Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology
Homepage: https://journal.ilmudata.co.id/index.php/ijmst
Vol. 4 No. 3 (2026) pp: 11825-11834
P-ISSN: 2986-6790, e-ISSN: 2986-6782

Sistem Persediaan Layanan Cetak dengan Holt-Winters dan Microservices

M. Rizki Akbar Pratama
Program Studi S1 Rekayasa Perangkat Lunak, Fakultas Teknik, Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia
rizkiakbarpratama25@gmail.com

Abstrak

Usaha layanan cetak bergantung pada ketersediaan kertas dan perlengkapan pendukung, sedangkan pencatatan persediaan secara manual dan tidak terintegrasi dapat memperlambat penyajian informasi stok serta menyulitkan penentuan kebutuhan periode berikutnya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi persediaan dan layanan cetak berbasis web yang mengintegrasikan pengelolaan persediaan, transaksi, laporan, dan peramalan kebutuhan stok bulanan. Pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall, sedangkan pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka. Sistem menerapkan arsitektur microservices yang terdiri atas Authentication Service, Inventory Service, Transaction Service, dan Forecasting Service. Forecasting Service memperoleh data historis penggunaan barang dari Transaction Service melalui REST API dan API Gateway. Peramalan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters) dengan siklus musiman 12 bulan. Parameter pemulusan dipilih berdasarkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) terkecil. Evaluasi dilakukan pada sepuluh sampel barang dengan 25 periode data bulanan dari Juli 2024 sampai Juli 2026 untuk menghasilkan peramalan Agustus 2026. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan pengelolaan pengguna, persediaan, transaksi, laporan, dan peramalan. Nilai MAPE sepuluh barang berada pada rentang 4,81%–6,55%, dan seluruhnya termasuk kategori sangat baik berdasarkan kriteria penelitian. Nilai terendah diperoleh Materai sebesar 4,81%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh Spidol Permanen sebesar 6,55%. Hasil peramalan dapat menjadi informasi pendukung perencanaan persediaan bulanan, dengan keputusan pengadaan tetap mempertimbangkan stok yang tersedia dan dilakukan oleh pengguna.

Kata kunci: Sistem Persediaan, Layanan Cetak, Holt-Winters, Microservices, MAPE

Abstract

Print-service businesses depend on the availability of paper and supporting supplies, while manual and disconnected inventory records can delay stock information and make future purchasing decisions difficult. This study develops a web-based inventory and print-service information system that integrates inventory management, transactions, reporting, and monthly stock forecasting. The system development process follows the Waterfall method, while data were collected through observation, interviews, and literature study. The application uses a microservices architecture consisting of Authentication, Inventory, Transaction, and Forecasting services. The forecasting service obtains historical item-use data from the Transaction Service through REST API communication and the API Gateway. Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters) is applied with a 12-month seasonal period, and the smoothing parameters are selected based on the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Evaluation uses 25 monthly observations from July 2024 to July 2026 for ten selected items, with forecasting performed for August 2026. The results show that the system integrates user management, inventory, transactions, reports, and forecasting. MAPE values for the ten items range from 4.81% to 6.55%, all classified as very good according to the criteria used in the study. The lowest MAPE is obtained for stamp duty (4.81%), while the highest is obtained for permanent markers (6.55%). The forecast output can support monthly inventory planning, although final procurement decisions remain with the user and depend on the available stock.

Keywords: Inventory System, Print Service, Holt-Winters, Microservices, MAPE

1. Pendahuluan

Pengelolaan persediaan merupakan bagian penting dalam operasional usaha layanan cetak karena kegiatan cetak dan fotokopi membutuhkan ketersediaan kertas serta bahan pendukung. Pencatatan manual yang tidak terintegrasi berisiko menimbulkan ketidaksesuaian jumlah stok, keterlambatan informasi, dan kesulitan dalam menelusuri pemakaian barang. Pada periode tertentu, seperti penyusunan skripsi, pengisian KRS, dan administrasi kampus, kebutuhan layanan cetak dapat meningkat sehingga perencanaan stok berdasarkan perkiraan semata berpotensi menimbulkan kelebihan atau kekurangan persediaan.

Penelitian terdahulu telah membahas penggunaan metode peramalan untuk membantu pengendalian inventori. Darwati dan Marita (2022) membahas prediksi persediaan menggunakan Exponential Smoothing, Weighted Moving Average, dan Simple Moving Average. Dzikria dan Nizar (2023) menerapkan Holt-Winters untuk prediksi pengadaan obat, sedangkan Firanda dan Rosnelly (2023) membahas penerapan Triple Exponential Smoothing dalam prediksi inventori gudang. Kajian tersebut menunjukkan relevansi peramalan terhadap perencanaan persediaan, tetapi kebutuhan tiap objek usaha dan integrasi proses bisnisnya berbeda.

Penelitian ini menggabungkan pencatatan transaksi dan persediaan dengan peramalan kebutuhan bulanan serta pemisahan fungsi sistem melalui arsitektur microservices. Arsitektur ini membagi tanggung jawab menjadi layanan autentikasi, persediaan, transaksi, dan peramalan, dengan pertukaran data melalui REST API dan API Gateway. Penggunaan Holt-Winters dipilih karena metode ini memperhitungkan level, tren, dan musiman, dengan periode musiman 12 bulan untuk data bulanan.

Tujuan penelitian adalah membangun sistem persediaan dan layanan cetak berbasis web yang terintegrasi serta mengevaluasi hasil peramalan kebutuhan stok menggunakan MAPE. Kontribusi penelitian terletak pada integrasi data penggunaan barang dari transaksi ke layanan peramalan dalam sistem microservices, serta evaluasi pada sepuluh jenis barang menggunakan data bulanan selama 25 periode.

2. Metode Penelitian

2.1. Pengumpulan data

Data penelitian diperoleh melalui observasi terhadap proses pencatatan persediaan dan transaksi layanan cetak, wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan pemilik dan karyawan, serta studi pustaka mengenai sistem inventori, metode Holt-Winters, MAPE, REST API, dan arsitektur microservices. Data historis yang digunakan untuk evaluasi berupa pemakaian bulanan sepuluh sampel barang selama Juli 2024–Juli 2026, sebanyak 25 periode.

2.2. Pengembangan sistem

Pengembangan perangkat lunak menggunakan metode Waterfall dengan tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Sistem dikembangkan sebagai aplikasi web dengan React JS pada sisi frontend, Node.js dan Express.js pada backend, serta MySQL untuk penyimpanan data. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan Black Box Testing, sedangkan pengujian komunikasi endpoint REST API dilakukan menggunakan Postman.

2.3. Arsitektur microservices

Sistem dibagi menjadi empat layanan. Authentication Service menangani autentikasi pengguna; Inventory Service mengelola master barang dan stok; Transaction Service mencatat transaksi layanan cetak dan penjualan alat tulis kantor; sedangkan Forecasting Service mengolah data historis pemakaian barang untuk menghasilkan estimasi kebutuhan. Frontend mengirim permintaan melalui API Gateway, yang mengarahkan request ke layanan terkait. Data pengguna disimpan pada db_auth, data persediaan pada db_inventori, dan data transaksi pada db_transaksi. Forecasting Service tidak memiliki basis data khusus dan mengambil data historis melalui layanan transaksi.

2.4. Metode Holt-Winters dan evaluasi

Metode Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters) memodelkan tiga komponen, yaitu level, tren, dan musiman. Penelitian menggunakan model musiman aditif dengan periode musiman $L = 12$ bulan. Kombinasi parameter α, β, dan γ diuji, kemudian dipilih berdasarkan MAPE terendah. Dua belas periode awal digunakan untuk inisialisasi, sedangkan evaluasi dilakukan pada 13 periode berikutnya, yaitu Juli 2025 sampai Juli 2026.

Mean Absolute Percentage Error dihitung dengan membandingkan nilai aktual dan hasil ramalan pada setiap periode evaluasi. Nilai MAPE yang lebih kecil menunjukkan persentase kesalahan yang lebih rendah. Kriteria yang digunakan dalam penelitian mengategorikan MAPE di bawah 10% sebagai sangat baik, 10%–20% sebagai baik, 20%–50% sebagai cukup, dan 50% atau lebih sebagai buruk/tidak layak.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

$$MAPE = (1/n)\ \Sigma\ |(Y_t - F_t) / Y_t| \times 100\%$$

Y_t merupakan data aktual pada periode t, F_t merupakan nilai peramalan pada periode t, dan n adalah jumlah periode evaluasi.

2.5. Analisis kebutuhan dan rancangan pengujian

Analisis kebutuhan dilakukan untuk memetakan aktivitas yang perlu didukung oleh aplikasi. Kebutuhan utama meliputi autentikasi pengguna, pengelolaan master barang, pemantauan stok, pencatatan transaksi layanan cetak dan penjualan ATK, penyajian laporan, serta peramalan kebutuhan barang untuk satu bulan berikutnya. Sistem ditujukan untuk penggunaan internal oleh pemilik atau admin dan karyawan. Aplikasi tidak menyediakan portal pelanggan, pembayaran otomatis, integrasi ekspedisi, atau pemesanan barang otomatis kepada pemasok.

Dari sisi data, sistem mengelola data akun, data barang, data persediaan, detail transaksi, dan data historis penggunaan barang. Data transaksi memiliki peran penting karena kuantitas barang yang digunakan menjadi masukan bagi proses peramalan. Agar data historis dapat digunakan, transaksi harus tercatat secara terstruktur dan dapat diambil berdasarkan barang serta periode bulanan. Data yang tidak lengkap atau pencatatan yang tidak konsisten dapat memengaruhi kualitas hasil ramalan.

Pengujian fungsional dilakukan dengan memberikan masukan pada fungsi utama dan membandingkan hasil aktual dengan keluaran yang diharapkan. Pengujian endpoint REST API memeriksa bahwa request diarahkan ke layanan yang tepat dan response dikembalikan dalam format yang dapat diproses frontend. Sementara itu, pengujian peramalan menggunakan data historis yang sama untuk setiap item dan menghitung kesalahan pada periode evaluasi yang telah ditentukan. Pemisahan jenis pengujian tersebut memungkinkan fungsi aplikasi dan hasil peramalan dinilai dari aspek yang berbeda.

2.6. Prosedur peramalan

Prosedur peramalan diawali dengan mengelompokkan kuantitas pemakaian barang ke dalam interval bulanan. Dua belas observasi awal digunakan untuk membentuk inisialisasi level dan komponen musiman, sedangkan tren awal dihitung dari perubahan rata-rata antarperiode sesuai implementasi pada sistem. Selanjutnya, data aktual diproses secara berurutan dengan parameter pemulusan α untuk level, β untuk tren, dan γ untuk musiman. Parameter diuji pada kombinasi nilai yang disediakan sistem, lalu kombinasi dengan MAPE terkecil dipilih sebagai parameter yang digunakan untuk menghasilkan estimasi periode berikutnya.

Dalam bentuk aditif, komponen level memperbarui estimasi dasar data setelah memperhitungkan komponen musiman, sedangkan komponen tren memperbarui arah perubahan antarperiode. Komponen musiman menyimpan selisih pola periode tertentu terhadap level. Nilai ramalan satu periode ke depan menggabungkan level terakhir, tren terakhir, dan komponen musiman untuk periode yang bersesuaian. Pemakaian periode musiman 12 berarti model mempertimbangkan pengulangan pola berdasarkan bulan dalam satu tahun.

Nilai parameter yang dipilih tidak selalu sama untuk seluruh barang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa α dan β terpilih sebesar 0,1 pada sepuluh sampel, sedangkan γ berbeda menurut item. Variasi ini konsisten dengan tujuan pencarian parameter, yakni memilih kombinasi yang menghasilkan kesalahan terkecil untuk masing-masing pola pemakaian. Nilai parameter hasil optimasi tidak dapat dianggap sebagai parameter universal untuk semua barang, karena pola historis dapat berubah ketika data baru ditambahkan.

2.7. Alur data dan integrasi layanan

Alur data dimulai ketika pengguna melakukan autentikasi melalui frontend. Permintaan autentikasi diteruskan ke API Gateway, kemudian diproses oleh Authentication Service. Setelah pengguna memperoleh akses, aktivitas pengelolaan barang diarahkan ke Inventory Service, sedangkan pencatatan penjualan dan layanan cetak diteruskan ke Transaction Service. Pembagian ini mengurangi kebutuhan frontend untuk mengetahui detail implementasi setiap layanan dan menjaga agar fungsi bisnis tidak terkumpul pada satu modul backend.

Pada saat transaksi dicatat, detail barang dan kuantitas pemakaian menjadi bagian dari riwayat transaksi. Data tersebut dapat diminta oleh Forecasting Service melalui endpoint pada Transaction Service. Dengan demikian,

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

layanan peramalan menggunakan data transaksi sebagai sumber data historis, bukan mengandalkan input manual terpisah. Setelah rangkaian perhitungan Holt-Winters selesai, hasil ramalan dan ukuran evaluasi dikirim kembali melalui API Gateway agar dapat ditampilkan pada halaman forecasting.

Rancangan tersebut memiliki konsekuensi bahwa kualitas hasil peramalan bergantung pada kelengkapan data yang disediakan layanan transaksi. Jika transaksi tidak dicatat, kuantitas pemakaian tidak lengkap, atau data tidak dapat dikelompokkan dengan benar menurut bulan, maka model tidak akan menerima gambaran pemakaian yang sesuai. Oleh karena itu, disiplin pencatatan transaksi merupakan bagian dari kualitas proses peramalan, bukan sekadar kebutuhan administratif.

2.8. Pemilihan sampel dan periode evaluasi

Sepuluh sampel dipilih karena dianggap memiliki tingkat pemakaian yang relatif tinggi dan relevan dengan kegiatan layanan cetak. Sampel tersebut mencakup kertas dengan ukuran dan jenis berbeda, serta perlengkapan pendukung berupa map, materai, dan spidol permanen. Pemilihan beragam jenis barang memberi gambaran awal tentang penggunaan Holt-Winters pada data dengan skala kuantitas yang berbeda. Meski demikian, hasil evaluasi hanya mewakili sepuluh sampel tersebut dan tidak dapat langsung diterapkan ke barang yang tidak diuji.

Data terdiri atas 25 periode bulanan mulai Juli 2024 hingga Juli 2026. Dua belas periode pertama digunakan sebagai tahap inisialisasi model musiman. Periode Juli 2025 hingga Juli 2026 menjadi rentang evaluasi yang berjumlah 13 periode. Setelah komponen model diperbarui menggunakan seluruh data yang tersedia sampai Juli 2026, model menghasilkan estimasi untuk Agustus 2026. Karena data aktual Agustus 2026 belum tersedia pada saat pengujian, nilai ramalan untuk bulan tersebut tidak masuk ke perhitungan MAPE.

Pembagian antara inisialisasi dan evaluasi perlu dipahami ketika menafsirkan nilai MAPE. Periode evaluasi tidak mencakup 25 bulan secara penuh, melainkan 13 bulan setelah tahap awal model. Oleh sebab itu, nilai MAPE yang dilaporkan merupakan ringkasan kesalahan pada rentang evaluasi tersebut. Jika penelitian lanjutan menggunakan data yang lebih panjang, evaluasi dapat dilakukan dengan skema rolling-origin atau evaluasi bertahap agar stabilitas kesalahan dari waktu ke waktu dapat diamati.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Implementasi sistem

Sistem yang dibangun menyediakan fitur login, dashboard, pengelolaan data persediaan, pencatatan transaksi, forecasting, dan laporan. Dashboard menyajikan ringkasan informasi operasional, modul persediaan mengelola data barang dan jumlah stok, sedangkan modul transaksi menyimpan transaksi layanan cetak dan penjualan ATK. Data transaksi menjadi sumber historis pemakaian barang untuk proses peramalan. Modul laporan menyajikan rekapitulasi transaksi dan informasi operasional berdasarkan periode yang dipilih.

Pemisahan layanan memperjelas tanggung jawab fungsional. API Gateway menjadi jalur masuk permintaan dari frontend, sementara REST API digunakan untuk pertukaran data antar komponen. Pada proses forecasting, layanan mengambil data historis melalui Transaction Service, menjalankan Holt-Winters, kemudian mengembalikan hasil peramalan dan nilai evaluasi untuk ditampilkan pada aplikasi.

3.2. Pengujian fungsional dan REST API

Pengujian Black Box mencakup proses login, pengelolaan data barang, transaksi, forecasting, dan laporan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilaporkan dalam penelitian, fungsi utama dapat menerima masukan, menjalankan proses sesuai skenario, dan menghasilkan keluaran yang diharapkan. Pengujian REST API menggunakan Postman juga menunjukkan bahwa endpoint yang diuji untuk autentikasi, persediaan, transaksi, dan pengambilan data historis dapat menerima request dan memberikan response JSON sesuai fungsi yang dirancang.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

3.3. Hasil pengujian peramalan

Evaluasi dilakukan terhadap sepuluh sampel barang dengan data historis Juli 2024 sampai Juli 2026. Dua belas periode awal digunakan untuk inisialisasi model, dan 13 periode berikutnya digunakan untuk menghitung MAPE. Tabel 1 merangkum parameter terpilih, tingkat kesalahan, dan estimasi kebutuhan Agustus 2026.

Tabel 1. Hasil evaluasi Holt-Winters dan peramalan Agustus 2026

Barang	α	β	γ	MAPE (%)	Ramalan
Kertas A4 75gsm	0,1	0,1	0,9	5,04	8.410 lembar
Kertas B5 75gsm	0,1	0,1	0,4	4,98	8.509 lembar
Kertas Buffalo	0,1	0,1	0,9	5,18	3.240 lembar
Kertas F4 75gsm	0,1	0,1	0,1	5,35	3.526 lembar
Kertas A5 80gsm	0,1	0,1	0,9	5,20	2.880 lembar
Kertas A3 75gsm	0,1	0,1	0,9	5,15	2.658 lembar
Map Kertas	0,1	0,1	0,9	5,06	51 unit
Materai	0,1	0,1	0,9	4,81	26 unit
Spidol Permanen	0,1	0,1	0,9	6,55	16 unit
Map Amplop	0,1	0,1	0,2	5,44	16 unit

Seluruh sampel memperoleh MAPE di bawah 10%, yaitu pada rentang 4,81%–6,55%, sehingga masuk kategori sangat baik berdasarkan kriteria yang digunakan. Materai memiliki MAPE terendah sebesar 4,81%, sedangkan Spidol Permanen memiliki MAPE tertinggi sebesar 6,55%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kesalahan ramalan berbeda menurut pola pemakaian masing-masing barang. Walaupun seluruh nilai berada dalam kategori yang sama, nilai tersebut tidak berarti ramalan selalu tepat; hasil tetap perlu dipertimbangkan bersama kondisi stok dan kebutuhan operasional.

Estimasi Agustus 2026 menunjukkan kebutuhan tertinggi pada Kertas B5 75gsm sebanyak 8.509 lembar dan Kertas A4 75gsm sebanyak 8.410 lembar. Kebutuhan terendah dalam sampel berupa Spidol Permanen dan Map Amplop, masing-masing 16 unit. Informasi ramalan ini dapat digunakan sebagai masukan perencanaan pembelian, bukan sebagai instruksi pengadaan otomatis. Jumlah pembelian tetap perlu mempertimbangkan stok tersedia, pola pemakaian terbaru, dan keputusan pemilik usaha.

3.4. Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa integrasi persediaan, transaksi, laporan, dan forecasting dapat mendukung proses operasional dalam satu aplikasi. Pencatatan transaksi yang terstruktur menyediakan data historis untuk analisis kebutuhan, sehingga proses peramalan tidak perlu bergantung pada pencatatan terpisah. Penerapan microservices juga membuat fungsi autentikasi, persediaan, transaksi, dan peramalan memiliki batas tanggung jawab yang lebih jelas, sementara komunikasi dilakukan melalui API.

Nilai MAPE pada seluruh sampel menunjukkan bahwa Holt-Winters menghasilkan kesalahan relatif rendah pada data yang dievaluasi. Namun, evaluasi ini menggunakan 25 periode bulanan dan hanya sepuluh jenis barang; karena itu, hasil belum dapat digeneralisasikan ke seluruh barang atau periode yang lebih panjang. Data yang digunakan juga berfokus pada riwayat pemakaian, tanpa variabel eksternal seperti harga, promosi, perubahan tarif, atau kondisi ekonomi. Peramalan sebaiknya dipandang sebagai informasi pendukung dan dievaluasi kembali ketika data aktual periode berikutnya tersedia.

Keterbatasan lainnya adalah pengujian fungsional dan REST API dilakukan berdasarkan skenario yang telah ditetapkan, sehingga belum memberikan ukuran performa pada beban akses tinggi. Pengembangan berikutnya dapat memperluas periode data, membandingkan Holt-Winters dengan metode lain, serta menambahkan pemantauan performa layanan.

3.5. Ringkasan pengujian fungsi sistem

Pengujian fungsional pada skripsi mencakup fungsi inti aplikasi, yaitu login, data barang, transaksi, forecasting, dan laporan. Ringkasan pada Tabel 2 disusun dari ruang lingkup pengujian yang dilaporkan dalam penelitian. Tabel ini merangkum aspek yang diperiksa tanpa menambahkan jumlah kasus uji atau persentase keberhasilan yang tidak dinyatakan secara eksplisit dalam laporan hasil.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Tabel 2. Ringkasan aspek pengujian sistem

Modul	Aspek yang diperiksa	Hasil yang dilaporkan
Login	Validasi masukan akun dan akses ke sistem	Berjalan sesuai skenario
Persediaan	Pengelolaan data barang dan informasi stok	Berjalan sesuai skenario
Transaksi	Pencatatan transaksi layanan cetak dan ATK	Berjalan sesuai skenario
Forecasting	Pemilihan barang, pemrosesan data historis, dan tampilan hasil	Berjalan sesuai skenario
Laporan	Penyajian rekapitulasi transaksi dan informasi laporan	Berjalan sesuai skenario
REST API	Request dan response endpoint layanan melalui Postman	Response JSON sesuai fungsi yang diuji

Ringkasan tersebut menunjukkan bahwa pengujian difokuskan pada kesesuaian perilaku fungsi terhadap kebutuhan yang telah ditetapkan. Karena hasil yang tersedia bersifat fungsional, penelitian ini belum menyimpulkan kapasitas maksimum pengguna, waktu respons pada beban tinggi, atau ketahanan layanan ketika salah satu service tidak tersedia. Pengujian lanjutan dengan pengukuran performa dan simulasi kegagalan layanan dapat memperluas bukti tentang kualitas implementasi.

3.6. Interpretasi hasil ramalan dan implikasi operasional

Peramalan kebutuhan barang mempunyai implikasi yang berbeda menurut satuan dan volume pemakaiannya. Kertas A4 dan B5 diperkirakan memiliki kebutuhan ribuan lembar pada Agustus 2026, sedangkan perlengkapan seperti materai, spidol permanen, dan map dihitung dalam unit yang lebih kecil. Oleh karena itu, angka ramalan perlu ditampilkan bersama satuan barang agar tidak terjadi salah interpretasi saat digunakan dalam perencanaan pengadaan. Perbandingan antarbarang sebaiknya tidak hanya berfokus pada angka ramalan mentah, karena satuan dan tingkat pemakaian masing-masing item berbeda.

Nilai MAPE membantu membandingkan kesalahan relatif antarbarang, tetapi tidak menjelaskan seluruh dampak operasional dari kesalahan tersebut. Kesalahan sebesar lima persen pada barang yang digunakan dalam jumlah besar dapat menghasilkan selisih kuantitas yang lebih besar daripada kesalahan serupa pada barang dengan pemakaian rendah. Untuk alasan itu, pengelola persediaan tetap perlu meninjau ramalan bersama stok akhir, riwayat transaksi terbaru, dan kebutuhan layanan yang diketahui. Sistem dalam penelitian ini memberikan rekomendasi kebutuhan, bukan keputusan pengadaan otomatis.

Siklus musiman 12 bulan ditentukan untuk merepresentasikan kemungkinan pola tahunan dalam penggunaan bahan layanan cetak. Akan tetapi, 25 observasi bulanan berarti data hanya mencakup sedikit lebih dari dua tahun. Panjang data tersebut membatasi jumlah siklus tahunan lengkap yang dapat dipelajari model. Ketika tersedia data beberapa tahun berikutnya, model dapat diuji kembali untuk mengetahui apakah pola musiman masih bertahan atau mengalami perubahan. Pengujian ulang secara berkala penting agar rekomendasi tidak hanya mengandalkan pola historis yang sudah tidak relevan.

Selain menambah panjang data, pengembangan dapat menguji pendekatan aditif terhadap bentuk musiman multiplikatif apabila besarnya fluktuasi berubah seiring tingkat pemakaian. Perbandingan dengan metode lain seperti ARIMA atau metode pemulusan yang lebih sederhana juga dapat memberikan gambaran apakah tambahan komponen tren dan musiman memberikan manfaat pada tiap jenis barang. Perbandingan perlu menggunakan periode evaluasi yang konsisten dan data aktual yang tidak dipakai untuk memilih parameter, sehingga hasil akurasi lebih objektif.

3.7. Keterbatasan penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang perlu dipertimbangkan ketika menerapkan hasilnya. Pertama, evaluasi peramalan terbatas pada sepuluh barang terpilih dan tidak mencakup seluruh jenis barang yang dapat dikelola aplikasi. Kedua, data historis dibatasi pada Juli 2024 sampai Juli 2026 dan peramalan dilakukan untuk satu bulan ke depan, yaitu Agustus 2026. Ketiga, model hanya menggunakan riwayat penggunaan barang dan tidak memasukkan faktor eksternal seperti perubahan harga, promosi, tarif layanan, kondisi ekonomi, atau perubahan kegiatan akademik.

Keempat, hasil MAPE dihitung pada 13 periode evaluasi setelah inisialisasi. Angka MAPE yang rendah menggambarkan kecocokan model terhadap periode evaluasi yang digunakan, tetapi tidak menjamin tingkat

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

kesalahan yang sama pada periode mendatang. Kelima, pengujian sistem yang dilaporkan berfokus pada fungsi dan endpoint API, bukan pada benchmark performa, keamanan menyeluruh, atau pengujian beban. Batasan tersebut menjadi dasar bagi penelitian lanjutan untuk memperpanjang periode data, menguji model pada lebih banyak item, dan memperluas pengujian kualitas sistem.

3.8. Rangkuman estimasi kebutuhan Agustus 2026

Hasil peramalan memberikan estimasi kebutuhan yang dapat membantu pemilik usaha membandingkan kebutuhan bulan berikutnya dengan stok yang tersedia. Untuk Kertas A4 75gsm, hasil ramalan adalah 8.410 lembar, sedangkan Kertas B5 75gsm sebesar 8.509 lembar. Kertas Buffalo diperkirakan 3.240 lembar, Kertas F4 75gsm 3.526 lembar, Kertas A5 80gsm 2.880 lembar, dan Kertas A3 75gsm 2.658 lembar. Angka-angka ini memperlihatkan bahwa jenis kertas yang digunakan pada layanan cetak membentuk porsi kebutuhan terbesar di antara sampel yang diuji.

Untuk barang pendukung, estimasi kebutuhan Agustus 2026 adalah 51 unit Map Kertas, 26 unit Materai, 16 unit Spidol Permanen, dan 16 unit Map Amplop. Angka tersebut menggunakan satuan sesuai jenis barang. Saat digunakan untuk keputusan operasional, kuantitas ramalan perlu dibandingkan dengan stok yang benar-benar tersedia pada saat keputusan dilakukan. Jika stok masih mencukupi, kebutuhan ramalan tidak otomatis berarti jumlah yang sama harus dibeli; jika stok lebih rendah dari kebutuhan, pengelola dapat mempertimbangkan selisih kebutuhan dengan stok dan faktor operasional lain.

Perbedaan skala ramalan menunjukkan pentingnya penyajian hasil dalam konteks satuan dan karakteristik item. Mengurutkan barang hanya berdasarkan nilai kuantitas akan membuat barang kertas tampak lebih dominan karena dihitung dalam lembar, sementara perlengkapan lain dihitung dalam unit. Karena itu, dashboard forecasting sebaiknya menampilkan nama barang, satuan, hasil ramalan, stok tersedia, dan rekomendasi pengadaan secara bersamaan. Penelitian ini melaporkan bahwa sistem menampilkan sisa stok dan rekomendasi jumlah pengadaan sebagai informasi pendukung, tetapi keputusan akhir tetap berada pada pengguna.

3.9. Relevansi dengan penelitian sebelumnya

Penggunaan metode pemulusan eksponensial untuk peramalan inventori telah dibahas dalam penelitian sebelumnya. Darwati dan Marita (2022) membandingkan beberapa metode peramalan persediaan, sedangkan Firanda dan Rosnelly (2023) membahas Triple Exponential Smoothing pada inventori gudang. Dzikria dan Nizar (2023) menerapkan Holt-Winters pada kebutuhan pengadaan obat. Penelitian tersebut menjadi konteks bahwa data historis dapat digunakan untuk menghasilkan estimasi kebutuhan barang pada bidang operasional yang berbeda.

Penelitian ini berbeda pada fokus integrasi aplikasi: proses pengelolaan persediaan, transaksi layanan cetak, laporan, dan peramalan ditempatkan dalam satu sistem web yang dibagi menjadi beberapa microservices. Forecasting Service mengambil data melalui layanan transaksi sehingga proses peramalan terhubung dengan data operasional yang dicatat oleh pengguna. Pemisahan tersebut sejalan dengan prinsip arsitektur layanan yang membatasi tanggung jawab setiap komponen (Newman, 2021), walaupun penelitian ini belum mengukur secara kuantitatif keuntungan performa atau skalabilitas yang diperoleh.

Nilai tambah lain adalah evaluasi peramalan dilakukan pada sepuluh item dengan data bulanan 25 periode dan hasil ramalan satu bulan ke depan. Nilai MAPE berada di bawah 10% pada semua sampel, namun perbandingan langsung dengan penelitian terdahulu perlu dilakukan secara hati-hati karena jenis data, rentang waktu, jumlah sampel, dan skema evaluasinya mungkin berbeda. Dengan demikian, hasil penelitian ini paling tepat dipahami sebagai bukti bahwa metode dapat diterapkan pada data yang digunakan, bukan bukti bahwa metode selalu lebih unggul daripada alternatif lain.

3.10. Pembahasan arsitektur dan pemeliharaan

Penggunaan API Gateway memberikan satu jalur akses bagi frontend ke layanan backend. Dalam konteks aplikasi ini, gateway melakukan routing permintaan ke layanan yang sesuai dan mendukung pengelolaan autentikasi sebelum request diproses. Pendekatan ini menyederhanakan interaksi dari sisi frontend karena aplikasi tidak perlu mengelola alamat setiap layanan secara terpisah. Pada saat yang sama, pembagian layanan mengharuskan setiap

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

endpoint memiliki kontrak request dan response yang jelas agar perubahan pada satu layanan tidak menimbulkan ketidaksesuaian pada layanan lain.

Database dipisahkan berdasarkan tanggung jawab layanan. Data autentikasi disimpan pada db_auth, data persediaan pada db_inventori, dan data transaksi pada db_transaksi. Forecasting Service tidak memiliki basis data khusus pada rancangan yang dilaporkan, melainkan meminta data historis dari Transaction Service. Pemisahan tersebut mendukung batas kepemilikan data antarlayanan. Namun, layanan forecasting tetap bergantung pada ketersediaan endpoint transaksi dan konsistensi format data yang dikirimkan. Oleh sebab itu, dokumentasi endpoint, penanganan error, dan validasi data merupakan aspek penting dalam pemeliharaan sistem.

Pemeliharaan sistem dilakukan dengan memanfaatkan GitHub sebagai version control untuk menyimpan kode frontend, backend, dan komponen basis data. Riwayat commit membantu menelusuri perubahan kode dan menyediakan cara untuk kembali ke versi sebelumnya apabila perbaikan menimbulkan masalah. Aktivitas pemeliharaan yang dijelaskan dalam penelitian meliputi perbaikan bug, pengembangan fitur, dan pencadangan source code. Praktik tersebut mendukung pengelolaan perubahan secara terstruktur, walaupun pemantauan terpusat dan orkestrasi layanan belum menjadi bagian dari cakupan implementasi.

3.11. Dampak hasil penelitian bagi pengelolaan persediaan

Pada proses manual, keputusan pengadaan sering dilakukan berdasarkan perkiraan pengguna dan ingatan terhadap pola pemakaian. Sistem yang dikembangkan menyediakan riwayat transaksi yang lebih terstruktur dan hasil estimasi untuk periode berikutnya. Perubahan ini dapat membantu pengguna membandingkan kebutuhan yang diperkirakan dengan ketersediaan stok, sekaligus mempermudah penelusuran alasan suatu kebutuhan diperkirakan meningkat atau menurun. Manfaat utamanya adalah tersedianya informasi pendukung yang lebih terorganisasi, bukan penghapusan kebutuhan atas penilaian manusia.

Penggunaan hasil ramalan perlu memperhatikan perbedaan antara kebutuhan dan jumlah pembelian. Ramalan memperkirakan total pemakaian yang mungkin terjadi selama periode berikutnya, sedangkan jumlah pengadaan seharusnya mempertimbangkan stok yang tersedia dan kebijakan operasional. Sebagai contoh, jika estimasi kebutuhan satu bulan lebih kecil daripada stok yang masih tersedia, pemilik usaha mungkin tidak perlu membeli jumlah penuh sesuai ramalan. Sebaliknya, jika stok tersedia lebih rendah daripada kebutuhan yang diperkirakan, informasi tersebut dapat menjadi dasar untuk mengevaluasi jumlah pembelian. Penelitian ini tidak menerapkan optimasi EOQ, safety stock, atau reorder point, sehingga keputusan pengadaan belum dihitung melalui model optimasi persediaan.

Informasi ramalan juga dapat menjadi bahan evaluasi setelah periode berjalan. Ketika data aktual Agustus 2026 tersedia, pengguna dapat membandingkan pemakaian aktual dengan hasil ramalan dan menghitung kesalahan untuk periode tersebut. Proses ini memungkinkan evaluasi berkala apakah parameter dan pola musiman masih sesuai. Jika penyimpangan meningkat, pengelola dapat memeriksa apakah perubahan disebabkan oleh data transaksi yang tidak lengkap, pola permintaan yang berubah, atau faktor eksternal yang tidak dimasukkan ke model.

3.12. Arah pengembangan lanjutan

Pengembangan selanjutnya dapat menambahkan modul pemasok, riwayat harga beli, dan pencatatan purchase order agar proses pengadaan lebih terdokumentasi. Notifikasi stok kritis juga dapat membantu pengguna meninjau barang yang mendekati batas persediaan minimum. Fitur semacam ini perlu dirancang agar tidak menggantikan hasil forecasting, melainkan melengkapinya: peramalan memberikan estimasi kebutuhan berdasarkan pola historis, sedangkan notifikasi stok memberikan informasi berdasarkan kondisi persediaan saat ini.

Dari sisi arsitektur, penggunaan containerization dan orkestrasi dapat dipertimbangkan apabila jumlah layanan dan kebutuhan deployment meningkat. Centralized logging dan monitoring dapat membantu mengidentifikasi error pada layanan autentikasi, inventori, transaksi, maupun forecasting. Message broker juga dapat dievaluasi untuk proses komunikasi yang tidak harus menunggu respons sinkron, khususnya ketika transaksi memicu pembaruan data lain. Semua opsi tersebut merupakan rekomendasi pengembangan dan bukan fitur yang dinyatakan telah diterapkan dalam sistem saat ini.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Dari sisi algoritma, penelitian berikutnya dapat membandingkan Holt-Winters dengan ARIMA, metode Exponential Smoothing lain, atau pendekatan machine learning apabila data yang tersedia memadai. Perbandingan sebaiknya menggunakan pembagian data dan periode evaluasi yang sama, mencatat parameter setiap metode, serta melaporkan bukan hanya rata-rata MAPE tetapi juga variasi kesalahan antarperiode. Untuk menguji manfaat operasional, evaluasi dapat menambahkan ukuran kuantitas selisih, simulasi keputusan pengadaan, dan analisis apakah penggunaan ramalan mengurangi kejadian kekurangan atau kelebihan stok.

Penerapan sistem juga mengubah peran data transaksi dari sekadar catatan operasional menjadi sumber informasi untuk perencanaan. Ketika riwayat pemakaian tercatat secara konsisten, pengelola dapat memanfaatkan data yang sama untuk menyusun laporan dan menghitung kebutuhan periode mendatang. Integrasi ini mengurangi pekerjaan pengumpulan data secara terpisah, tetapi tetap membutuhkan prosedur operasional yang jelas agar setiap transaksi dicatat pada waktu yang tepat dan dengan kuantitas yang benar. Dengan kata lain, keberhasilan peramalan tidak hanya ditentukan oleh algoritma, melainkan juga oleh tata kelola data yang digunakan sebagai masukan.

Dalam interpretasi hasil, nilai MAPE yang relatif rendah pada periode evaluasi merupakan temuan penting, tetapi bukan satu-satunya indikator manfaat sistem. Kinerja operasional juga bergantung pada ketepatan pembaruan stok, kemudahan pengguna menjalankan fungsi, dan kemampuan layanan bertukar data tanpa kehilangan informasi. Evaluasi berikutnya dapat menggabungkan pengukuran akurasi ramalan dengan wawancara pengguna setelah pemakaian sistem, pencatatan kesalahan transaksi, dan pengamatan terhadap keputusan pembelian. Dengan pendekatan tersebut, manfaat sistem dapat dinilai dari sisi teknis dan dari sisi dukungan terhadap proses bisnis.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem persediaan dan layanan cetak berbasis web yang mengintegrasikan pengelolaan pengguna, persediaan, transaksi, laporan, dan peramalan kebutuhan stok. Sistem menerapkan arsitektur microservices melalui Authentication Service, Inventory Service, Transaction Service, dan Forecasting Service yang berkomunikasi menggunakan REST API melalui API Gateway. Pengujian fungsional dan endpoint API yang dilaporkan menunjukkan bahwa fungsi utama berjalan sesuai skenario yang dirancang. Penerapan Triple Exponential Smoothing (Holt-Winters) dengan siklus musiman 12 bulan pada sepuluh sampel barang menghasilkan nilai MAPE antara 4,81% dan 6,55%. Seluruh nilai berada di bawah 10% dan termasuk kategori sangat baik berdasarkan kriteria penelitian. Ramalan kebutuhan Agustus 2026 dapat digunakan sebagai informasi pendukung perencanaan persediaan, tetapi keputusan pengadaan tetap perlu mempertimbangkan stok tersedia dan penilaian pengguna. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data historis yang lebih panjang dan membandingkan beberapa metode peramalan untuk menilai kesesuaian model pada pola penggunaan barang yang berbeda.

Referensi

1. Abdy, M., Irwan, I., & Mayangsari. (2024). Penerapan metode Triple Exponential Smoothing Holt Winters dalam meramalkan jumlah keberangkatan penumpang kapal di Pelabuhan Soekarno-Hatta Makassar. SAINTIFIK, 10(2), 182–190.
2. Darwati, I., & Marita, L. S. (2022). Rancang bangun program prediksi persediaan barang menggunakan metode Exponential Smoothing. Simpatik: Jurnal Sistem Informasi dan Informatika, 2(2), 76–81.
3. Doni, M., Fatchan, M., & Hadikristanto, W. (2023). Sistem informasi inventori gudang untuk mengontrol persediaan barang pada gudang studi kasus: PT. LG Indonesia. Jurnal JTIK, 7(4), 611–619.
4. Dzikria, I., & Nizar, M. M. (2023). Prediksi pengadaan obat di ruang obat fasilitas kesehatan tingkat pertama dengan algoritma Holt-Winters Exponential Smoothing. Media Jurnal Informatika, 15(1).
5. Firanda, G., & Rosnelly, R. (2023). The application of the Triple Exponential Smoothing method in the prediction of warehouse inventory. Jurnal Informatika Kaputama, 7(1), 47–56.
6. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2021). Forecasting: Principles and Practice (3rd ed.). OTexts.
7. Irianto, M. B., Widiyono, W., & Darmawan, A. S. (2025). Peramalan penjualan asinan buah menggunakan Holt Winters Python di Toko Berbuah Dingin. Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI), 8(2).
8. Julio, E., & Pakereng, M. A. I. (2021). Implementasi API Payment Gateway menggunakan arsitektur microservice. Jurnal Informatika, 8(2), 123–130.
9. Junaidi. (2022). Rancang bangun sistem aplikasi inventory barang (studi kasus: Koperasi Karyawan Taman Mini Indonesia Indah). Jurnal Information System, 2(2), 117–121.
10. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2022). Management Information Systems: Managing the Digital Firm (17th ed.). Pearson.
11. Marita, L. S., & Darwati, I. (2022). Prediksi persediaan barang menggunakan metode Weighted Moving Average, Exponential Smoothing dan Simple Moving Average. Jurnal Tekno Kompak, 16(1), 56–68.
12. Nasution, N., & Iswari, L. (2021). Penerapan React JS pada pengembangan FrontEnd aplikasi startup Ubaform. AUTOMATA, 2(2).
13. Newman, S. (2021). Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems (2nd ed.). O'Reilly Media.
14. Pratiwi, R., & Triase. (2025). Prediksi kebutuhan peralatan gudang menggunakan Triple Exponential Smoothing dalam sistem inventaris berbasis Android. Jurnal Algoritma, 22(2).
15. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2022). Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

16. Rachmayani, N. A., Fatkhudin, A., & Artanto, F. A. (2024). Komparasi metode Exponential Smoothing dan Holt-Winters untuk meramalkan alkohol swab di laboratorium keperawatan FIKES UMPP. Jurnal Surya Informatika, 14(2), 50–56.
17. Rahmad, Y. H. (2024). Forecasting raw material inventory using Exponential Smoothing and Moving Average methods. IJESPG, 2(2), 18–25.
18. Razzaq, A., & Ghayyur, S. A. K. (2023). A systematic mapping study: The new age of software architecture from monolithic to microservice architecture—awareness and challenges. Computer Applications in Engineering Education, 31(2), 421–451.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i3.14531
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)