

ABSTRAK

Latar Belakang: Pengelolaan persediaan obat yang efektif dan efisien merupakan tantangan penting dalam sistem logistik farmasi rumah sakit, khususnya di Instalasi Farmasi Rawat Jalan Rumah Sakit Akademik Universitas Gadjah Mada (RSA UGM). Permasalahan seperti kekosongan stok (*stock-out*) maupun kelebihan stok (*overstock*) masih sering terjadi akibat keterbatasan sistem monitoring yang belum adaptif terhadap dinamika Permintaan dan variasi waktu tunggu (*lead time*). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan berbasis data yang mampu mendukung pengambilan keputusan secara lebih akurat dan responsif.

Tujuan Penelitian: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring stok obat berbasis *Artificial Intelligence* guna mendukung penentuan titik pemesanan ulang (*Reorder Point/ROP*) secara adaptif berdasarkan pola Permintaan dan *lead-time demand* di Instalasi Farmasi Rawat Jalan RSA UGM.

Metode Penelitian: Penelitian ini menggunakan data agregat harian per SKU yang mencakup stok awal, pemasukan, pengeluaran, serta waktu pemesanan. Data dibersihkan dan direkam fitur untuk membentuk variabel *Lead-Time Demand* (LTD). Model *Quantile Regression* pada persentil ke-90 (P90) digunakan untuk mengestimasi permintaan sebagai dasar perhitungan ROP dinamis. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *pinball loss* dan *Mean Absolute Error* (MAE), serta dibandingkan dengan pendekatan baseline berbasis rata-rata.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola permintaan obat pada pelayanan farmasi rawat jalan memiliki variabilitas yang tinggi baik secara harian maupun bulanan, sehingga pendekatan konvensional berbasis rata-rata tidak cukup adaptif dalam pengendalian persediaan. Implementasi model *Quantile Regression* P90 mampu mengakomodasi distribusi permintaan yang tidak normal dan menghasilkan estimasi kebutuhan selama *lead time* yang lebih representatif, dengan target *service level* sebesar 90% sehingga risiko *stock-out* dapat ditekan hingga di bawah 10%. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa distribusi penggunaan obat bersifat terkonsentrasi (Pareto), dengan sejumlah kecil item menyumbang sebagian besar volume pemakaian, serta memiliki tingkat variabilitas tinggi (rata-rata koefisien variasi >2), yang mengindikasikan perlunya pendekatan monitoring yang berbasis prioritas. Evaluasi baseline menunjukkan bahwa metode *Moving Average* 7 hari (MA7) lebih stabil dibandingkan pendekatan rata-rata lainnya dalam memantau deviasi permintaan aktual. Selain itu, sistem monitoring yang dikembangkan mampu mengklasifikasikan kondisi stok menjadi kategori aman, waspada, dan kritis, dimana sebagian besar kondisi berada pada kategori aman, namun masih ditemukan kondisi risiko pada periode tertentu. Secara keseluruhan, integrasi model ROP berbasis kuantil, analisis variabilitas permintaan, dan visualisasi dashboard terbukti meningkatkan ketepatan pengendalian persediaan serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat, adaptif, dan berbasis data dalam manajemen logistik farmasi.

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Reorder Point, Lead-Time Demand, Monitoring Stok Obat, Rumah Sakit

ABSTRACT

Background: Effective and efficient drug inventory management remains a critical challenge in hospital pharmacy logistics, particularly in the Outpatient Pharmacy Unit of Universitas Gadjah Mada Academic Hospital (RSA UGM). Issues such as stock-outs and overstock frequently occur due to limited monitoring systems that are not adaptive to demand variability and lead-time fluctuations. Therefore, a data-driven approach is required to support more accurate and responsive decision-making.

Objective: This study aims to develop an Artificial Intelligence-based drug inventory monitoring system to support dynamic reorder point (ROP) determination based on demand patterns and lead-time demand in the outpatient pharmacy setting.

Methods: This study utilized aggregated daily SKU-level data, including initial stock, inflow, outflow, and ordering time. Data preprocessing and feature engineering were conducted to construct *Lead-Time Demand* (LTD). A *Quantile Regression* model at the 90th percentile (P90) was applied to estimate demand as the basis for dynamic ROP calculation. Model performance was evaluated using *pinball loss* and *Mean Absolute Error* (MAE), and compared with a baseline mean-based approach..

Results: The findings indicate that drug demand patterns exhibit high variability at both daily and monthly levels, making conventional mean-based approaches insufficient for effective inventory control. The implementation of the P90 Quantile Regression model successfully captures non-normal demand distributions and provides more robust lead-time demand estimation, achieving a target service level of 90% and reducing stock-out risk to below 10%. Further analysis reveals a Pareto distribution in drug utilization, where a small number of items account for the majority of demand, accompanied by high variability (coefficient of variation >2), emphasizing the need for priority-based monitoring. Baseline evaluation shows that the 7-day moving average (MA7) provides more stable demand monitoring compared to other averaging methods. The developed system is capable of classifying stock conditions into safe, warning, and critical levels, where most stock conditions fall within the safe category, although risk conditions still occur during certain periods. Overall, the integration of quantile-based ROP modeling, demand variability analysis, and dashboard visualization significantly improves inventory control accuracy and supports more adaptive, data-driven decision-making in hospital pharmacy management.

Keywords: Artificial Intelligence, Reorder Point, P90, Lead-Time Demand, Quantile Regression, Mean Absolute Error, Hospital Pharmacy, RSA UGM.