

Implementasi Metode Moving Average untuk Prediksi Stok Bahan Baku pada Rumah Makan

Inandra Asha Fardhana*, Endah Sudarmilah

Teknik Informatika, Fakultas Komunikasi dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia

Email: ^{1,*}l200220045@student.ums.ac.id, ²es132@ums.ac.id

Email Penulis Korespondensi: l200220045@student.ums.ac.id

Submitted: 12/01/2026; Accepted: 20/01/2026; Published: 31/03/2026

Abstrak— UMKM kuliner seperti Rumah Makan Pak Pangat memegang peranan penting dalam ekonomi lokal, namun seringkali menghadapi tantangan dalam efisiensi operasional akibat proses bisnis yang masih manual. Proses manajemen inventori yang bergantung pada pencatatan fisik dan perencanaan pembelian berbasis intuisi menyebabkan berbagai kendala, seperti ketidakakuratan data stok, risiko pemborosan bahan baku (*food waste*) akibat *over-stocking*, dan hilangnya potensi pendapatan akibat *under-stocking*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi guna mendigitalisasi dan mengoptimalkan proses manajemen inventori tersebut. Sistem dikembangkan menggunakan metode *Waterfall* dengan mengimplementasikan fitur peramalan kebutuhan stok menggunakan algoritma *Single Moving Average* (SMA). Berdasarkan pengujian fungsionalitas menggunakan *Black Box Testing*, sistem terbukti berjalan valid sesuai spesifikasi. Evaluasi akurasi peramalan menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menghasilkan nilai rata-rata 37,78% yang dikategorikan sebagai Layak (*Reasonable*). Pengujian *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS) terhadap 46 responden menghasilkan skor 78, menempatkan sistem pada kategori *Acceptable* dengan predikat *Grade B*. Dengan demikian, sistem yang dihasilkan layak diimplementasikan untuk menyediakan rekomendasi pembelian harian secara otomatis dan meningkatkan efisiensi operasional.

Kata Kunci: Sistem Informasi; Manajemen Inventori; *Waterfall*; Peramalan; *Single Moving Average*.

Abstract— Culinary SMEs such as Rumah Makan Pak Pangat play an important role in the local economy, but often face challenges in operational efficiency due to manual business processes. Inventory management processes that rely on physical records and intuitive purchasing planning cause various obstacles, such as inaccurate stock data, the risk of raw material waste (*food waste*) due to *over-stocking*, and lost revenue potential due to *under-stocking*. This study aims to design and build an information system to digitize and optimize the inventory management process. The system was developed using the *Waterfall* method by implementing a stock demand forecasting feature using the *Single Moving Average* (SMA) algorithm. Based on functionality testing using *Black Box Testing*, the system was proven to run validly according to specifications. The accuracy evaluation using *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) resulted in an average value of 37.78%, which was categorized as *Reasonable*. Usability testing using the *System Usability Scale* (SUS) on 46 respondents resulted in a score of 78, placing the system in the *Acceptable* category with a *Grade B* rating. Thus, the resulting system is feasible to implement to provide automatic daily purchase recommendations and improve operational efficiency.

Keywords: Information System; Inventory Management; *Waterfall*; Forecasting; *Single Moving Average*.

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memegang peranan vital sebagai tulang punggung stabilitas ekonomi nasional. Sektor ini seringkali dihadapkan pada tantangan klasik berupa manajemen operasional yang masih dijalankan secara tradisional. Tuntutan adaptasi di era ekonomi digital yang berkembang pesat menjadikan kemampuan pengelolaan sumber daya internal sebagai faktor penentu keberlangsungan bisnis [1]. Hal ini sangat krusial bagi pelaku usaha sektor kuliner mengingat karakteristik bahan baku yang bersifat mudah rusak (*perishable*) dan memiliki masa simpan terbatas [2]. Realitas di lapangan memperlihatkan bahwa ketidakmampuan mengelola persediaan secara optimal menjadi penghambat utama bagi UMKM untuk melakukan eskalasi bisnis. Banyak pelaku usaha belum menyadari bahwa inefisiensi pengelolaan stok merupakan masalah strategis yang berdampak langsung pada profitabilitas dan kepuasan pelanggan [3]. Secara prinsip, manajemen inventori atau persediaan merupakan proses fundamental yang bertujuan untuk menyeimbangkan ketersediaan stok bahan baku dengan fluktuasi permintaan pelanggan guna meminimalkan biaya operasional [4].

Rumah Makan Pak Pangat menghadapi kendala operasional serius akibat ketiadaan sistem kontrol pada proses bisnis intinya. Entitas bisnis kuliner yang telah memiliki basis pelanggan mapan ini menjalankan operasional dapur tanpa disertai mekanisme pencatatan yang terstruktur. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa tim dapur sama sekali tidak melakukan pencatatan penggunaan bahan baku harian maupun rekapitulasi jumlah porsi penjualan secara terperinci. Ketidadaan data historis ini mengakibatkan seluruh aktivitas manajemen persediaan berjalan tanpa landasan kuantitatif. Keputusan pembelian bahan baku untuk operasional hari berikutnya diputuskan sepenuhnya berdasarkan intuisi, kebiasaan, dan ingatan sesaat staf dapur tanpa mengetahui pasti berapa banyak bahan yang sebenarnya terpakai atau tersisa.

Praktik operasional yang berjalan tanpa dokumentasi data ini memicu risiko kerugian yang signifikan. Ketidadaan informasi mengenai arus keluar-masuk barang membuat pemilik usaha tidak memiliki visibilitas terhadap aset yang dimiliki, sehingga celah pemborosan tidak dapat terdeteksi [5]. Pembelian yang didasarkan pada asumsi semata menyebabkan terjadinya dua kondisi ekstrem yang merugikan [6]. Kondisi penumpukan stok (*over-stocking*) sering terjadi akibat pembelian berlebih yang memicu pembusukan bahan baku (*food waste*).

Sebaliknya, kondisi kekosongan stok (*under-stocking*) kerap terjadi akibat estimasi yang meleset, menyebabkan menu andalan tidak dapat disajikan dan hilangnya potensi pendapatan [7][8]. Kompleksitas masalah ini menuntut intervensi teknologi melalui pengembangan Sistem Informasi Inventori Dapur (SINDAPUR).

Tinjauan mendalam terhadap berbagai studi terdahulu memperlihatkan dampak positif implementasi teknologi pada manajemen stok UMKM. Penelitian oleh Hartono dan Haryanto dalam merancang sistem informasi pada UMKM Kafe Ja-Lom membuktikan transformasi dari ketiadaan data menjadi sistem digital membuat alur barang menjadi terstruktur dan transparan [9]. Temuan ini diperkuat oleh studi Zulianto *et al.* yang menyimpulkan keunggulan utama sistem inventori terkomputerisasi terletak pada penyajian data stok secara *real-time* [10]. Ketersediaan data aktual menjadi elemen krusial bagi pemilik usaha untuk mengambil keputusan taktis yang cepat di tengah dinamika permintaan pasar.

Elemen kecerdasan sistem melalui metode peramalan (*forecasting*) turut menjadi sorotan utama dalam studi literatur guna mengatasi ketiadaan acuan perencanaan. Penelitian oleh Putra *et al.* menyoroti penggunaan metode kuantitatif berbasis deret waktu (*time-series*) seperti *Single Moving Average* (SMA) sangat efektif pada data dengan pola stasioner [11]. Validitas metode ini didukung oleh penelitian Silalahi *et al.* yang berhasil mengimplementasikan SMA untuk memprediksi volume penjualan dengan akurasi memadai [12]. Literatur modern memang mencatat kemajuan pesat metode *Machine Learning* yang menawarkan presisi tinggi [13]. Penerapan *Machine Learning* menuntut prasyarat ketersediaan data historis dalam volume sangat besar (*big data*) serta infrastruktur komputasi intensif [14]. Karakteristik UMKM seperti Rumah Makan Pak Pangat yang memiliki keterbatasan sumber daya data, sehingga pendekatan SMA dinilai sebagai solusi yang lebih rasional, efisien, dan tepat guna.

Pemilihan teknologi pengembangan perangkat lunak memegang peranan vital untuk menjamin keberlanjutan sistem. Penelitian Marli'aini dan Anggoro merekomendasikan penggunaan *framework* Laravel karena arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang memisahkan logika bisnis, data, dan tampilan antarmuka secara rapi [15]. Struktur ini memudahkan proses pengembangan dan menjamin keamanan data melalui fitur bawaan yang kuat [16]. Hal ini sejalan dengan temuan lain yang menekankan penggunaan standar *framework* modern penting untuk memastikan kemudahan pemeliharaan (*maintainability*) dan skalabilitas kode program di masa mendatang [17][18].

Tinjauan literatur memperlihatkan kesenjangan (*gap analysis*) penelitian berupa kurangnya sistem inventori UMKM kuliner yang mengintegrasikan fungsi pencatatan stok digital dengan fitur peramalan cerdas SMA dalam satu *platform*. Mayoritas penelitian sebelumnya cenderung terfragmentasi, hanya berfokus pada digitalisasi pencatatan administrasi atau hanya pada analisis algoritma peramalan tanpa integrasi sistem manajemen stok utuh. Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan menghadirkan solusi komprehensif menggunakan teknologi *framework* Laravel.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem informasi inventori berbasis *web* yang terintegrasi dengan metode *Single Moving Average* (SMA). Sistem ini dibangun guna memfasilitasi pencatatan data operasional yang sebelumnya tidak ada, serta mendukung proses pengadaan bahan baku yang objektif dan transparan. Implementasi sistem diharapkan mampu mengubah proses pengambilan keputusan di Rumah Makan Pak Pangat dari pendekatan intuitif menjadi berbasis data (*data-driven*), menekan kerugian akibat *food waste*, menjamin ketersediaan menu, serta meningkatkan efisiensi operasional usaha secara berkelanjutan.

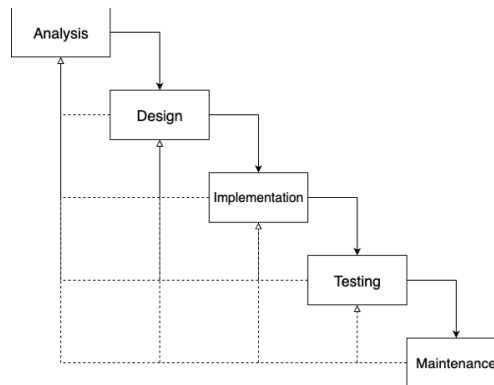
2. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menguraikan tahapan sistematis yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian, mulai dari proses pengembangan perangkat lunak hingga metode evaluasi yang diterapkan. Metodologi mencakup kerangka kerja pengembangan sistem, analisis kebutuhan pengguna, perancangan arsitektur sistem, formulasi metode peramalan *Single Moving Average* (SMA) sebagai inti kecerdasan sistem, serta mekanisme pengujian fungsionalitas dan akurasi untuk memastikan keandalan solusi yang dihasilkan.

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menerapkan model *Waterfall* dalam proses pengembangan perangkat lunaknya. Model *Waterfall* merupakan salah satu model *Software Development Life Cycle* (SDLC) klasik yang menggunakan pendekatan sekuensial atau linier, di mana setiap tahapan pengembangan harus diselesaikan secara penuh sebelum melangkah ke tahapan berikutnya [19]. Metode ini dipilih karena sangat sesuai untuk proyek dengan lingkup dan kebutuhan fungsional yang telah terdefinisi dengan jelas sejak awal, sehingga mampu meminimalkan risiko perubahan fundamental di tengah proses pengembangan [20].

Dalam konteks penelitian ini, di mana kebutuhan sistem untuk Rumah Makan Pak Pangat telah diidentifikasi secara detail, pendekatan *Waterfall* memberikan kerangka kerja yang terstruktur, terukur, dan mudah didokumentasikan untuk pengerjaan oleh peneliti tunggal. Tahapan utama model ini terdiri dari *analysis*, *design*, *implementation*, *testing*, dan *maintenance* [21]. Alur tahapan penelitian diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Waterfall

2.2 Analisis Kebutuhan

Tahap pertama bertujuan mengenali kebutuhan fungsional maupun non-fungsional serta merancang operasi sistem [22]. Kebutuhan ini digali dari hasil wawancara dengan pemilik dan staf dapur Rumah Makan Pak Pangat serta observasi langsung terhadap proses bisnis. Hasil analisis kebutuhan dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan

Analisis Kebutuhan Fungsional	Analisis Kebutuhan Non Fungsional
1. Admin dapat mengelola data pengguna (Admin & Staf Dapur).	1. Sistem harus mudah digunakan (<i>user-friendly</i>) dan disajikan dalam Bahasa Indonesia.
2. Admin dapat mengelola data master (bahan baku, menu, resep).	2. Sistem harus memiliki kinerja yang responsif dan dapat diakses dengan cepat.
3. Sistem dapat mencatat transaksi stok (stok masuk, stok keluar otomatis berdasarkan penjualan, dan penyesuaian stok).	3. Sistem harus aman, dilengkapi dengan sistem autentikasi (<i>login</i>) dan hak akses berbasis peran.
4. Sistem dapat menghitung dan menampilkan prediksi kebutuhan stok menggunakan metode <i>Single Moving Average</i> (SMA).	4. Sistem harus kompatibel dengan berbagai <i>browser web</i> modern dan memiliki desain antarmuka yang responsif.
5. Sistem dapat menghasilkan laporan operasional (laporan stok terkini, laporan pembelian, dan laporan pemakaian).	

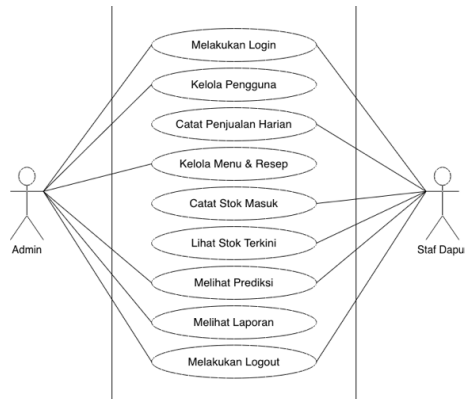
2.3 Desain

Berdasarkan kebutuhan yang telah dianalisis sebelumnya, tahap ini berfokus pada perancangan *blueprint* teknis sistem. Tahap ini memanfaatkan UML (*Unified Modeling Language*) sebagai standar pemodelan visual untuk menyajikan desain sistem dengan tingkat kejelasan dan struktur yang terorganisir [23]. Perancangan sistem dibagi menjadi empat bagian utama sebagai berikut.

2.3.1 Use Case Diagram

Diagram *use case* menyajikan deskripsi fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna (*actor*), dengan merinci skenario interaksi serta mendefinisikan hak akses yang berlaku. Sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2, sistem ini memiliki dua aktor utama dengan rincian peran sebagai berikut:

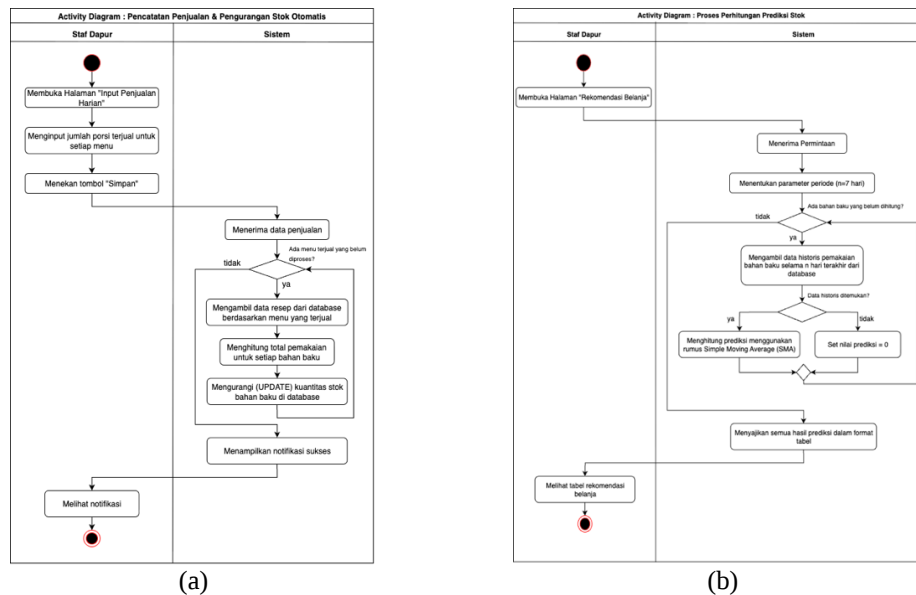
1. Admin: Memiliki otoritas penuh untuk melakukan *login*, mengelola data pengguna, mengelola data master (Menu & Resep), memantau hasil prediksi, melihat laporan operasional, dan melakukan *logout*.
2. Staf Dapur: Memiliki akses operasional untuk melakukan *login*, mencatat penjualan harian, mencatat stok masuk, memantau stok terkini, melihat hasil prediksi, dan melakukan *logout*.



Gambar 2. Use Case Diagram

2.3.2 Activity Diagram

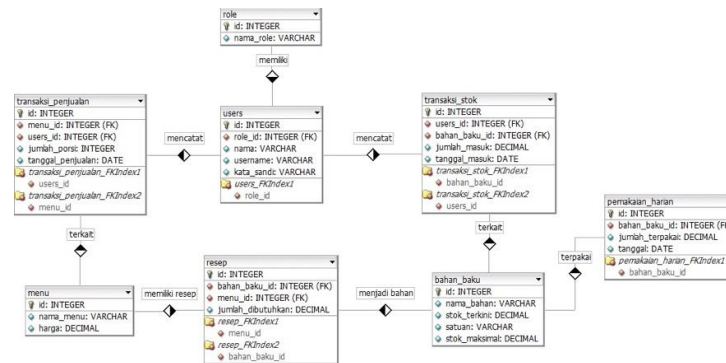
Activity diagram digunakan untuk memodelkan alur kerja (*workflow*) sistem secara prosedural guna menggambarkan logika bisnis yang berjalan di dalam aplikasi. Sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 3, perancangan ini difokuskan pada dua alur kerja krusial yang menjadi inti fungsionalitas sistem. Pada proses pencatatan penjualan (Gambar 3a), alur dimulai saat Staf Dapur menginput jumlah porsi menu yang terjual, kemudian sistem secara otomatis mengambil data resep terkait untuk menghitung total pemakaian bahan baku dan memperbarui saldo stok di basis data secara *real-time*. Sementara itu, proses perhitungan prediksi (Gambar 3b) menggambarkan mekanisme sistem saat pengguna mengakses menu rekomendasi belanja, di mana sistem akan mengambil data historis pemakaian, melakukan kalkulasi peramalan menggunakan algoritma *Single Moving Average* (SMA), dan menyajikan hasil rekomendasi belanja tersebut ke dalam bentuk tabel yang informatif bagi pengguna.



Gambar 3. Activity Diagram

2.3.3 Entity-Relationship Diagram

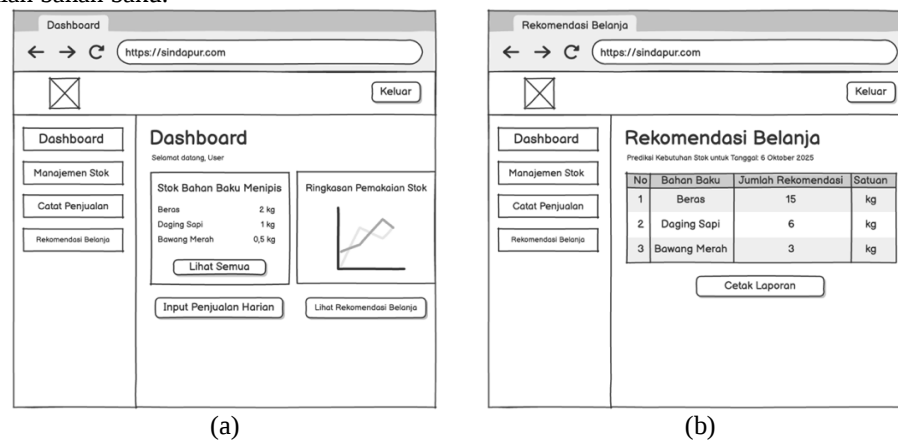
Perancangan struktur basis data divisualisasikan menggunakan *Entity-Relationship Diagram* (ERD) untuk menggambarkan entitas data dan relasi antar tabel secara logis. Seperti yang terlihat pada Gambar 4, desain basis data ini berpusat pada pengelolaan hubungan *many-to-many* antara tabel menu dan tabel bahan_baku yang dijematani oleh entitas perantara berupa tabel resep. Struktur relasi ini memegang peranan vital dalam sistem karena memungkinkan pendefinisian komposisi bahan secara spesifik untuk setiap menu, di mana satu menu dapat terdiri dari berbagai bahan baku dan satu jenis bahan baku dapat digunakan di berbagai menu. Mekanisme ini menjadi landasan logika bagi fitur pengurangan stok otomatis saat transaksi penjualan terjadi.



Gambar 4. *Entity-Relationship Diagram*

2.3.4 Wireframe (Perancangan Antarmuka)

Perancangan antarmuka pengguna (*user interface*) divisualisasikan dalam bentuk wireframe yang berfungsi sebagai kerangka dasar tata letak fungsional sistem. Pada penelitian ini, rancangan difokuskan pada dua halaman vital sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5. Gambar 5(a) merepresentasikan Halaman *Dashboard* Staf Dapur yang dirancang khusus untuk kebutuhan operasional harian, menyoroti informasi status stok kritis dan grafik pemakaian agar mudah dipantau secara *real-time*. Sementara itu, Gambar 5(b) menampilkan Halaman Rekomendasi Belanja yang menjadi antarmuka inti penerapan metode *Single Moving Average* (SMA), di mana hasil kalkulasi prediksi disajikan dalam bentuk tabel rekomendasi yang objektif untuk mendukung pengambilan keputusan pembelian bahan baku.



Gambar 5. Wireframe

2.4 Metode Peramalan

Sebagai solusi atas permasalahan perencanaan pembelian yang sebelumnya bersifat subjektif, sistem ini dilengkapi dengan fitur peramalan kuantitatif. Metode yang diimplementasikan adalah *Single Moving Average* (SMA), sebuah teknik peramalan deret waktu (*time-series*) yang bekerja dengan menghitung nilai rata-rata dari sejumlah data aktual terakhir pada periode waktu tertentu [11]. Metode ini dipilih karena karakteristik kesederhanaannya yang sangat sesuai untuk kondisi awal pengumpulan data di mana pola permintaan diasumsikan stabil tanpa tren fluktuasi yang ekstrem. Secara spesifik, alur data dalam sistem berjalan dengan menarik data historis pemakaian bahan baku dari basis data, memprosesnya melalui algoritma SMA untuk memprediksi kebutuhan periode berikutnya, dan mengonversinya menjadi daftar rekomendasi belanja yang siap dieksekusi oleh pengguna. Secara matematis, formulasi metode SMA disajikan dalam Persamaan (1).

$$F_t = \frac{\sum_{i=1}^n A_{t-i}}{n} \quad (1)$$

Dimana:

F_t = Nilai prediksi (*forecast*) untuk periode waktu berikutnya

$$A_{t-i} = \text{Data aktual (jumlah pemakaian) pada } n \text{ periode sebelumnya}$$

n = Jumlah periode yang digunakan dalam perhitungan *Single Moving Average* (SMA)

2.5 Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses penerjemahan seluruh desain sistem yang telah dirancang ke dalam kode program fungsional. Pengembangan sistem dilakukan berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan dukungan *framework* Laravel 12 untuk memastikan struktur kode yang rapi dan aman, serta MySQL sebagai sistem manajemen basis data. Struktur kode disusun mengikuti arsitektur *Model-View-Controller* (MVC), yang memisahkan logika bisnis, antarmuka pengguna, dan manipulasi data. Pada tahap ini, algoritma peramalan *Single Moving Average* (SMA) dikodekan sebagai fungsi spesifik di dalam komponen *Controller*, yang bertugas mengambil data historis dari basis data (*Model*) dan memprosesnya menjadi informasi rekomendasi untuk ditampilkan pada antarmuka pengguna (*View*).

2.6 Pengujian Sistem

Setelah tahap implementasi selesai, dilakukan pengujian komprehensif untuk memvalidasi kualitas perangkat lunak dari berbagai aspek teknis dan operasional [23]. Pengujian diawali dengan validasi fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan setiap fitur, seperti autentikasi pengguna dan otomatisasi stok, memberikan *output* yang sesuai dengan spesifikasi tanpa melihat struktur kode internal. Selanjutnya, akurasi metode peramalan *Single Moving Average* (SMA) dievaluasi secara kuantitatif menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang dirumuskan dalam Persamaan (2).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Penerapan persamaan di atas bertujuan untuk mengukur rata-rata persentase kesalahan antara data aktual (A_t) dan data peramalan (F_t), sehingga keandalan model prediksi dapat dibuktikan secara statistik. Terakhir, evaluasi pengalaman pengguna dilakukan menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) yang dipilih karena kemampuannya dalam mengukur dimensi efektivitas, efisiensi, dan kepuasan sesuai standar ISO 9241-11 [24]. Pendekatan ini memastikan penilaian sistem tidak hanya terbatas pada antarmuka, tetapi juga memvalidasi dukungan sistem terhadap tata kelola operasional yang andal di Rumah Makan Pak Pangat.

2.7 Pemeliharaan Sistem

Tahap pemeliharaan (*maintenance*) merupakan fase terakhir dalam siklus pengembangan *Waterfall* yang dimulai setelah sistem diimplementasikan dan beroperasi penuh di lingkungan pengguna [25]. Kegiatan pada tahap ini mencakup pemeliharaan korektif (*corrective*) untuk memperbaiki kesalahan atau *bug* yang baru ditemukan selama penggunaan nyata, pemeliharaan adaptif (*adaptive*) guna menyesuaikan sistem dengan perubahan lingkungan teknologi seperti pembaruan *browser* atau server, serta pemeliharaan penyempurnaan (*perfective*) yang memfasilitasi penambahan fitur minor di masa mendatang berdasarkan umpan balik operasional pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menguraikan hasil implementasi Sistem Informasi Inventori Dapur (SINDAPUR) yang telah dikembangkan, serta analisis mendalam mengenai kinerja sistem melalui serangkaian pengujian. Pembahasan mencakup visualisasi antarmuka sistem, validasi fungsional, analisis akurasi peramalan stok, serta evaluasi penerimaan pengguna.

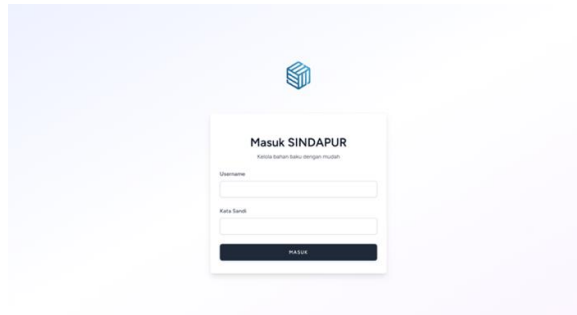
3.1 Implementasi Antarmuka Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap krusial di mana seluruh rancangan logis dan visual yang telah didefinisikan pada tahap metodologi diterjemahkan ke dalam kode program yang dapat dieksekusi. Sistem Informasi Inventori Dapur (SINDAPUR) dikembangkan berbasis web dengan arsitektur *client-server*. Pada sisi *server* (*back-end*), sistem dibangun menggunakan *framework* Laravel 12 dengan bahasa pemrograman PHP. Pemilihan Laravel 12 didasarkan pada fitur keamanan bawaannya yang kuat serta dukungannya terhadap arsitektur MVC (*Model-View-Controller*) yang memudahkan pemisahan logika bisnis dari tampilan antarmuka. Sementara itu, pada sisi *client* (*front-end*), antarmuka disusun menggunakan kerangka kerja Tailwind CSS. Penggunaan Tailwind memungkinkan pembangunan antarmuka yang sangat ringan (*lightweight*) dan responsif, memastikan sistem dapat diakses dengan lancar melalui perangkat tablet atau *smartphone* yang memiliki keterbatasan layar, yang umum digunakan oleh staf di area dapur yang dinamis. Berikut adalah penjabaran mendalam mengenai implementasi modul-modul utama sistem:

a. Halaman *Login* dan Keamanan Autentikasi

Komponen pertama yang diimplementasikan adalah Halaman *Login* tertera pada Gambar 6 yang berfungsi sebagai gerbang keamanan utama. Secara visual, halaman ini didesain minimalis dengan fokus pada formulir isian *username* dan *password*. Namun, secara teknis, implementasi modul ini melibatkan serangkaian protokol keamanan yang ketat untuk melindungi integritas data sistem. Pertama, sistem menerapkan enkripsi pada kredensial pengguna, di mana kata sandi tidak disimpan dalam bentuk teks biasa (*plain text*), melainkan dienkripsi

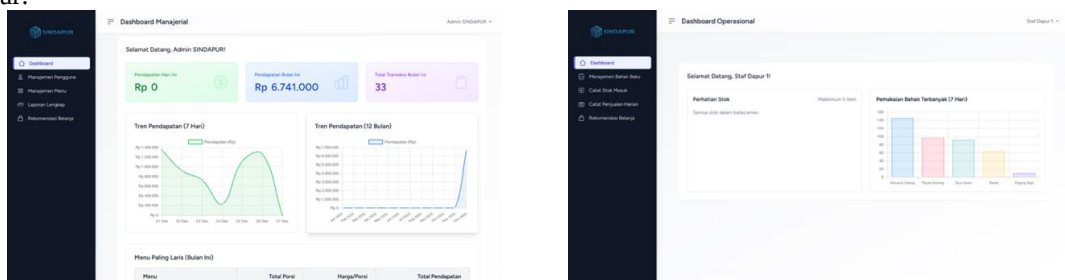
menggunakan algoritma *hashing Bcrypt*. Algoritma ini dipilih karena memiliki fitur *salt* otomatis yang membuat serangan *rainbow table* menjadi tidak efektif, sehingga akun pengguna tetap aman meskipun basis data mengalami kebocoran. Kedua, setiap permintaan pengiriman data (*POST request*) dari formulir *login* dilindungi oleh token *CSRF (Cross-Site Request Forgery)* yang divalidasi oleh *middleware* Laravel, serta fitur sanitasi *input* otomatis untuk mencegah serangan injeksi SQL (*SQL Injection*). Terakhir, sistem menerapkan logika pengalihan berbasis peran (*role-based redirect*) setelah autentikasi berhasil. *Controller* sistem akan memeriksa tipe pengguna; jika terdeteksi sebagai 'Admin', pengguna akan dialihkan ke rute panel manajerial, sedangkan 'Staf Dapur' akan diarahkan langsung ke panel operasional, memastikan isolasi hak akses yang ketat.



Gambar 6. Halaman Login

b. Dashboard Operasional dan Manajerial

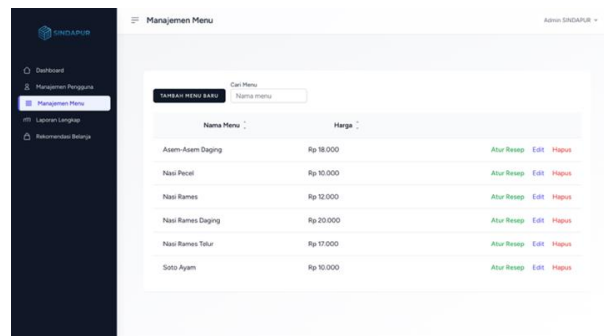
Halaman *Dashboard* tertera pada Gambar 7 merupakan implementasi dari kebutuhan pemantauan data secara real-time yang disajikan secara spesifik berdasarkan peran pengguna. *Dashboard* Manajerial yang ditujukan untuk Admin difokuskan pada aspek finansial dan performa penjualan. Antarmuka ini menyajikan kartu ringkasan (*summary cards*) yang memuat informasi finansial krusial seperti "Pendapatan Hari Ini", "Pendapatan Bulan Ini", dan "Total Transaksi Bulan Ini". Untuk mendukung analisis kinerja bisnis, sistem menampilkan visualisasi grafik garis (*line chart*) yang menggambarkan "Tren Pendapatan" dalam rentang waktu 7 hari dan 12 bulan terakhir, serta tabel "Menu Paling Laris" yang membantu pemilik mengevaluasi produk unggulan. Sebaliknya, *Dashboard* Operasional untuk Staf Dapur dirancang dengan fokus pada pengendalian persediaan yang ketat. Fitur utamanya adalah panel "Perhatian Stok" yang secara otomatis mendeteksi bahan baku dengan kuantitas di bawah ambang batas (*threshold*). Peringatan ini divisualisasikan menggunakan progres bar berwarna dengan indikator persentase sisa stok, memungkinkan staf untuk segera memprioritaskan pengadaan ulang item yang kritis. Selain itu, terdapat grafik "Pemakaian Bahan Terbanyak (7 Hari)" yang memudahkan pemantauan intensitas penggunaan bahan baku di dapur.



Gambar 7. Dashboard Operasional dan Manajerial

c. Manajemen Resep dan Logika Otomatisasi Stok

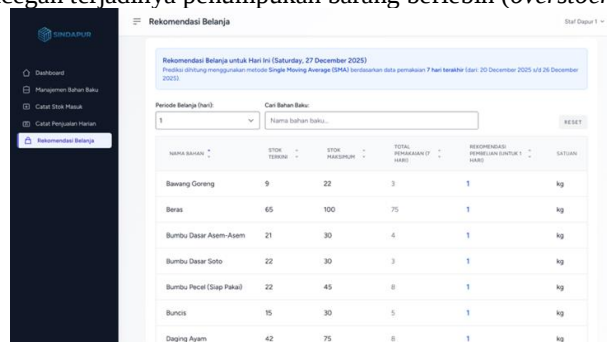
Fitur Manajemen Resep yang terlampir pada Gambar 8 adalah inti dari otomatisasi sistem SINDAPUR yang menghubungkan data menu dengan komponen bahan bakunya. Implementasi fitur ini memanfaatkan struktur relasi basis data yang kompleks (*Many-to-Many Relationship*) antara tabel menu dan bahan baku melalui tabel pivot resep. Pada halaman ini, Admin dapat menambahkan detail komposisi bahan untuk setiap porsi menu beserta takarannya. Logika otomatisasi bekerja di latar belakang (*back-end*) saat transaksi penjualan terjadi. Ketika Staf Dapur menyimpan data penjualan menu tertentu, sistem menjalankan algoritma yang secara berurutan mengambil data resep terkait, mengalikan takaran bahan dengan jumlah porsi yang terjual, dan melakukan pembaruan (*update*) pengurangan stok pada tabel inventori. Proses ini dieksekusi dalam satu blok transaksi basis data (*Database Transaction*), yang berarti jika terjadi kegagalan pada salah satu proses pembaruan data, seluruh transaksi akan dibatalkan (*rollback*) untuk menjaga konsistensi dan akurasi data stok.



Gambar 8. Halaman Menu dan Resep

d. Halaman Rekomendasi Belanja

Halaman Rekomendasi Belanja yang tertera pada Gambar 9 merepresentasikan implementasi visual dari algoritma peramalan yang telah dimodifikasi dengan logika manajemen inventori dinamis. Berbeda dengan sistem peramalan standar yang kaku, implementasi pada *controller* sistem ini memberikan fleksibilitas kepada pengguna untuk memilih target pemenuhan stok (*replenish days*) untuk durasi 1, 3, atau 7 hari ke depan. Secara teknis, sistem melakukan kalkulasi otomatis yang dimulai dengan menghitung rata-rata pemakaian harian (*daily average*) dari data historis 7 hari terakhir, kemudian mengalikannya dengan durasi hari yang dipilih pengguna. Hasil perhitungan tersebut selanjutnya dibulatkan ke atas menggunakan fungsi *ceiling* untuk memitigasi risiko kekurangan stok akibat nilai pecahan desimal. Nilai kebutuhan ini kemudian dikurangi dengan stok yang tersedia saat ini untuk mendapatkan jumlah saran pembelian awal. Lebih jauh lagi, sistem menerapkan fitur validasi Batasan Stok Maksimum (*Max Stock Cap*), di mana sistem secara cerdas akan memangkas jumlah rekomendasi pembelian jika total stok akhir diprediksi melebihi kapasitas penyimpanan yang telah ditetapkan untuk masing-masing bahan baku, sehingga efektif mencegah terjadinya penumpukan barang berlebih (*overstock*) di gudang.



Gambar 9. Halaman Rekomendasi Belanja

3.2 Pengujian

Tahap pengujian merupakan fase krusial untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dibangun memenuhi standar kualitas fungsional, akurasi, dan kegunaan sebelum diserahkan kepada pengguna akhir. Pengujian dilakukan melalui tiga pendekatan komprehensif sebagai berikut:

a. Pengujian Fungsionalitas (*Black Box Testing*)

Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memvalidasi kesesuaian *input* dan *output* pada fitur-fitur krusial sistem. Skenario pengujian difokuskan pada validasi logika bisnis utama, termasuk mekanisme keamanan *login*, otomatisasi pengurangan stok saat transaksi, serta logika cerdas pada fitur rekomendasi belanja yang melibatkan perhitungan hari (*replenish days*) dan batasan kapasitas gudang (*max stock*). Rangkuman hasil pengujian disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengujian *Black Box*

Nama Fitur	Skenario Pengujian	Data Masukan	Hasil yang Diharapkan	Status
Login	Login dengan kredensial valid	Username : staf Pass : staf111	Masuk ke <i>dashboard</i> dan sesi pengguna aktif.	Berhasil
Login	Login dengan password salah	Username : staf Pass: salah123	Sistem menolak akses dan muncul pesan "Password salah".	Berhasil
Transaksi	Input transaksi penjualan berhasil	Menu: Nasi Rames 2 Porsi	Transaksi tersimpan dan tampil pada tabel rekap.	Berhasil

Transaksi	Validasi transaksi saat stok habis	Menu: (Stok bahan 0) Qty: 1 Porsi Stok Awal	Sistem memblokir transaksi dengan pesan "Stok tidak cukup".	Berhasil
Manajemen Stok	Pengurangan stok otomatis (Resep)	Beras: 50kg Jual: 10 Nasi Rames	Stok Beras berkurang otomatis di <i>database</i> .	Berhasil
Manajemen Stok	Input stok masuk (<i>Restock</i>)	Bahan: Telur Jumlah: 100 butir	Stok bertambah dan tercatat di riwayat belanja.	Berhasil
Laporan	Filter Laporan Penjualan	Tanggal: 01 Nov - 15 Des	Tabel menampilkan data penjualan sesuai rentang tanggal.	Berhasil
Peramalan	Eksekusi Algoritma Peramalan	Klik Halaman "Rekomendasi Belanja"	Sistem menampilkan hasil perhitungan prediksi stok periode depan.	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang dirangkum pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa sistem telah berjalan dengan baik dan bebas dari kesalahan fungsional kritis. Seluruh skenario, mulai dari validasi keamanan hingga logika kompleks pada *controller* rekomendasi belanja, menghasilkan status Berhasil. Hal ini mengonfirmasi bahwa algoritma sistem mampu menangani berbagai kondisi operasional, termasuk mencegah kelebihan stok melalui fitur validasi kapasitas maksimum yang telah diimplementasikan.

b. Pengujian Akurasi Metode Peramalan (*Mean Absolute Percentage Error*)

Evaluasi kinerja algoritma *Single Moving Average* (SMA) dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berdasarkan standar Lewis sebagaimana dikutip dalam [26], nilai interpretasi MAPE dikategorikan menjadi empat tingkatan kemampuan peramalan, yaitu: nilai <10% dikategorikan sangat akurat, 10-20% baik, 20-50% layak (*reasonable*), dan >50% tidak akurat. Berdasarkan hasil pengujian selama satu siklus mingguan pada 8 hingga 14 Desember 2025, diperoleh rata-rata nilai MAPE keseluruhan sebesar 37,78% sebagaimana tercantum pada Tabel 3. Tingkat persentase ini dipengaruhi oleh pola fluktuasi data yang signifikan antara hari kerja dan akhir pekan, namun secara keseluruhan masih masuk dalam kategori Layak (*Reasonable*). Dengan demikian, sistem SINDAPUR dinyatakan memiliki performa yang memadai untuk mendukung estimasi kebutuhan bahan baku operasional.

Tabel 3. Pengujian MAPE

Nama Bahan Baku	Satuan	Rata-rata MAPE
Daging Sapi	kg	37.72 %
Daging Ayam	kg	26.45 %
Telur Ayam	butir	47.79 %
Beras	kg	37.56 %
Kangkung	ikat	35.77 %
Tauge	kg	35.77 %
Kacang Panjang	ikat	35.77 %
Buncis	kg	38.52 %
Wortel	kg	38.52 %
Bumbu Pecel	kg	35.77 %
Orek Tempe	kg	44.65 %
Sambal Terasi	kg	44.65 %
Bumbu Dasar Soto	kg	26.45 %
Bumbu Dasar Asem-Asem	kg	38.52 %
Minyak Goreng	liter	36.11 %
Bawang Goreng	kg	39.55 %
Kerupuk Udang	pcs	44.65 %
Peyek Kacang	pcs	35.77 %
Rata-Rata Keseluruhan		37.78%

c. Pengujian Pengalaman Pengguna (*System Usability Scale*)

Pengujian terakhir berfokus pada evaluasi subjektif untuk mengukur dimensi kebergunaan (*usability*) sistem yang mencakup aspek efektivitas, efisiensi, dan kepuasan pengguna. Instrumen yang digunakan adalah kuesioner *System Usability Scale* (SUS) yang terdiri dari 10 pernyataan standar dengan pilihan jawaban berskala Likert 1 sampai 5. Kuesioner ini disebarluaskan kepada 46 responden yang merepresentasikan seluruh pemangku kepentingan, mulai dari pemilik usaha, manajer operasional, hingga staf dapur yang menjadi pengguna utama sistem. Setelah dilakukan pengumpulan data dan perhitungan skor menggunakan rumus standar SUS, diperoleh

nilai rata-rata akhir sebesar 78. Rincian interpretasi skor tersebut berdasarkan kategori penilaian SUS disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *System Usability Scale*

Skor Hasil Hitung										Jumlah	Nilai (Jumlah x 2.5)
Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
3	3	4	4	4	4	3	4	3	2	34	85
3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	28	70
3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	28	70
4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	37	93
3	3	3	2	3	3	2	2	3	0	24	60
3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	36	90
4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	39	98
4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	33	83
3	3	3	4	3	2	4	3	4	2	31	78
4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	39	98
3	2	3	1	3	3	2	3	4	0	24	60
2	2	2	1	3	2	3	2	2	1	20	50
4	2	3	3	4	3	3	3	3	2	30	75
3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	31	78
4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	36	90
4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	38	95
4	3	3	1	3	3	3	3	3	0	26	65
3	2	2	1	3	3	2	2	2	1	21	53
2	2	2	1	3	3	2	2	2	1	20	50
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	100
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
2	2	3	3	4	3	4	2	4	2	29	73
Skor Rata-rata (Hasil Akhir)											78

Berdasarkan hasil yang tertera pada Tabel 4, sistem SINDAPUR secara keseluruhan masuk dalam kategori "Acceptable" dengan predikat "Good". Capaian skor 78 mengindikasikan bahwa desain antarmuka yang dibangun menggunakan *framework* Tailwind CSS berhasil menyajikan alur kerja yang intuitif dan tidak membingungkan. Tingkat penerimaan ini sangat krusial mengingat latar belakang pengguna di area dapur yang membutuhkan sistem yang cepat dan mudah dipelajari (*high learnability*) tanpa memerlukan pelatihan teknis yang rumit. Dengan demikian, sistem dinilai telah memenuhi aspek *usability* yang dipersyaratkan untuk mendukung efisiensi operasional harian di Rumah Makan Pak Pangat.

3.3 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa SINDAPUR berhasil menjawab tantangan efisiensi pengelolaan stok di Rumah Makan Pak Pangat. Tingkat akurasi peramalan dengan rata-rata MAPE sebesar 37,78% menempatkan sistem ini pada kategori "Layak" (*Reasonable*) berdasarkan standar Lewis. Meskipun tidak mencapai presisi ekstrem, tingkat akurasi ini dinilai relevan dan memadai untuk karakteristik UMKM kuliner. Hal ini diperkuat oleh prinsip manajemen persediaan modern yang menyatakan bahwa pada kondisi ketidakpastian permintaan, prioritas operasional harus digeser pada pemenuhan tingkat layanan (*service level*) melalui stok pengaman, bukan sekadar mengejar presisi angka peramalan yang kaku demi mencegah risiko kehilangan penjualan [27].

Dari sisi pengembangan sistem, penelitian ini menawarkan solusi atas keterbatasan yang ditemukan pada studi terdahulu. Penelitian sebelumnya oleh Silalahi *et al.* telah berhasil menerapkan SMA sebagai alat bantu keputusan, namun sistem yang dikembangkan mengharuskan pengguna untuk melakukan *input* data penjualan historis secara manual sebelum proses peramalan dapat dilakukan [12]. Hal ini dikonfirmasi melalui saran pengembangan pada penelitian tersebut yang menyatakan bahwa sistem hanya mencakup proses peramalan saja dan belum terintegrasi dengan proses bisnis menyeluruh.

Penelitian ini hadir untuk menyempurnakan celah tersebut melalui integrasi sistem *end-to-end*. SINDAPUR mengotomatiskan alur data secara penuh, di mana data transaksi harian yang di *input* oleh staf dapur langsung

diproses menjadi basis data peramalan tanpa memerlukan *input* ulang (*re-entry*) secara manual. Selain meningkatkan efisiensi waktu, mekanisme ini meminimalkan risiko human error dalam pemindahan data. Dukungan skor penerimaan pengguna (SUS) sebesar 78 semakin mengonfirmasi bahwa pendekatan sistem yang terintegrasi dan praktis ini memberikan nilai tambah yang signifikan bagi operasional UMKM dibandingkan pendekatan peramalan parsial.

3.4 Pemeliharaan Sistem

Tahapan pemeliharaan merupakan fase akhir dalam metode *Waterfall* yang bertujuan untuk memastikan sistem SINDAPUR tetap berjalan secara optimal setelah diimplementasikan di lingkungan operasional Rumah Makan Pak Pangat. Kegiatan dalam tahap ini mencakup pemeliharaan korektif untuk menangani *bug* atau kesalahan logika yang mungkin baru terdeteksi selama penggunaan intensif, serta pemeliharaan adaptif guna menyesuaikan sistem dengan perubahan lingkungan teknologi, seperti pembaruan versi browser atau dependensi keamanan pada *framework* Laravel. Selain itu, dilakukan juga pemeliharaan preventif guna mencegah potensi masalah di masa mendatang melalui prosedur pencadangan (*backup*) basis data MySQL secara rutin dan pemantauan *error log* berkala. Terakhir, pemeliharaan penyempurnaan disiapkan untuk mengakomodasi peningkatan sistem, seperti penyesuaian parameter metode peramalan SMA jika terjadi perubahan pola konsumsi pasar atau penambahan fitur laporan baru sesuai kebutuhan manajemen. Dengan adanya rangkaian pemeliharaan ini, sistem inventori diharapkan dapat terus mendukung operasional dapur secara efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Sistem Informasi Inventori Dapur (SINDAPUR) berhasil diimplementasikan sebagai solusi digital strategis untuk memodernisasi tata kelola stok di Rumah Makan Pak Pangat yang sebelumnya berjalan tanpa dokumentasi terstruktur. Pengembangan sistem berbasis *website* yang memanfaatkan keandalan *framework* Laravel 12 dan antarmuka responsif Tailwind CSS terbukti efektif menggantikan mekanisme pencatatan manual yang selama ini tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*). Melalui fitur manajemen resep yang terintegrasi penuh, sistem mampu melakukan pembaruan stok otomatis secara *real-time* seiring terjadinya transaksi penjualan, serta meminimalkan risiko kerugian finansial akibat penumpukan barang (*overstock*) maupun kekosongan bahan (*stockout*) melalui fitur rekomendasi belanja cerdas. Kinerja teknis sistem juga telah divalidasi dengan hasil yang positif, di mana penerapan metode peramalan *Single Moving Average* (SMA) menghasilkan rata-rata nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 37,78%. Meskipun angka ini dikategorikan sebagai "Layak" (*Reasonable*), tingkat akurasi tersebut sudah sangat memadai sebagai landasan objektif bagi pemilik usaha dalam merencanakan pengadaan harian dibandingkan dengan metode intuitif yang digunakan sebelumnya. Selain itu, sistem mendapatkan penerimaan yang sangat baik dari pengguna akhir dengan skor *System Usability Scale* (SUS) sebesar 78 yang masuk dalam predikat *Good*, menegaskan bahwa sistem memiliki tingkat usability tinggi dan mudah dioperasikan oleh staf dapur. Kendati demikian, penelitian ini diakui masih memiliki keterbatasan, khususnya pada sensitivitas metode SMA yang kurang responsif terhadap fluktuasi permintaan mendadak, serta cakupan sistem yang belum menyentuh aspek akuntansi mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan metode peramalan yang lebih adaptif seperti *Weighted Moving Average* (WMA) serta memperluas fungsionalitas dengan modul laporan keuangan yang lebih komprehensif. Penelitian ini membuktikan bahwa transformasi digital melalui sistem SINDAPUR mampu mengubah paradigma pengelolaan operasional UMKM dari konvensional menjadi berbasis data (*data-driven*). Keberhasilan implementasi ini menjadi langkah awal yang strategis bagi Rumah Makan Pak Pangat untuk meningkatkan daya saing usahanya. Dengan demikian, efisiensi sumber daya dan keberlanjutan bisnis jangka panjang dapat tercapai secara optimal.

REFERENCES

- [1] D. L. Wati, V. Septianingsih, W. Khoeruddin, dan Z. Q. Al-Qorni, "Peranan UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) dalam Meningkatkan Perekonomian Indonesia," *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen Dan Akuntansi*, vol. 3(1), no. 1, hlm. 265–282, 2024.
- [2] I. Indriyani, I. P. B. Wiranata, dan S. Hiu, "Strategi Peningkatan Efisiensi Operasional UMKM di Era Digital: Pendekatan Kualitatif dengan Business Intelligence dalam Implementasi E-Commerce," *Informatics for Educators And Professionals: Journal of Informatics*, vol. 9, no. 1, hlm. 23, Jun 2024, doi: 10.51211/itbi.v9i1.2760.
- [3] C. Pelletier dan L. M. Cloutier, "Challenges of Digital Transformation in SMEs: Exploration of IT-related Perceptions in a Service Ecosystem," *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, hlm. 4967–4976, 2019, doi: 10.24251/hicss.2019.597.
- [4] F. Ugbebor, M. Adeteye, dan J. Ugbebor, "Automated Inventory Management Systems with IoT Integration to Optimize Stock Levels and Reduce Carrying Costs for SMEs: A Comprehensive Review," *Journal of Artificial Intelligence General Science (JAIGS)*, vol. 6, no. 1, hlm. 78–90, 2024.

- [5] M. Kosim, N. Azis, Windi, dan N. Yuningsih, “Peningkatan Kapasitas Sumber Daya Manusia UMKM dalam Manajemen Risiko dan Adaptasi terhadap Perubahan Pasar,” *ARDHI : Jurnal Pengabdian Dalam Negri*, vol. 2, no. 5, hlm. 176–183, Okt 2024, doi: 10.61132/ardhi.v2i5.1064.
- [6] O. A. Madamidola, O. A. Daramola, K. G. Akintola, dan O. T. Adeboje, “A Review of Existing Inventory Management Systems,” *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES) ISSN*, vol. 12, no. September, hlm. 40–50, 2024, [Daring]. Tersedia pada: www.ijres.org
- [7] S. Putri, M. D. Irawan, dan H. Santoso, “Penerapan Metode EOQ Pada Sistem Informasi Manajemen Stok Bahan Baku Ayam Broiler Berbasis Web,” *Journal of Students ‘Research in Computer Science*, vol. 6, no. 1, hlm. 11–24, 2025, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/JSRCS>
- [8] H. C. Godwin, I. Umeonwujaku, P. Aguh, dan N. Igbokwe, “Development of the best optimal policy for Inventory control in a Small and Medium Enterprise,” *International Journal of Engineering Science and Computing*, vol. 12, no. 11, hlm. 29829–29833, 2022.
- [9] C. Hartono dan H. Haryanto, “Pengendalian Efektivitas Inventori Pada UMKM Kafe Ja-Lom Makanan Khas Lombok,” *Jurnal Pengabdian Sosial*, vol. 2, no. 2, hlm. 2749–2756, 2024, doi: 10.59837/z617q865.
- [10] M. F. Zulianto, R. Basthara, R. S. Romadoni, dan A. Syaripudin, “Pengembangan Sistem Manajemen Stok Barang Berbasis Web Pada Arfi Stik Keju Dan Brownies Batik Tangsel,” *Jurnal Riset Teknik Komputer*, vol. 2, no. 2, hlm. 92–99, 2025, doi: 10.69714/8gj8ak69.
- [11] D. P. Putra, S. A. Siregar, S. R. Fadillah, dan Z. K. Ningtyas, “Peramalan Penjualan Mobil Dengan Menerapkan Metode Single Moving Average Dan Single Exponential Smoothing,” *Jurnal Pariwisata Bisnis Digital dan Manajemen*, vol. 3, no. 2, hlm. 81–86, 2024, doi: 10.33480/jasdim.v3i2.5631.
- [12] F. D. Silalahi, K. Rozikin, D. Rudjiono, dan N. D. Setiawan, “Pemanfaatan Metode Moving Average Dalam Sistem Informasi Pendukung Keputusan Pembelian Barang Berdasarkan Peramalan Penjualan Dengan Berbasis Web,” *Elkom : Jurnal Ilmiah Elektronika dan Komputer*, vol. 14, no. 2, hlm. 198–207, 2021, doi: 10.51903/elkom.v14i2.540.
- [13] J. Feizabadi, “Machine learning demand forecasting and supply chain performance,” *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 25, no. 2, hlm. 119–142, 2022, doi: 10.1080/13675567.2020.1803246.
- [14] M. R. Utami, “Analisis Literature Prediksi Tren Penjualan E-Commerce Berbasis Data Time-Series: Metode Statistik & Machine Learning,” *Jurnal Ilmiah Penelitian Mahasiswa*, vol. 3, no. 2, hlm. 331–339, 2025.
- [15] N. T. Marli’aini dan D. A. Anggoro, “Sistem Informasi Persediaan Barang Pada PT. TGA Berbasis Website Menggunakan Framework Laravel,” *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 3, hlm. 469–479, 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i3.1419.
- [16] A. Amarulloh, Kurniasih, dan Muchlis, “Analisis Perbandingan Performa Web Service Rest Menggunakan Framework Laravel, Django, dan Node JS Pada Aplikasi Berbasis Website,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 9, no. 1, hlm. 14–19, 2023.
- [17] F. P. E. Putra, A. Zulfikri, A. Rohman, dan R. Alim, “Analysis Comparative of Performance Optimization Techniques for PHP Framework Testing: Laravel, CodeIgniter, Symfony,” *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, vol. 5, no. 1, hlm. 242–248, 2025, doi: 10.47709/brilliance.v5i1.5989.
- [18] S. M. Husain, L. Azhari, M. L. Aksani, dan S. A. Saputra, “Analisis Dan Implementasi Fitur Keamanan Aplikasi Pada Framework Laravel,” *JIKA (Jurnal Informatika)*, vol. 8, no. 3, hlm. 281, 2024, doi: 10.31000/jika.v8i3.11198.
- [19] H. J. Christanto dan Y. A. Singgalen, “Analysis and Design of Student Guidance Information System through Software Development Life Cycle (SDLC) and Waterfall Model,” *Journal of Information Systems and Informatics*, vol. 5, no. 1, hlm. 259–270, 2023, doi: 10.51519/journalisi.v5i1.443.
- [20] A. Kusumastuti dan D. Gunawan, “Pengembangan dan Analisis Kualitas Sistem Informasi Manajemen Alumni Berbasis Website Menggunakan ISO 9126,” *The Indonesian Journal of Computer Science*, vol. 12, no. 2, hlm. 743–754, 2023, doi: 10.33022/ijcs.v12i2.3191.
- [21] O. V. Putra, Taufiqurrahman, dan A. Afif, “Digitalisasi Capaian Kinerja Utama Usulan Penelitian Di Universitas Darussalam Gontor Menggunakan Framework Yii2,” *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian 2021*, no. October, hlm. 1282–1293, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://prosiding.rcipublisher.org/index.php/prosiding/article/view/295>
- [22] H. M. Nashif dan A. Rakhmadi, “Digitalisasi Sistem Perpustakaan pada Perpustakaan SMA Negeri 7 Surakarta Menggunakan Metode Waterfall,” *ELKOM (Jurnal Elektronika dan Komputer)*, vol. 18, no. 1, hlm. 217–229, 2025.
- [23] N. P. S. Fatikhah, M. Abdullah, N. D. Romadhon, dan M. Nugroho, “Perancangan Sistem Informasi Persewaan Alat Mendaki Berbasis Web pada Summit Kalcer dengan Metode Waterfall,” *Jurnal ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 1, hlm. 225–241, 2025.
- [24] J. Brooke, “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale,” dalam *Usability Evaluation in Industry*, 1 ed., P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. McClelland, dan B. Weerdmeester, Ed., London: CRC Press, 1996, 21, hlm. 189–194. doi: 10.1201/9781498710411.
- [25] I. L. Putra, A. T. Saputra, dan N. Pegianti, “Sistem Informasi Pendataan Penduduk Berbasis Website pada Balai Desa Suwaduk,” *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 7, no. 4, hlm. 814–823, 2024, doi: 10.32672/jnkti.v7i4.7879.
- [26] T. Mariani dan I. Rosyida, “Implementasi Metode Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Luas Panen Padi di Kabupaten Pati dengan Bantuan Software Minitab 16,” *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, vol. 6, hlm. 707–713, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- [27] J. Heizer, B. Render, dan C. Munson, *Operations Management : Sustainability and Supply Chain Management*, 12 ed. Boston: Pearson, 2017.