock_movements	Ledger pergerakan stok produk jadi
raw_material_records	Ledger pergerakan bahan baku (termasuk CONSUME)

3.3 Diagram Use Case

Sistem melibatkan tiga aktor dengan 23 use case yang terbagi ke dalam tujuh modul. Super Admin mengelola data tenant dan konfigurasi multi-tenant melalui tujuh use case. Admin Gudang mengoperasikan seluruh aktivitas gudang melalui sepuluh use case, mencakup pembuatan dan verifikasi BPB, pengelolaan master bahan baku dan produk, penjadwalan sangrai, konfirmasi stock batch, pengeluaran barang, dan pelaksanaan stock opname. Roaster memiliki enam use case yang berfokus pada pelaksanaan sangrai: melihat jadwal, memulai eksekusi batch, mencatat pemakaian bahan, dan menandai batch sebagai selesai. Tabel 3 menyajikan daftar use case per modul dan aktor

Tabel 3. Daftar use case per modul dan aktor

Modul	Aktor	Use Case Utama
Manajemen Tenant	Super Admin	Tambah/ubah/hapus tenant dan user
BPB	Admin Gudang	Buat, verifikasi, posting BPB
Bahan Baku	Admin, Roaster	CRUD bahan baku, lihat lot dan stok
Penjadwalan	Admin Gudang	Buat jadwal, kelola resep sangrai
Eksekusi Sangrai	Roaster	Mulai batch, catat bahan, selesai
Barang Keluar	Admin Gudang	Buat dan konfirmasi goods issue
Stock Opname	Admin Gudang	Inisiasi, input opname, setuju

3.4 Algoritma Alokasi FIFO

Salah satu sumbangan utama riset ini adalah algoritma penjatahan FIFO bahan baku yang berjalan saat eksekusi batch sangrai dimulai. Berbeda dengan implementasi FIFO pada level produk jadi seperti pada penelitian Kurniawan (2022), algoritma ini bekerja pada level lot bahan baku sehingga ketertelusuran asal bahan dapat dijamin hingga ke dokumen BPB.

Algoritma mengambil kumpulan lot bahan baku yang tersisa ($qty_remaining > 0$), mengurutkannya berdasarkan received_date ASC lalu id ASC sebagai tiebreaker, kemudian mengalokasikannya secara berurutan hingga kuantitas yang dibutuhkan terpenuhi. Apabila total stok tidak mencukupi, sistem mengembalikan galat sebelum transaksi dibuka sehingga tidak ada perubahan parsial yang tersimpan. Pseudocode algoritma disajikan pada Algoritma 1 berikut.

```
Algoritma 1: AlokasiFIFO(idBahanBaku, qtyDibutuhkan)
Input : id bahan baku, kuantitas yang dibutuhkan
Output : daftar (idLot, qtyAlokasi); galat jika stok tidak cukup
1 lot <- SELECT * FROM raw_material_lots
  WHERE raw_material_id = idBahanBaku
  AND qty_remaining > 0
  ORDER BY received_date ASC, id ASC
2 sisa <- qtyDibutuhkan
3 alok <- []
4 untuk setiap lot pada daftar lot:
5   jika sisa <= 0: berhenti
```



```
6  ambil <- min(lot.qty_remaining, sisa)
7  alok.tambah((lot.id, ambil))
8  sisa <- sisa - ambil
9  jika sisa > 0:
10  kembalikan GALAT("stok tidak mencukupi")
11 kembalikan alok
```

Setelah daftar alokasi didapat, sistem membuka satu transaksi basis data dan mengeksekusi tiga operasi atomik untuk tiap lot yang dialokasikan: (i) menambahkan baris ke `roasting_material_usages` dengan referensi `lot_id` demi menjaga ketertelusuran; (ii) memperbarui nilai `qty_remaining` pada `raw_material_lots` sesuai jumlah yang diambil; dan (iii) mencatat baris baru pada `raw_material_records` dengan action = 'CONSUME' sebagai jejak ledger. Sebagai penutup, kolom `current_stock` pada `raw_materials` diperbarui agar nilai agregat tetap konsisten.

Contoh trace alokasi: Misalkan batch sangrai membutuhkan 50 kg biji arabika. Terdapat tiga lot tersedia: L001 (diterima 1 Jan, sisa 30 kg), L002 (diterima 5 Jan, sisa 25 kg), L003 (diterima 10 Jan, sisa 40 kg). Algoritma mengalokasikan 30 kg dari L001 (habis), kemudian 20 kg dari L002 (sisa menjadi 5 kg), lalu berhenti karena kebutuhan terpenuhi. Rekam jejak ini tersimpan di `roasting_material_usages` sebagai dua baris dengan referensi batch yang sama, membentuk basis audit dari bahan baku ke produk jadi.

3.5 State Machine Entitas

Siklus hidup tiga entitas utama dikelola lewat mekanisme state machine yang dijaga di sisi backend. Setiap permintaan transisi status yang tidak valid ditolak dengan kode HTTP 422 (Unprocessable Entity) beserta pesan galat yang informatif, sehingga antarmuka maupun klien API eksternal tidak dapat memaksa transisi yang ilegal. Pola ini memastikan konsistensi data meskipun ada permintaan yang datang secara konkuren. Tabel 4 merangkum transisi status yang diizinkan.

Tabel 4. Transisi status entitas utama

Entitas	Status Awal	Status Berikutnya	Aksi Pemicu
Goods Receipt (BPB)	DRAFT	VERIFIED	Admin verifikasi BPB
Goods Receipt (BPB)	VERIFIED	POSTED	Posting ke lot & stok
Roasting Batch	SCHEDULED	IN_PROGRESS	Roaster mulai sangrai
Roasting Batch	IN_PROGRESS	COMPLETED	Roaster tandai selesai
Stock Batch	AVAILABLE	SOLD_OUT	<code>qty_available = 0</code>
Stock Opname	PENDING	COMPLETED	Persetujuan admin

3.6 Implementasi Antarmuka

Antarmuka disusun dengan pendekatan role-based dashboard, di mana tiap peran memperoleh ringkasan informasi yang relevan dengan tanggung jawabnya lengkap dengan indikator kinerja utama (KPI). Dashboard Admin Gudang menampilkan jumlah BPB menunggu verifikasi, jumlah batch sedang berjalan, dan status stok kritis secara real-time menggunakan polling Angular berbasis interval.

Modul BPB menyediakan dua halaman: (a) halaman daftar dengan fitur pencarian, filter status, dan paginasi; serta (b) halaman formulir dengan dynamic line items yang memungkinkan penambahan baris bahan baku secara interaktif. Konfirmasi posting BPB menampilkan pratinjau lot yang akan dibuat sebelum pengguna menyetujuinya.

Modul Eksekusi Roasting, yang menjadi antarmuka utama Roaster, menyediakan tampilan jadwal harian dengan indikator status batch berwarna (color-coded), formulir eksekusi yang menampilkan rekap bahan baku yang akan dikonsumsi oleh algoritma FIFO sebelum batch dimulai, dan halaman log eksekusi yang dapat difilter berdasarkan tanggal dan status. Penerapan PWA memungkinkan Roaster mengakses jadwal dan log bahkan ketika koneksi jaringan terbatas, karena data baca di-cache oleh service worker Angular. Tabel 5 merangkum modul beserta jumlah halaman frontend.



Tabel 5. Ringkasan modul dan jumlah halaman frontend

Modul	Aktor	Halaman
Manajemen Tenant	Super Admin	7
BPB & Barang Masuk	Admin Gudang	2
Barang Keluar	Admin Gudang	2
Raw Material	Admin, Sales, Roaster	4
Stock Barang Jadi	Admin, Sales	3
Master Roasting	Admin, Roaster	4
Eksekusi Roasting & Log	Roaster	4
Stock Opname & Movement	Admin Gudang	2
Public View	Publik	2
Total		30

3.7 Keamanan dan Otorisasi

Sistem mengimplementasikan lapisan keamanan berlapis untuk melindungi data operasional yang sensitif. Pertama, otentikasi berbasis JSON Web Token (JWT) dengan masa berlaku 24 jam memastikan setiap permintaan API terverifikasi identitas penggunanya tanpa perlu sesi server-side yang mahal. Token memuat klaim `user_id`, `tenant_id`, dan `role`, yang memungkinkan middleware melakukan pemeriksaan otorisasi berbasis peran (Role-Based Access Control, RBAC) tanpa kueri basis data tambahan pada setiap permintaan.

Kedua, isolasi data multi-tenant diimplementasikan melalui kolom `tenant_id` pada seluruh tabel transaksional. Setiap kueri di lapisan repository secara otomatis menyertakan kondisi `WHERE tenant_id = ?` yang nilai-nya diambil dari klaim JWT, sehingga pengguna dari satu tenant tidak dapat mengakses data tenant lain meskipun mengetahui ID rekaman dari tenant tersebut. Ketiga, validasi input dilakukan di lapisan handler menggunakan struct binding Gin dengan tag `validate`, menolak permintaan dengan payload tidak lengkap atau bertipe salah sebelum mencapai lapisan service. Tabel 6 merangkum mekanisme keamanan yang diterapkan.

Tabel 6. Mekanisme keamanan sistem

Mekanisme	Implementasi	Tujuan
Autentikasi	JWT HS256, TTL 24 jam	Verifikasi identitas pengguna
Otorisasi RBAC	Klaim role dalam JWT	Pembatasan akses per fitur
Isolasi Tenant	<code>tenant_id</code> di semua kueri	Pemisahan data antar perusahaan
Validasi Input	Gin binding + <code>validate</code> tag	Mencegah data tidak valid masuk
HTTPS	TLS pada lapisan reverse proxy	Enkripsi data in-transit

3.8 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional menggunakan teknik black-box testing dengan 38 skenario yang dirancang menggunakan teknik equivalence partitioning dan boundary value analysis. Setiap modul diuji pada dua jalur: jalur sukses (happy path) dan jalur alternatif termasuk kasus negatif seperti input tidak valid, stok tidak mencukupi, dan transisi status yang ilegal.

Contoh skenario kritis yang diuji: (a) TC-FIFO-01: eksekusi batch dengan tiga lot tersedia menghasilkan konsumsi dari lot tertua terlebih dahulu; (b) TC-FIFO-02: eksekusi batch dengan stok total tidak mencukupi mengembalikan galat dan tidak mengubah stok apapun; (c) TC-SM-01: mencoba mengubah status batch dari SCHEDULED langsung ke COMPLETED ditolak dengan HTTP 422. Keseluruhan 38 skenario pada modul inti mencatat tingkat keberhasilan 100%. Tabel 6 merangkum hasil per modul.

Tabel 7. Ringkasan hasil pengujian fungsional

Modul	Skenario	Berhasil	Gagal
Autentikasi & Otorisasi	6	6	0
BPB / Goods Receipt	7	7	0
Jadwal & Eksekusi Roasting	9	9	0
Konfirmasi Stock Batch	4	4	0



Goods Issue	5	5	0
Stock Opname & Movement	4	4	0
Notifikasi	3	3	0
Total	38	38	0

Tabel 8. Contoh skenario pengujian fungsional kritis

Kode TC	Skenario	Input	Ekspektasi	Hasil
TC-BPB-01	Buat BPB valid	Data BPB lengkap	Status 201, BPB terbuat	PASS
TC-BPB-07	Posting BPB buat lot	BPB VERIFIED	Lot baru muncul di stok	PASS
TC-FIFO-01	FIFO 3 lot, cukup stok	Butuh 50kg, ada 3 lot	Lot tertua diambil duluan	PASS
TC-FIFO-02	Stok tidak cukup	Butuh 100kg, ada 30kg	Error, stok tidak berubah	PASS
TC-SM-01	Transisi ilegal batch	SCHEDULED→COMPLETED	HTTP 422, ditolak	PASS
TC-ISSUE-03	GI melebihi stok tersedia	Qty > stock_batch qty	Error, stok tidak berubah	PASS

3.9 Pengujian Non-Fungsional

Pengujian beban dilaksanakan menggunakan k6 dengan konfigurasi: 50 virtual users (VU), durasi dua menit dengan ramp-up 15 detik dan ramp-down 15 detik, pada lima endpoint kritikal. Metrik utama yang diukur meliputi rata-rata waktu respons (Avg), persentil ke-95 (p95), dan persentase galat (error rate).

Hasil pengujian memperlihatkan rata-rata waktu respons di bawah 300 milidetik untuk operasi transaksional (BPB, eksekusi batch, goods issue) dan di bawah 120 milidetik untuk operasi baca (daftar stok, ledger). Persentil ke-95 tertinggi tercatat pada eksekusi batch sangrai (542 ms) karena melibatkan transaksi lintas enam tabel dengan iterasi alokasi FIFO. Tidak ada satu pun galat yang tercatat di seluruh pengujian, mengkonfirmasi ketahanan mekanisme transaksi atomik terhadap permintaan konkuren. Tabel 7 merangkum hasil pengujian beban.

Tabel 9. Ringkasan pengujian beban (50 VU, 120 detik)

Endpoint	Avg (ms)	p95 (ms)	Error (%)
GET /raw-materials	87	148	0
POST /goods-receipts	241	389	0
POST /roasting-batches/execute	298	542	0
POST /goods-issues	233	411	0
GET /stock-movements	112	198	0

3.10 Diskusi

Ketertelusuran lot berbasis FIFO. Penerapan algoritma FIFO berbasis lot berhasil menjawab kebutuhan ketertelusuran yang sebelumnya tidak dimiliki PT. Boncafe. Berbeda dengan penelitian Pratama & Suryana (2020) yang hanya menyediakan modul penerimaan dan pengeluaran tanpa integrasi produksi, dan penelitian Kurniawan (2022) yang menerapkan FIFO pada level produk jadi, sistem ini menjamin ketertelusuran hingga ke lot bahan baku spesifik. Setiap stock batch dapat ditelusuri kembali ke kombinasi lot bahan baku asalnya melalui tabel `roasting_material_usages`, membentuk rantai audit dari biji hijau (green bean) hingga produk siap edar. Kemampuan ini bernilai strategis untuk kebutuhan jaminan mutu, investigasi keluhan pelanggan, maupun pemenuhan standar keamanan pangan yang mensyaratkan ketertelusuran bahan baku secara penuh.

Integritas data melalui transaksi atomik. Pemakaian transaksi atomik pada operasi lintas tabel mencegah kondisi partial update yang kerap menjadi sumber ketidakkonsistenan pada sistem persediaan. Pola transaksi yang konsisten, yaitu membuka transaksi, menjalankan seluruh perubahan, lalu commit atau rollback bila gagal, diterapkan pada empat operasi krusial: BPB,



eksekusi batch, konfirmasi stock batch, dan goods issue. Pendekatan ini memanfaatkan jaminan ACID InnoDB MySQL Oracle Corporation (2024).

Performa dan ruang optimasi. Nilai p95 sebesar 542 milidetik pada eksekusi batch masih berada dalam batas wajar mengingat sifat operasi ini non-interaktif. Pola kueri FIFO saat ini mengeksekusi satu UPDATE per lot yang dialokasikan (N-query pattern). Optimasi ke depan dapat dilakukan melalui: (1) penambahan covering index pada kolom (raw_material_id, received_date, qty_remaining) di tabel raw_material_lots; dan (2) pre-loading lot aktif pada lapisan cache in-memory (misalnya Redis) untuk kasus dengan jumlah lot yang sangat besar.

Perbandingan dengan penelitian terdahulu. Dibandingkan dengan sistem sejenis, sistem yang diusulkan memiliki keunggulan pada integrasi modul produksi sangrai yang belum ditemukan pada penelitian Rachmawati & Handayani (2024), Pratama & Suryana (2020), maupun Prasetya & Ardiansyah (2024). Implementasi FIFO berbasis lot yang didukung transaksi atomik juga belum dijumpai pada penelitian Subagja dkk. (2025) dan Kurniawan (2022) yang masing-masing menerapkan FIFO tanpa atomisitas penuh. Penelitian Frasetya dkk. (2025) membuktikan efektivitas sistem berbasis web dalam mengelola penjadwalan operasional, memperkuat validitas pendekatan berbasis web yang diadopsi oleh sistem ini. Tabel 10 menyajikan perbandingan fitur secara komprehensif.

Tabel 10. Perbandingan fitur sistem dengan penelitian terdahulu

Penelitian	WMS End-to-End	Integ. Produksi	FIFO Berbasis Lot	Tx Atomik	Ketertelusuran
Rachmawati & Handayani (2024)	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Subagja dkk. (2025)	Tidak	Tidak	Ya	Tidak	Sebagian
Pratama & Suryana (2020)	Sebagian	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Kurniawan (2022)	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Prasetya & Ardiansyah (2024)	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Frasetya dkk. (2025)	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak
Sistem Usulan (Boncafe)	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

Berdasarkan perbandingan pada Tabel 10, sistem yang diusulkan merupakan satu-satunya yang memenuhi seluruh lima dimensi perbandingan secara bersamaan. Ketercapaian ini merupakan hasil dari pendekatan perancangan yang holistik, di mana kebutuhan ketertelusuran bahan baku dijadikan pusat rancangan sistem sejak awal, bukan sebagai fitur tambahan. Keterbatasan utama sistem saat ini adalah cakupan yang terbatas pada satu fasilitas produksi dan belum terintegrasi dengan sistem ERP atau akuntansi. Pengembangan ke depan yang paling mendesak adalah penambahan modul quality control dengan parameter cupping score, yang akan melengkapi jejak audit dari bahan baku hingga profil rasa produk jadi.

4. KESIMPULAN

Riset ini berhasil merancang sekaligus mengimplementasikan Sistem Informasi Warehouse Management berbasis web untuk PT. Boncafe Indonesia menggunakan metode Rapid Application Development dalam kurun waktu satu bulan kalender. Sistem yang dibangun memadukan enam modul inti — BPB, penjadwalan dan eksekusi sangrai, konfirmasi stock batch, goods issue, stock opname, serta ledger stock movement — dengan algoritma alokasi FIFO berbasis lot sebagai mekanisme penjamin ketertelusuran.

Tiga capaian utama dapat diidentifikasi. Pertama, tingkat keberhasilan 100% pada 38 skenario pengujian fungsional membuktikan bahwa seluruh logika bisnis inti telah



JRIIN : Jurnal Riset Informatika dan Inovasi
Volume 4, No. 6 Tahun 2026
ISSN 3025-0919 (media online)
Hal 1601-1609

diimplementasikan dengan benar. Kedua, hasil pengujian non-fungsional dengan p95 di bawah 600 milidetik untuk operasi transaksional dan nol galat pada skenario 50 pengguna konkuren mengkonfirmasi ketahanan sistem terhadap beban operasional nyata. Ketiga, mekanisme state machine dan transaksi atomik memastikan integritas data bahkan pada kondisi konkuren, mengeliminasi risiko partial update yang umum pada sistem persediaan manual. Secara praktis, sistem ini berkontribusi pada peningkatan akurasi data stok, percepatan alur kerja gudang, dan tersedianya landasan audit yang dapat ditelusuri secara menyeluruh dari bahan baku hingga produk jadi.

Pengembangan lanjutan yang disarankan mencakup: (i) modul quality control formal dengan parameter cupping score; (ii) prediksi reorder point berbasis rata-rata bergerak konsumsi bahan baku; (iii) integrasi dengan modul akuntansi untuk perhitungan cost of goods sold per batch; dan (iv) penerapan two-factor authentication bagi akses Super Admin dan Admin Gudang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. Boncafe Indonesia, khususnya divisi Warehouse & Delivery, atas kesempatan pelaksanaan penelitian serta keterbukaan dalam memberikan akses observasi dan wawancara selama proses pengembangan sistem.

REFERENCES

- Frasetya, M. A., Prinandio, G. D., Ramadhan, K., & Ardhiansyah, M. (2025). Implementasi sistem pengajuan dan penjadwalan mobil operasional berbasis web untuk SPPD pada PT. Setya Kuliner Mandiri. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 4(12), 954–964.
- Hidayat, R., & Yulianti, F. (2021). Implementasi metode rapid application development pada sistem inventaris UMKM. *Jurnal RESTI*, 5(4), 712–720.
- International Coffee Organization. (2023). *Coffee report and outlook*. <https://icocoffee.org>
- Kurniawan, N. (2022). Penerapan algoritma FIFO untuk manajemen persediaan obat pada apotek berbasis web. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(1), 33–42.
- Martin, J. (1991). *Rapid application development*. Macmillan Publishing.
- Oracle Corporation. (2024). *MySQL 8.0 reference manual: InnoDB and transactions*. <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/innodb-storage-engine.html>
- Prasetya, A., & Ardhiansyah, M. (2024). Sistem informasi kontrol stock barang berbasis web menggunakan metode RAD (Rapid Application Development) (Studi kasus: Toko Mutiara). *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 3(1), 180–189.
- Pratama, A., & Suryana, D. (2020). Perancangan sistem informasi warehouse management berbasis web pada PT. XYZ. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 10(2), 115–124.
- Rachmawati, P. I., & Handayani, W. (2024). The implementation of warehouse management system (WMS) at CV. Everfresh Kediri. *Indonesian Interdisciplinary Journal of Sharia Economics (IJJSE)*, 7(3), 6387–6406. <https://doi.org/10.31538/ijse.v7i3.5131>
- Richards, G. (2017). *Warehouse management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse* (3rd ed.). Kogan Page.
- Subagja, H., Rihanjaya, T., Afansyah, F. N., Rahman, A., & Prasetyo, Y. (2025). Application of the first-in first-out (FIFO) method of computerized inventory management in warehousing to optimize inventory turnover. *Inventa: Journal of Science, Technology, and Innovation*, 1(2), 157–169. <https://doi.org/10.65310/x8vyy927>
- Tanuwijaya, H., Tjandrarini, Koentjoro, E. Y., & Maharddhika, R. (2025). Implementasi metode rapid application development dalam pengembangan sistem informasi integrated-sales. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 6(3), 1602–1618. <https://doi.org/10.38035/jemsi.v6i3.4163>
- The Angular Team. (2024). *Angular signals*. <https://angular.dev/guide/signals>
- The Go Authors. (2024). *The Go programming language specification*. <https://go.dev/ref/spec>