



Tersedia secara online di <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jatiunik/index>

JATI UNIK

Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri



Analisis Kebutuhan Reagen Kimia Klinik Dan Pengelolaan *Safety Stock* Menggunakan *Time Series* Di RSUD Siti Fatimah

Nisrina Ulfah¹, Winny Andalia^{*2}, Hermanto MZ³

nisrinaulfah96@gmail.com¹, winnyandalia@univ-tridinanti.ac.id^{*2}, hermantoemzed@gmail.com³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 16 – Juli - 2025

Revised : 30 – September - 2025

Accepted : 17 – Oktober - 2025

Keywords :

*Clinical Chemistry Reagents,
Time Series Forecasting,
Safety Stock*

Abstract

Clinical chemistry reagents are important components in supporting the smooth running of medical laboratory examinations. Timely availability of these reagents significantly affects the speed and accuracy of diagnoses. Meanwhile, at Siti Fatimah Hospital, reagent management faces challenges due to fluctuations in demand and delays in procurement, potentially hindering services and leading to patient referrals to external facilities. For this reason, a more accurate planning strategy is needed. One of them is through the application of the Production and Operations Management (POM) principle, which can increase efficiency in managing Safety stock based on historical data. This study aims to develop a forecasting model for the need for Creatinine, blood urea, and alkaline phosphatase reagents. Then, design an optimal Safety stock plan to anticipate demand uncertainty. This study uses a quantitative descriptive method. Data were collected through observation, interviews, and documentation. Data were processed using QM for Windows software to obtain time series forecasting results and Safety stock calculations. The results of the analysis showed that the linear trend method was the best forecasting method for the need for Creatinine and blood urea reagents. For alkaline phosphatase, the best method is Exponential Smoothing With Trend. Then, in the calculation of Safety stock, the assumption of a service level of 95% produces reserves of 99.56 mL for Creatinine, 87.85 mL for blood urea, and 3.80 mL for alkaline phosphatase. This method proves effective in ensuring optimal reagent availability and minimizing stockout risks.

Abstrak

Reagen kimia klinik merupakan komponen penting dalam mendukung kelancaran pemeriksaan laboratorium medis. Ketersediaan reagen yang tepat waktu sangat memengaruhi kecepatan dan akurasi diagnosis. Di RSUD Siti Fatimah, pengelolaan reagen menghadapi tantangan berupa fluktuasi permintaan dan keterlambatan pengadaan, yang dapat menghambat pelayanan dan menyebabkan rujukan pasien ke layanan eksternal. Oleh karena itu, dibutuhkan strategi perencanaan yang akurat melalui penerapan prinsip *Production and Operations Management* (POM), khususnya dalam pengelolaan *safety stock* berbasis data historis. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model peramalan kebutuhan reagen *Creatinine*, *Ureum Darah* dan *Fosfatase Alkali* serta merancang perencanaan *safety stock* yang optimal untuk mengantisipasi

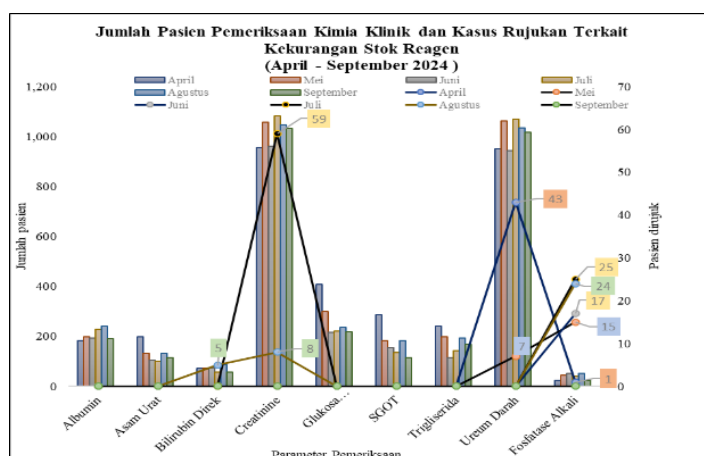
Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format: Ulfah, N., Andalia, W., & Hermanto, M. Z. (2025). Analisis kebutuhan reagen kimia klinik dan pengelolaan *safety stock* menggunakan *time series* di RSUD Siti Fatimah. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 9(1), 62–74.

ketidakpastian permintaan. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Pengolahan data dilakukan menggunakan *software* QM for Windows untuk menghasilkan peramalan *time series* dan perhitungan *safety stock*. Hasil menunjukkan bahwa metode *Trend Linier* merupakan metode terbaik untuk reagen Creatinine dan Ureum Darah, sedangkan Fosfatase Alkali menggunakan *Exponential Smoothing with Trend*. Dengan tingkat layanan 95%, diperoleh cadangan masing-masing sebesar 99,56 mL, 87,85 mL, dan 3,80 mL. Metode ini terbukti efektif dalam menjamin ketersediaan reagen secara optimal.

1. Pendahuluan

Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Siti Fatimah merupakan rumah sakit rujukan tipe B di Provinsi Sumatera Selatan yang memberikan pelayanan kesehatan, termasuk melalui Instalasi Laboratorium Patologi Klinik. Laboratorium ini memiliki peran penting dalam pemeriksaan kimia klinik yang membutuhkan reagen habis pakai secara berkesinambungan. Ketidaktersediaan reagen dapat menghambat proses analisis dan menurunkan kualitas layanan laboratorium. Oleh karena itu, pengelolaan kebutuhan dan ketersediaan reagen habis pakai menjadi hal penting untuk menjaga ketepatan waktu dan mutu hasil pemeriksaan di RSUD Siti Fatimah.

Namun peningkatan jumlah pasien dan kompleksitas pemeriksaan menyebabkan tantangan dalam pengelolaan persediaan reagen. Keterlambatan pengadaan menyebabkan laboratorium yang menjadi objek penelitian mengalami kekurangan stok reagen, sehingga proses pemeriksaan terhambat dan sebagian pasien harus dirujuk ke layanan eksternal. Kondisi ini menurunkan efisiensi pelayanan laboratorium. Gambar 1 menunjukkan tren penggunaan reagen dari bulan April hingga September 2024 pada beberapa pemeriksaan utama di laboratorium.



Gambar 1. Tren Penggunaan Reagen April-September 2024
(Sumber : Olah data, 2024)

Tren penggunaan reagen pada April–September 2024 mengalami fluktuasi yang signifikan. *Creatinine* naik 16,7% dari April ke Mei, turun 32,1% pada Juni, lalu kembali meningkat 22,6% pada Juli–Agustus, dengan jumlah pasien rujukan tertinggi mencapai 59 kasus pada Mei. Ureum Darah menunjukkan pola serupa, meningkat 11–22% tiap bulan namun sempat turun 33,9% pada Juni, yang beriringan dengan tingginya kasus rujukan (43 kasus pada Juli). Fosfatase Alkali, meskipun volumenya kecil, mengalami lonjakan hampir 95% dari April ke Mei. Namun menurun kembali 40,5% pada September, dan turut memunculkan rujukan pasien (Gambar 1). Kondisi ini menunjukkan bahwa penurunan ketersediaan reagen dapat berdampak pada peningkatan jumlah pasien rujukan. Ketidaktersediaan reagen menyebabkan beberapa pemeriksaan tidak dapat dilakukan tepat waktu, sehingga pasien harus dirujuk ke fasilitas lain. Hal ini menimbulkan ketidaknyamanan bagi pasien dan dapat memengaruhi citra pelayanan laboratorium. Oleh karena itu, pemantauan stok reagen secara berkala sangat diperlukan untuk menjaga mutu layanan RSUD Siti Fatimah tanpa bergantung pada layanan eksternal. Tiga jenis pemeriksaan utama, yaitu *creatinine*, ureum darah, dan fosfatase alkali, memiliki pengaruh signifikan terhadap kebutuhan reagen dan menjadi fokus penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan stok di RSUD Siti Fatimah.

Ketidaktepatan dalam memperkirakan kebutuhan reagen dapat menyebabkan kekurangan stok di laboratorium. Kondisi ini juga terjadi di RSUD Siti Fatimah karena perencanaan kebutuhan reagen belum optimal terhadap variasi jumlah pemeriksaan setiap bulan. Oleh karena itu, diperlukan sistem peramalan yang efektif untuk memperkirakan kebutuhan reagen dengan mempertimbangkan variasi permintaan dan keterlambatan pasokan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa metode peramalan deret waktu (*time series forecasting*) efektif digunakan dalam pengambilan keputusan di bidang kesehatan. Lin et al. [1] melaporkan akurasi tinggi dengan MAPE sebesar 9,56%, sedangkan Shah et al. [2] menemukan bahwa metode *Exponential Smoothing* menghasilkan kesalahan prediksi terendah (2,45%–4,91%) dibanding pendekatan manual (8,5%). Yazdani et al. [3] juga menunjukkan bahwa integrasi model *time series* meningkatkan efisiensi pasokan sumber daya rumah sakit.

Dari sisi efisiensi dan kendali mutu, Badi'ah et al. [4] melalui analisis bibliometrik menegaskan bahwa pendekatan statistik seperti *Statistical Process Control (SPC)* penting untuk menjaga stabilitas proses dan mutu hasil laboratorium. Namun, sebagian besar studi

masih berfokus pada prediksi kebutuhan pasien, bukan pada peramalan reagen laboratorium dan perencanaan *safety stock*. Penelitian ini menganalisis kebutuhan reagen habis pakai menggunakan metode *Trend Linear*, *Exponential Smoothing*, dan *Single Moving Average* serta mengusulkan perencanaan *safety stock* di Laboratorium Patologi Klinik RSUD Siti Fatimah Provinsi Sumatera Selatan.

Penerapan prinsip aplikasi *Production and Operation Management* (POM) sangat relevan dalam perencanaan stok laboratorium dan dapat membantu meningkatkan efisiensi pengelolaan reagen. *Software* POM-QM menyediakan berbagai modul untuk analisis statistik, termasuk peramalan atau *forecasting* yang dapat membantu laboratorium menganalisis tren permintaan, menghitung kebutuhan stok pengaman, dan mengoptimalkan proses pengadaan reagen [5]. Dengan penerapan strategi perencanaan stok berbasis POM, diharapkan laboratorium dapat memenuhi kebutuhan reagen secara tepat waktu, mendukung diagnosis yang cepat dan akurat, serta meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan di RSUD Siti Fatimah Provinsi Sumatera Selatan

2. Metode Penelitian

2.1 Desain Penelitian

Penelitian deskriptif kuantitatif adalah inti dari penelitian ini [6]. Penelitian ini memanfaatkan data numerik dari masa lalu (historis) terkait pemakaian dan kebutuhan reagen kimia klinik untuk membuat proyeksi kebutuhan di masa mendatang [7].

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data permintaan reagen, informasi pengadaan dan penyaluran reagen, serta data historis penggunaan reagen kreatinin, ureum darah, dan alkali fosfatase dalam kurun waktu tertentu (dua tahun terakhir) dari tahun 2023 sampai dengan tahun 2024.

2.3 Instrumen Penelitian

Pengambilan data dilakukan dengan mendapatkan data dari sistem manajemen laboratorium (*Laboratory Information Management System/LIMS*) atau pencatatan manual di laboratorium dan divisi farmasi [8], [9]. Pengambilan data dilakukan pada Januari 2023-Desember 2024, mencakup penggunaan dan pengadaan reagen kimia klinik. Data yang relevan diseleksi terlebih dahulu sebelum diolah secara kuantitatif menggunakan metode peramalan deret waktu (*time series forecasting*).

2.4 Prosedur Penelitian

Penggunaan reagen 1 tahun yang akan datang dapat dilihat berdasarkan pola periode sebelumnya menggunakan metode peramalan *time series*. Metode peramalan yang paling akurat kemudian dapat mengetahui kebutuhan *safety stock*.

1. Metode *Time Series*

Penelitian ini menggunakan metodologi peramalan *time series*. Metode *Trend Linear*, *Exponential Smoothing*, dan *Single Moving Average* merupakan bagian dari perangkat peramalan ini.

a. Metode *Single Moving Average* [10]

$$\text{Single Moving Average (SMA)} = \frac{\sum \text{permintaan data n periode sebelumnya}}{n} \quad (1)$$

Sebagai alternatif dapat menggunakan persamaan berikut [11]:

$$Y_{t+1} = \frac{x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t-n+1}}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

n = Jumlah periode rata-rata bergerak

Y_{t+1} = Peramalan untuk periode (t+1)

x_t = Data periode t

b. Metode *Exponential Smoothing* [12], [13].

Rumus yang menggambarkan pemulusan eksponensial adalah sebagai berikut [14]:

$$\text{Peramalan untuk periode mendatang} = \text{Peramalan periode terakhir} + \alpha (\text{permintaan aktual periode terakhir} - \text{prediksi periode sebelumnya}) \quad (3)$$

Persamaan rumus di atas secara rinci dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (4)$$

dimana,

F_t = Peramalan baru

F_{t-1} = Peramalan sebelumnya

α = Konstanta penghalusan (pembobotan) ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = Permintaan aktual dari periode sebelumnya

c. *Exponential Smoothing With Trend*

Versi perbaikan dari metode penghalusan eksponensial, metode ini digunakan untuk peramalan. Rata-rata (α) dan tren (β) adalah dua konstanta penghalusan yang dibutuhkan untuk prosedur ini.

$$FIT_t = F_t + T_t \quad (5)$$

$$F_t = \alpha(A_{t-1}) + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (7)$$

Keterangan:

F_t = Peramalan data deret waktu t dengan eksponensial yang dihaluskan

T_t = Tren dengan eksponensial yang dihaluskan pada periode t

A_t = Permintaan aktual periode t

α = Konstanta penghalusan untuk rata-rata ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = Konstanta penghalusan untuk tren ($0 \leq \beta \leq 1$)

2. *Trend Linear*

Persamaan dalam *trend linear* [15]:

$$\hat{y} = a + bx \quad (8)$$

Persamaan 9 dan 10 menampilkan perhitungan nilai kemiringan (*slope*) b dan intersep.

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad (9)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (10)$$

Keterangan :

$\hat{y}$ = nilai hitung dari variabel yang akan diprediksi (hasil peramalan)

a = nilai intercept sumbu y

b = *slope* (kemiringan) garis regresi

x = nilai dari variabel bebas yang diketahui (periode waktu)

y = nilai dari variabel dependen yang diketahui

$\bar{x}$ = rata-rata dari nilai x

$\bar{y}$ = rata-rata dari nilai y

n = jumlah titik data yang diamati

3. Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*)

a. *Mean Absolute Deviation* (MAD) [16]:

$$\text{MAD Aktual} = \frac{\text{Aktual} - \text{Peramalan}}{n} \quad (11)$$

b. *Mean Squared Error* (MSE) [17]:

$$\text{MSE} = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (12)$$

Keterangan :

A_t = Permintaan aktual pada periode t

F_t = Peramalan Permintaan pada periode t

n = Jumlah Peramalan yang terlibat

c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) [18]

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \left| \frac{At - Ft}{At} \right| \quad (13)$$

Keterangan :

At = permintaan aktual pada periode t

Ft = hasil peramalan pada periode t

n = jumlah periode peramalan yang terlibat

4. *Tracking Signal*

Tracking signal adalah tolok ukur seberapa akurat nilai yang diperkirakan sesuai dengan nilai aktual [15]:

$$Tracking\ Signal = \frac{\sum Cumulative\ Error}{MAD} \quad (14)$$

$$TS = \frac{\sum demand\ aktual\ di\ periode\ i - demand\ peramalan\ di\ periode\ i}{MAD} \quad (15)$$

5. *Safety stock*

Safety stock adalah item stok tambahan yang dapat beradaptasi terhadap perubahan penjualan dan pesanan di masa mendatang [19].

$$Safety\ stock = standar\ deviasi \times Z \times \sqrt{L} \quad (16)$$

Dimana :

Z : Tingkat layanan (nilai *Z-score* dari tabel distribusi normal standar, menunjukkan berapa banyak deviasi standar dari rata-rata yang diperlukan untuk mencapai tingkat layanan yang diinginkan)

L : *Lead time*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskriptif Pemakaian Reagen Kimia Klinik (mL)

Untuk peramalan kebutuhan reagen *Creatinine* ini, penulis menggunakan metode SMA dengan periode 4 bulan terakhir untuk mendapatkan gambaran kebutuhan jangka pendek yang fluktuatif. Data aktual kebutuhan reagen *Creatinine*, *Ureum* darah dan *Fosfatase Alkali* dengan peramalan menggunakan metode SMA (n=4) (Tabel 1).

$$\begin{aligned} F_{Mei2023} &= \frac{\sum \text{permintaan data n periode sebelumnya}}{n} \\ &= \frac{67.80 + 82.80 + 109.20 + 65.60}{4} \\ &= 81.35 \text{ mL} \end{aligned}$$

Tabel 1. Data Aktual dan Hasil Peramalan Reagen Creatinine menggunakan Metode SMA (n=4)

Bulan	Creatinine	Ureum Darah	Fosfatase Alkali	Bulan	Creatinine	Ureum Darah	Fosfatase Alkali
Januari 2023	67.8	47.6	0.2	Januari 2024	247.6	233	1.4
Februari 2023	82.8	78.9	1.2	Februari 2024	86	82.5	3.6
Maret 2023	109.2	104.3	1	Maret 2024	66.4	62.8	2
Apr-23	65.6	59.6	0.7	Apr-24	180.4	174.2	3.6
Mei 2023	152.4	133.5	0.3	Mei 2024	210.6	202.8	7
Juni 2023	104	97.8	0.9	Juni 2024	143	134.1	6.8
Juli 2023	86.4	79.3	0.9	Juli 2024	171	160.6	5.8
Agustus 2023	99.2	91.9	1.4	Agustus 2024	209.6	195.8	7.1
Sep-23	129	122	1	Sep-24	206.4	194.4	4.3
Oktober 2023	50.2	83.5	0.2	Oktober 2024	181.8	170.2	6.5
Nov-23	107.8	100.5	0.9	Nov-24	135.4	126.3	6.8
Desember 2023	84.4	113.5	2	Desember 2024	178.8	164.8	7

(Sumber : Olah data, 2024)

3.2 Temuan Peramalan Permintaan Reagen

Peramalan permintaan reagen dengan contoh pada periode Mei 2023 mengacu Tabel 1, dengan perhitungan berikut.

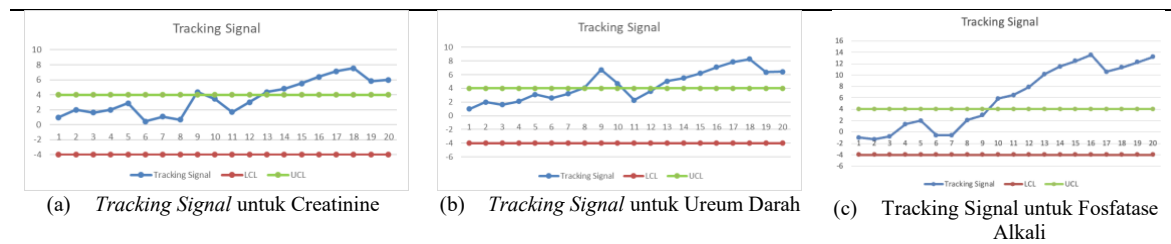
$$\begin{aligned}
 F_{\text{Mei2023}} &= \frac{\sum \text{permintaan data n periode sebelumnya}}{n} \\
 &= \frac{67.80 + 82.80 + 109.20 + 65.60}{4} \\
 &= 81.35 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

Peramalan penggunaan reagen *creatinine* dengan menggunakan metode *Single Moving Average* (SMA) empat bulan, yaitu mendapatkan hasil ramalan sebesar 175,6 mL pada periode berikutnya dengan tingkat kesalahan 29,21% untuk MAPE. Hasil ramalan sebesar 163,93 mL pada periode berikutnya dengan tingkat kesalahan 25,08% untuk MAPE. *Tracking signal* berada di luar kisaran yang dapat diterima (maksimum ± 4) [20]. Hal ini menunjukkan bahwa akurasi model peramalan berada di luar batas kontrol sinyal pelacakan (maksimum ± 4), sehingga peramalan reagen ureum darah sebaiknya tidak menggunakan metode *Single Moving Average* (SMA) (Tabel 2 dan Gambar 2).

Tabel 2. Next Period Metode SMA

Measure	Creatinine	Ureum Darah	Fosfatase Alkali
Bias (Mean Error)	10.85	10.2	0.72
MAD (Mean Absolute Deviation)	36.3	31.8	1.09
MSE (Mean Squared Error)	2596.71	2003.22	2.36
Standard Error (denom=n=2=18)	53.71	47.18	1.62
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	29.21%	25.08%	54.73%
Next Period	175.6	163.93	6.15

(Sumber : Olah data, 2024)



Gambar 2. *Tracking Signal*
(Sumber : Olah data, 2024)

3.3 Pengambilan Keputusan Metode Terbaik

Metode terbaik untuk reagen *Creatinine* adalah *Trend Linier* karena nilai kesalahan (MAD, MSE, dan MAPE) berada dalam batas keberterimaan, dan hasil *tracking signal* menunjukkan model yang dapat diandalkan. Metode *Exponential Smoothing With Trend* juga efektif, tetapi *Trend Linier* memberikan hasil yang lebih konsisten. Sedangkan untuk reagen ureum darah adalah *Trend Linier* karena nilai kesalahan (MAD, MSE, dan MAPE) berada dalam batas keberterimaan, dan hasil *tracking signal* menunjukkan model yang dapat diandalkan. Untuk reagen fosfatase alkali adalah *Exponential Smoothing With Trend*, meskipun memiliki MAPE yang lebih tinggi, hasil *tracking signal* berada dalam rentang yang dapat diterima sehingga membuatnya lebih andal dibandingkan metode lain (Tabel 3).

Tabel 3. Keputusan Metode Terbaik

Metode Peramalan	Creatinine			Ureum Darah			Fosfatase Alkali		
	MAD	MSE	MAPE (%)	MAD	MSE	MAPE (%)	MAD	MSE	MAPE (%)
<i>Single Moving Average</i>	36.3	2596.71	29.21	31.8	2003.22	25.08	1.09	2.36	54.73
<i>Exponential Smoothing</i>	38.2	2676.49	30.7	35.32	2198.71	28.17	0.94	1.72	54.21
<i>Exponential Smoothing With Trend</i>	48.44	3822.89	42.22	47.36	3954.31	41.39	1.34	2.76	73.07
<i>Trend Linier</i>	32.68	1820.1	30.22	28.91	1417.35	26.43	0.99	1.5	109.2

(Sumber : Olah data, 2024)

3.4 Safety Stock

Safety stock dihitung untuk setiap parameter reagen berdasarkan hasil peramalan terbaik dan deviasi data historis, untuk menghadapi fluktuasi permintaan selama *lead time* pengadaan sehingga memastikan ketersediaan stok pada tingkat layanan yang diinginkan. Berdasarkan data pemesanan dari hasil wawancara rata-rata *lead time* setiap reagen adalah 2 minggu. Nilai Z sebesar 1,65 diperoleh dengan asumsi bahwa rumah sakit memenuhi 5% dari persediaan cadangan dan 95% dari penggunaan. sehingga perhitungan *safety stock* menurut [19].

$$\begin{aligned}
 \text{Safety stock} &= \text{standar deviasi} \times Z \times \sqrt{L} \\
 &= 42.66 \text{ mL} \times 1.65 \times \sqrt{2} \\
 &= 99.56 \text{ mL}
 \end{aligned}$$

Safety stock reagen *Creatinine* adalah 99.56 mL atau 1 kit selama *lead time* pengadaan. Stok tambahan ini, menghadapi fluktuasi permintaan selama *lead time* dengan tingkat layanan 95% [21], [22].

Safety stock reagen ureum darah adalah 87,85 mL atau 0.5 kit selama *lead time* pengadaan, untuk reagen fosfatase alkali adalah 3,80 mL atau 0.5 kit selama *lead time* pengadaan. Ini memastikan bahwa stok tambahan ini cukup untuk menghadapi fluktuasi permintaan selama *lead time* dengan tingkat layanan 95% [23], [24]. Temuan ini sejalan dengan Lin et al. [1] yang menunjukkan bahwa peramalan deret waktu mampu memprediksi kebutuhan sumber daya medis dengan akurasi tinggi. Temuan ini, konsisten dengan Shah et al. [2] bahwa *Exponential Smoothing* dapat menekan kesalahan prediksi dan menjaga kestabilan pasokan [18], [25], [26]. Selain itu, Yazdani et al. [3] menegaskan bahwa model peramalan sistem logistik rumah sakit efektif mencegah keterlambatan pasokan. Kebijakan *safety stock* ini, berbasis peramalan deret waktu dapat meningkatkan keandalan persediaan reagen di laboratorium.

4. Kesimpulan

Studi ini pada data historis tahun 2023 sampai dengan tahun 2024, metode terbaik *creatinine* dan ureum darah adalah *Trend Linear* (MAPE terendah 30,22% dan 26,43%), *safety stock* sebesar 99,56 mL (± 1 kit) dan 87,85 mL ($\pm 0,5$ kit). Untuk fosfatase alkali, terpilih *Exponential Smoothing with Trend* stabilitas *tracking signal* terbaik dengan *safety stock* 3,80 mL ($\pm 0,5$ kit).

Studi ini membuktikan metode peramalan deret waktu efektif dalam mendukung pengendalian persediaan reagen laboratorium, yang diperkuat pola musiman dan variasi kebutuhan reagen yang muncul selama periode pengamatan. Namun, terbatas pada periode data yang singkat dan jenis reagen, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan variasi jangka panjang di laboratorium. Dimasa mendatang, perluasan rentang data dan pengujian multi-reagen untuk meningkatkan akurasi model dan generalitas. Temuan berkontribusi praktis bagi RSUD Siti Fatimah dalam pengambilan keputusan perencanaan kebutuhan dan penentuan *safety stock*, guna mendukung efisiensi operasional, pembuatan kebijakan pengadaan reagen yang tepat.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Lin, C. Wan, S. Li, S. Xie, Y. Gan, and Y. H. Lu, "Prediction of women and Children's hospital outpatient numbers based on the autoregressive integrated moving average model," *Heliyon*, vol. 9, no. 4, p. e14845, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14845.
- [2] K. Shah, A. Sharma, C. Moulton, S. Swift, C. Mann, and S. Jones, "Forecasting the Requirement for Nonelective Hospital Beds in the National Health Service of the United Kingdom: Model Development Study," *JMIR Med. Informatics*, vol. 9, no. 9, 2021, doi: 10.2196/21990.
- [3] M. Yazdani, S. Shahriari, and M. Haghani, "Real-time decision support model for logistics of emergency patient transfers from hospitals via an integrated optimisation and machine learning approach," *Prog. Disaster Sci.*, vol. 25, no. December 2024, p. 100397, 2025, doi: 10.1016/j.pdisas.2024.100397.
- [4] R. Badi'Ah *et al.*, "The Use of Statistical Process Control in Total Quality Management: A Bibliometric Analysis of Publication Performance and Trends," *Rev. Appl. Socio-Economic Res.*, vol. 29, no. 1, pp. 149–163, 2025, doi: 10.54609/reaser.v29i1.510.
- [5] Nisa Ayunda, Faizah, and Sujarwo, "Analisa Peramalan Data Time-Series Dengan Aplikasi Windows POM-QM," *Buana Mat. J. Ilm. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 11, no. 2, pp. 167–180, 2021, doi: 10.36456/buanamatematika.v11i2.5913.
- [6] S. Ren, C. Liang, Y. Liu, J. Wang, and C. Wang, "Evolutionary game-based warehousing resources sharing strategy for logistics industry under product-service system paradigm," *Adv. Eng. Informatics*, vol. 67, no. May, p. 103560, 2025, doi: 10.1016/j.aei.2025.103560.
- [7] W. Wahyudi, "Analisis Motivasi Belajar Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Blended Learning Saat Pandemi Covid-19 (Deskriptif Kuantitatif Di Sman 1 Babadan Ponorogo)," *Kadikma*, vol. 13, no. 1, p. 68, 2022, doi: 10.19184/kdma.v13i1.31327.
- [8] A. D. P. Citraresmi and F. Azizah, "Inventory control of raw material on sweet bread production," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 230, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/230/1/012056.
- [9] A. H. Nobil, A. H. A. Sedigh, and L. E. Cárdenas-Barrón, "Reorder point for the EOQ inventory model with imperfect quality items," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 11, no. 4, pp. 1339–1343, 2020, doi: 10.1016/j.asej.2020.03.004.
- [10] A. Aries, H. Prabowo, T. Sriwidadi, and R. B. Ikhsan, "Penerapan Forecasting pada Kebutuhan Bahan Baku 'Solven S 602,'" *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 6, no. 1, p. 93, 2019, doi: 10.54324/j.mtl.v6i1.303.
- [11] A. Lusiana and P. Yuliarty, "PENERAPAN METODE PERAMALAN (FORECASTING) PADA PERMINTAAN ATAP di PT X," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 11–20, 2020, doi: 10.36040/industri.v10i1.2530.

- [12] K. Berendes, A. Arabmaldar, M. Hammerschmidt, D. Loske, and M. Klumpp, "Measuring the resilience-efficiency trade-off: an empirical application for retail logistics," *Logist. Res.*, no. September, 2025, doi: 10.1108/LORE-12-2024-0016.
- [13] M. S. Alam, M. Murshed, P. Manigandan, D. Pachiyappan, and S. Z. Abduvaxitovna, "Forecasting oil, coal, and natural gas prices in the pre-and post-COVID scenarios: Contextual evidence from India using time series forecasting tools," *Resour. Policy*, vol. 81, no. September 2022, p. 103342, 2023, doi: 10.1016/j.resourpol.2023.103342.
- [14] M. K. Mollah and A. D. Saputra, "Penerapan Peramalan Penjualan Menggunakan Aplikasi POM QM pada produk Gula di PT. Pabrik Gula Candi Baru Sidoarjo," *Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan II (SENASTITAN II)*, pp. 449–458, 2022.
- [15] M. W. Rini and N. Ananda, "Perbandingan Metode Peramalan Menggunakan Model Time Series," *Tekinfo J. Ilm. Tek. Ind. dan Inf.*, vol. 10, no. 2, pp. 88–101, 2022, doi: 10.31001/tekinfo.v10i2.1419.
- [16] Tetin Adawiah, Suci Putri Lestari, and Kusuma Agdhi Rahwana, "ANALISIS PERAMALAN JUMLAH PRODUKSI HIJAB MENGGUNAKAN METODE FORECASTING (Studi Kasus Pada Aliya Hijab Collection Kabupaten Tasikmalaya)," *J. Ekon. Manaj. Pariwisata dan Perhotelan*, vol. 1, no. 3, pp. 303–313, 2022, doi: 10.55606/jempper.v1i3.609.
- [17] N. Mukaromah, "Analisis Forecasting (Peramalan) Permintaan Karet Pada Pt Perkebunan Nusantara XII Banjarsari Jember," 2019.
- [18] W. Andalia and R. A. N. Moulita, "Peramalan Jumlah Persediaan Komoditas di PT Pelabuhan Indonesia II Cabang Palembang Menggunakan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing Commodity Inventory Forecasting in PT Pelabuhan Indonesia II Palembang Branch using Moving Average and Exponent," *J. Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 01, no. 1, pp. 19–26, 2023.
- [19] A. Laura, E. f. Tambunan. Bakhtiar, "Pengendalian Persediaan Bahan Kimia Hidrogen Peroxide (H_2O_2) Dengan Penentuan Safety Stock Dan Reorder Point Pada Pt Toba," *J. Ind.*, vol. 1, no. 3, pp. 1–7, 2020.
- [20] S. Sudiman, "Peramalan Untuk Perencanaan Produksi Stop Valve Tipe Tx277S Menggunakan Metode Peramalan Deret Waktu (Time Series) Di Pt. Xyz," *JITMI (Jurnal Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.32493/jitmi.v3i1.y2020.p7-14.
- [21] L. C. Wood, C. Wang, H. Abdul-Rahman, and N. S. Jamal Abdul-Nasir, "Green hospital design: Integrating quality function deployment and end-user demands," *J. Clean. Prod.*, vol. 112, pp. 903–913, 2016, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.08.101.
- [22] M. K. Adeyeri, S. P. Ayodeji, and A. O. Orisawayi, "Development of a dual - purpose wheelchair for COVID-19 paraplegic patients using nigerian anthropometry data," *Sci. African*, vol. 9, 2020, doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00547.
- [23] C. H. Glock and J. M. Ries, "Reducing lead time risk through multiple sourcing: The case of stochastic demand and variable lead time," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 51, no. 1, pp. 43–56, 2013, doi: 10.1080/00207543.2011.644817.

- [24] S. Thevenin, O. Ben-Ammar, and N. Brahimi, “Robust optimization approaches for purchase planning with supplier selection under lead time uncertainty,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 303, no. 3, pp. 1199–1215, 2022, doi: 10.1016/j.ejor.2022.03.029.
- [25] V. Ryanka Sutrisno, “Analisis Forecasting untuk Data Penjualan Menggunakan Metode Simple Moving Average dan Single Exponential Smoothing: Studi Kasus PT Guna Kemas Indah,” 2013.
- [26] N. Kristanti and M. Y. Darsyah, “Perbandingan Peramalan Metode Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Karakteristik Penduduk Bekerja di Indonesia Tahun 2017,” *Pros. Semin. Nas. Mhs. Unimus*, vol. 1, no. 1, pp. 368–374, 2018, [Online]. Available: <http://prosiding.unimus.ac.id/index.php/mahasiswa/article/view/172>