

Analisis Pengendalian Persediaan Produk Darah Menggunakan Metode *Continuous Review System* (Sistem-Q)

Agatha Seku^{1*}, Dutho Suh Utomo², Yudi Sukmono³

^{1,3} Prodi Teknik Industri, Universitas Mulawarman
Jl. Kuaro Gn. Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur

*Penulis Korespondensi: agathaseku7@gmail.com

Abstract

Blood is a vital necessity because in the event of a shortage, patients can only obtain blood from fellow humans. Blood available at the Blood Donor Unit, such as packed red cells (PRC) is most often needed for medical treatment, but is also often limited. This is due to the fluctuating supply and demand of blood. Based on the problem, a stochastic model with the continuous review system (CRS) or Q-system method is used. The approach will monitor inventory levels continuously, triggering reordering (r), when the stock reaches a certain threshold. This research applies a stochastic model to forecast demand (q), safety stock (ss), reorder point (r), maximum inventory (S), and total inventory cost (Ot). Before the calculation is done, the demand forecasting method is used, then the calculation with the Q-System. Based on data processing, obtained for each blood type A, B, AB, and O, namely, q values of 47, 48, 40 and 20 blood bags. The value of r is 73, 73, 71 and 17 blood bags. This study applies a stochastic model to estimate demand (q), safety stock (ss), reorder point (r), maximum inventory (S) 259, 56, 42, 21. And the total inventory cost (Ot) IDR 212,429,215, IDR 238,485,254, IDR 157,422,496, and IDR 59,592,451.

Keywords: Blood, Inventory, Demand, Q-System

Abstrak

Darah menjadi kebutuhan vital karena bila terjadi kekurangan darah pasien hanya dapat memperoleh darah dari sesama manusia. Darah yang tersedia di Unit Donor Darah, seperti packed red cell (PRC) paling sering dibutuhkan untuk perawatan medis, namun juga sering mengalami keterbatasan. Hal ini karena persediaan dan permintaan darah yang bersifat fluktuatif. Berdasarkan permasalahan, maka digunakan model stokastik dengan metode continuous review system (CRS) atau Sistem-Q. Pendekatan dengan metode tersebut akan memantau tingkat persediaan secara terus-menerus, memicu pemesanan ulang (r), ketika stok mencapai ambang batas tertentu. Penelitian ini menerapkan model stokastik untuk memperkirakan permintaan (q), stok pengaman (ss), titik pemesanan ulang (r), maksimum persediaan (S), dan biaya persediaan total (Ot). Sebelum dilakukan perhitungan digunakan metode peramalan permintaan, lalu perhitungan dengan Sistem-Q. Berdasarkan pengolahan data, diperoleh untuk setiap golongan darah A,B,AB, dan O yaitu, nilai q sebesar 47, 48, 40 dan 20 kantong darah. Nilai r sebesar 73,73,71 dan 17 kantong darah. Nilai ss sebesar 212, 8, 2, 1. Nilai Ot kantong. Penelitian ini menerapkan model stokastik untuk memperkirakan permintaan (q), stok pengaman (ss), titik pemesanan ulang (r), maksimum persediaan (S) 259, 56, 42, 21. Dan biaya persediaan total (Ot) Rp 212.429.215,00, Rp 238.485.254,00, Rp 157.422.496,00, dan Rp 59.592.451,00

Keywords: Darah, Persediaan, Permintaan, Sistem-Q

Pendahuluan

Darah merupakan cairan vital yang diproduksi dalam tubuh manusia karena memiliki fungsi penting bagi kelangsungan hidup. Dalam suatu sistem perawatan kesehatan atau kondisi medis tertentu ketersediaan darah menjadi suatu kebutuhan vital. Bila tubuh mengalami kekurangan darah diperlukan sumbangan darah yang didonorkan dari sesama manusia.

Donor darah merupakan, kegiatan pengambilan darah dari tubuh manusia yang menggunakan prosedur tertentu serta, diproses untuk digunakan dalam transfusi darah. Darah yang telah didonorkan akan diproses menjadi komponen darah diantaranya yaitu, *whole blood* (wb), *packed red cell* (pcr), *thrombocyte concentrate* (tc), *fresh frozen plasma* (ffp), dan komponen darah lainnya.

PMI (Palang Merah Indonesia) merupakan organisasi perhimpunan nasional di Indonesia dan bergerak pada bidang sosial kemanusiaan yang diakui keberadaannya (Keppres No. 25 Tahun 1950 dan Keppres No. 246 Tahun 1963). Selain itu PMI juga melakukan pengelolaan pada persediaan darah di Indonesia. (Fauzi dan Bahagia 2019). Sedangkan, Unit Donor Darah (UDD), adalah fasilitas bidang pelayanan kesehatan yang menjadi bagian dari PMI dimana UDD melakukan beberapa aspek yang berkaitan dengan penyediaan darah seperti pengumpulan, pengolahan atau pemrosesan, penyimpanan hingga distribusi darah.

Penyediaan darah sendiri meliputi serangkaian proses mulai dari pengambilan hingga pelabelan darah pendonor, pencegahan terjadinya penularan penyakit, hingga pengolahan dan juga penyimpanan darah, yang semuanya telah diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015 tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah.

UDD PMI Kota Bontang adalah unit tingkat wilayah yang bertanggung jawab atas pelayanan penyediaan darah. UDD PMI Kota Bontang dalam

memenuhi ketersediaan darah dan permintaan darah. mengikuti Permenkes No. 91 Tahun 2015 tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah. Penyediaan darah di UDD PMI Kota Bontang akan didistribusikan baik secara langsung kepada masyarakat atau melalui distribusi kepada Bank Darah Rumah Sakit (BDRS) di wilayah Kota Bontang.

Penyediaan darah disuatu UDD memerlukan pengelolaan yang tepat agar tersedia saat dibutuhkan, karena permintaan darah yang fluktuatif mempengaruhi persediaan darah di suatu UDD. Persediaan darah di UDD tentunya melibatkan manajemen permintaan dari fasilitas kesehatan yang melakukan permintaan darah dari UDD seperti BDRS (Bank Darah Rumah Sakit), kualitas produk darah, suhu dan penyimpanan darah, serta rotasi stok darah.

Adapun pengertian dari persediaan yaitu, simpanan material dari bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi (Sumayang 2003). Sementara, sediaan terjadi jika jumlah bahan atau barang yang diperoleh (baik yang dibeli atau diproduksi sendiri) melebihi jumlah yang digunakan (baik dijual atau diolah kembali sendiri) (Pardede 2005).

Persediaan (*inventory*) adalah suatu istilah yang mengarah pada segala sesuatu yang disimpan sebagai antisipasi jika ada permintaan yang berlebih, sehingga fungsinya yang dapat disesuaikan dengan penelitian ini yaitu pada fungsinya yang bersifat antisipasi, karena perusahaan sering mengalami ketidaktetapan permintaan. Meskipun bersifat musiman, permintaan yang dapat diprediksi dan diramalkan dari pengalaman atau data masa lalu (Handoko 1993).

Menjadi produk yang mudah rusak jika tidak diberikan penanganan khusus dan memiliki periode umur simpan yang singkat, menjadikan darah sebagai produk yang tentunya butuh penanganan khusus dari proses pengambilan darah, cara menyimpan

darah, distribusi darah, hingga pengelolaan persediaan yang tepat (Fauzi dan Bahagia 2019).

Persediaan produk darah pada UDD PMI Kota Bontang belum memiliki pengelolaan persediaan darah yang tepat, karena sering mengalami permasalahan pada ketersediaan darah. Permasalahan tersebut seperti persediaan darah yang kurang atau sedang kosong mengakibatkan permintaan terhadap produk darah tidak terpenuhi secara langsung dan membutuhkan waktu kembali untuk mencari pendonor yang sesuai. Penyediaan darah yang berlebih dapat mengakibatkan pemborosan biaya dan sumber daya yang terbatas, sedangkan penyediaan darah yang kurang dapat mengakibatkan permintaan darah tidak dapat terpenuhi dan akan berpengaruh pada rantai pasok darah, yang berakibat pada penundaan atau pembatalan prosedur perawatan pada kondisi medis tertentu.

Berdasarkan data permintaan dan data persediaan darah UDD PMI Kota Bontang diketahui bahwa permintaan terhadap komponen darah PRC lebih tinggi dibandingkan persediaan pada komponen darah yang ada. Dalam setiap bulan biasanya terjadi keterbatasan pada penyediaan stok darah karena kekurangan kekurangan darah atau persediaan yang kosong sehingga diperlukan waktu tunggu kembali oleh pasien agar darah dapat terpenuhi kembali. Dengan memperhatikan data pada persediaan dan permintaan darah yang variabilitas, maka akan digunakan model stokastik sebagai model yang dapat diterapkan pada permasalahan *inventory* dengan ketidakpastian. Jika diperhatikan dalam kasus-kasus permintaan, terdapat permintaan yang tidak dapat dipastikan, contohnya yaitu permintaan yang dihasilkan oleh peramalan, karena data yang sangat bervariasi dan sering tidak terprediksi periode selanjutnya (Dewi et al. 2020).

Metode *continuous review system* (CSR) atau Sistem-Q merupakan suatu metode yang memantau persediaan

secara berkelanjutan. Jika terdapat perubahan pada jumlah barang, baik berkurang maupun bertambah, maka akan dilakukan peninjauan dan pemesanan kembali (*reorder point*) karena persediaan telah mencapai level tertentu. Persediaan pengaman (*safety stock*), adalah sejumlah persediaan cadangan yang perlu disiapkan agar dapat mengantisipasi bila terjadi penyimpangan rata-rata permintaan selama *leadtime*. Jika terjadi variabilitas prediksi akibat perubahan permintaan maka *safety stock* dapat menjadi suatu solusi yang membantu mengatasi hal tersebut (Rayendra dan Sopha 2019).

Penelitian ini akan mengarah pada pengendalian persediaan di UDD PMI Kota Bontang pada komponen darah PRC, dengan metode *continuous review system* yang diharapkan dapat menangani permasalahan dan jumlah permintaan yang fluktuatif dan variabilitas.

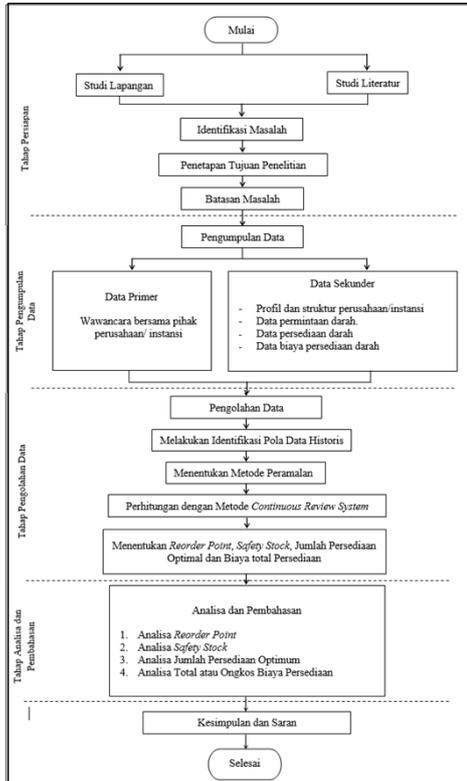
Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan UDD PMI wilayah Kota Bontang, dimana objek penelitian yaitu komponen darah *packed red cell*, dari setiap golongan darah. Penelitian akan dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisa dan pembahasan serta penutup.

Pengolahan data dilakukan agar dapat menjawab terkait permasalahan, dengan langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut. Langkah pertama yaitu, dilakukan identifikasi pola data historis, dimana permintaan darah diolah menjadi sebuah diagram agar diperoleh pola data permintaan darah.

Setelah mengetahui pola data yang sesuai maka selanjutnya yaitu melakukan pemilihan metode peramalan yang dilakukan dengan menentukan ukuran kesalahan (nilai *error*) terkecil. Selain itu, peramalan dapat digunakan sebagai *tool* yang membantu untuk mendukung perencanaan menjadi efektif (Kumila et al. 2019). Selanjutnya dilakukan *tracking signal* agar dapat menentukan apakah peramalan yang

dipilih sudah tepat dengan memperhatikan nilai *error* yang diperoleh dari setiap metode peralaman pada setiap golongan darah.

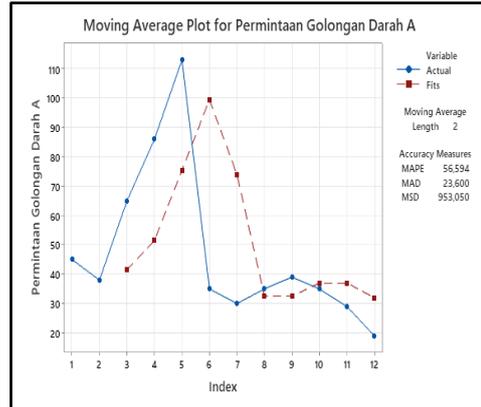


Gambar 1. Flowchart Penelitian
Sumber : (Penulis, 2024)

Hasil dan Pembahasan

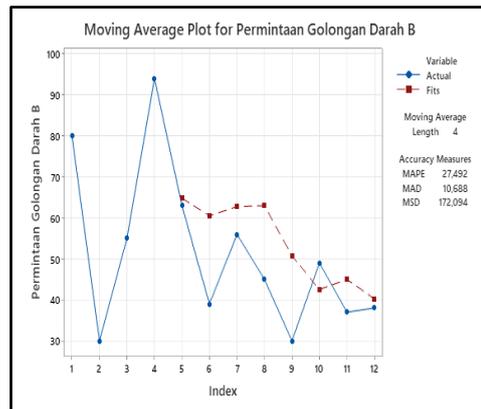
Berikut ini merupakan pembahasan terkait tahapan perhitungan yang dilakukan, yaitu peramalan yang dilakukan, yaitu peramalan permintaan. Peramalan adalah kegiatan menganalisis yang bertujuan untuk memprediksi jumlah permintaan di masa depan. Peramalan bisa bersifat kuantitatif dan kualitatif (Samuel et al. 2020).

Pada *plot* data permintaan jenis golongan darah A, dapat dilihat grafik yang terbentuk merupakan grafik dengan pola data musiman karena pola data berulang. Namun, dapat terlihat bahwa pola data permintaan juga dapat membentuk pola *cyclic* karena membentuk pola gelombang.

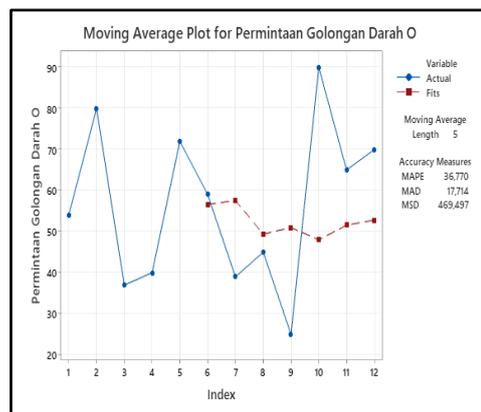


Gambar 2. Plot Data Permintaan (A)
Sumber : (Penulis, 2024)

Pada *plot* data permintaan jenis golongan darah B, dapat terlihat bahwa pola data yang terbentuk yaitu, musiman/seasonal.



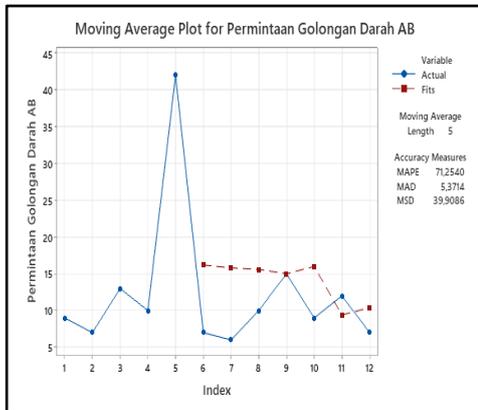
Gambar 3. Plot Data Permintaan (B)
Sumber : (Penulis, 2024)



Gambar 4. Plot Data Permintaan (O)
Sumber : (Penulis, 2024)

Pada *plot* data permintaan jenis golongan darah O, dapat terlihat bahwa

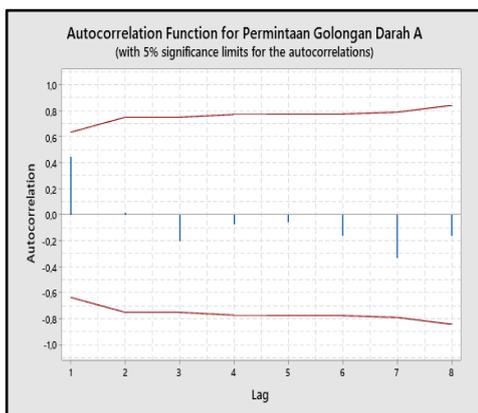
pola data permintaan membentuk musiman/*seasonal*, karena terdapat data yang terlihat berfluktuasi secara berulang dalam jangka waktu 12 periode.



Gambar 5. Plot Data Permintaan (AB)
Sumber : (Penulis, 2024)

Pada *plot* data permintaan jenis golongan darah B, dapat terlihat bahwa pola data permintaan juga dapat membentuk musiman/*seasonal*, karena terdapat data yang terlihat berfluktuasi secara berulang.

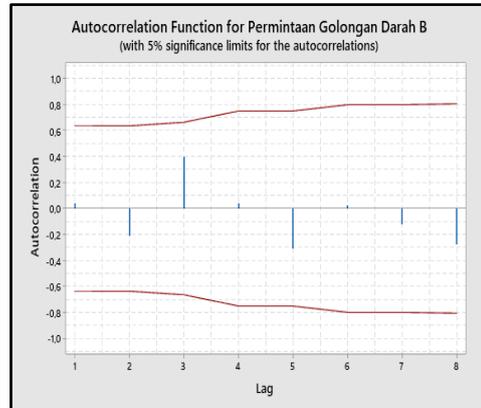
Terlihat bahwa *plot* data yang terbentuk kebanyakan adalah pola data *seasonal* atau musiman. Maka dilakukan kembali uji autokorelasi untuk mengetahui adanya kemungkinan terbentuknya unsur dari pola lain.



Gambar 6. Grafik Uji Autokorelasi (A)
Sumber : (Penulis, 2024)

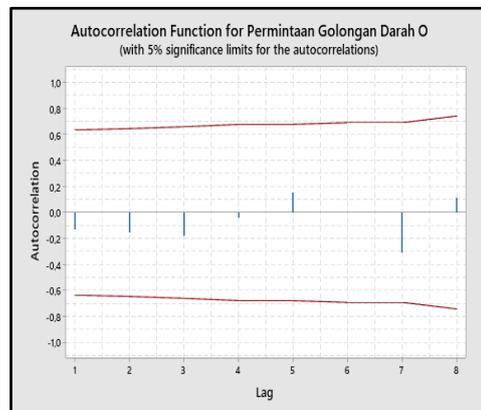
Dari grafik diatas dapat terlihat jika nilai hasil uji autokorelasi atau koefisien *lag* yang tertampil tidak

melewati batas secara signifikan, dan pola data yang terbentuk pada grafik yaitu pola stasioner.



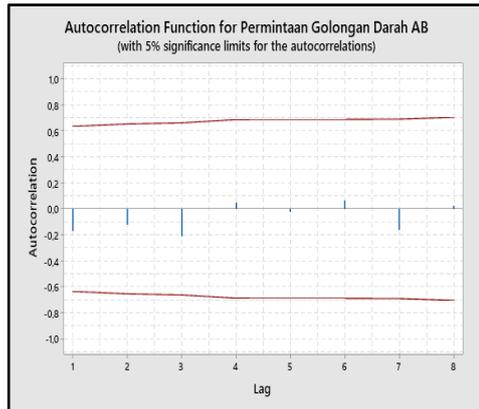
Gambar 7. Grafik Uji Autokorelasi (B)
Sumber : (Penulis, 2024)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa hasil uji autokorelasi atau koefisien *lag* juga tidak ada yang melewati batas secara signifikan, sehingga sehingga pola membentuk pola data stasioner.



Gambar 8. Tracking Signal (O)
Sumber : (Penulis, 2024)

Grafik autokorelasi diatas pada gambar 8, juga menunjukkan adanya pergantian *lag* antara nilai positif dan negatif, hal ini menunjukkan adanya pola data musiman (*seasonal*).



Gambar 9. Uji Autokorelasi (AB)
Sumber : (Penulis, 2024)

Grafik hasil uji autokorelasi pada Gambar 9, menunjukkan adanya pergantian *lag* nilai positif dan negatif, sehingga menunjukkan adanya unsur musiman (*seasonal*) pada pola data.

Hasil peramalan yang telah diperoleh tentu memiliki ukuran kesalahan antara hasil peramalan dan permintaan yang sebenarnya. Untuk mengetahui seberapa besar kesalahan tersebut maka perlu ditentukan ukuran akurasi hasil peramalan dengan menggunakan beberapa metode diantaranya :

1. MAD ((*Mean Absolute Deviation*))

MAD merupakan pengertian dari rata-rata deviasi mutlak dalam jangka waktu tertentu. MAD tidak memperhatikan apakah suatu hasil peramalan $<$ atau $>$, dibanding dengan dengan kenyataan. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut :

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right|$$

2. MSE ((*Mean Square Error*))

MSE merupakan pengertian dari rata-rata kuadrat kesalahan, yang dihitung atau diperoleh dengan cara menjumlahkan kuadrat semua hasil kesalahan peramalan dari setiap periode, kemudian membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \left(\frac{A_t - F_t}{n} \right)^2$$

3. MAPE ((*Mean Absolute Percentage Error*))

MAPE merupakan pengertian dari rata-rata persentase kesalahan absolut. MAPE lebih signifikan bila dibandingkan MAD, karena MAPE menunjukkan perbandingan hasil persentase kesalahan peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu (ukuran kesalahan relatif). Sehingga, akan diberikan informasi apakah persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara sistematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right|$$

Berdasarkan hasil identifikasi pola data permintaan, maka digunakan metode peramalan deret waktu (*time series*) karena telah sesuai dengan hasil yang diperoleh. Metode yang digunakan pada *time series* diantaranya, *moving average*, *naive*, dan *eksponensial smoothing* (Wardah dan Iskandar 2017).

Pada golongan darah A dipilih metode *single eksponensial smoothing* dengan melihat nilai *error* terkecil yang diperoleh. Pada golongan darah B dipilih metode *moving average* (*length=4*) dengan melihat nilai *error* terkecil yang diperoleh. Pada golongan darah O dipilih metode *moving average* (*length=5*), dengan melihat nilai *error* terkecil yang diperoleh. Pada golongan darah AB dipilih metode *single eksponensial smoothing* dengan melihat nilai *error* terkecil yang diperoleh. Untuk mengetahui apakah peramalan yang dilakukan sudah tepat, maka akan dilakukan validasi ketepatan peramalan dengan *tracking signal*. Metode yang akan digunakan untuk memverifikasi hasil peramalan adalah menggunakan metode grafik pengendali *tracking signal*. Metode ini menunjukkan apakah hasil peramalan masih dalam batas kontrol/pengendali, sehingga tingkat akurasi masih dapat diterima (Dyah et al. 2020). *Tracking signal* juga dapat dihitung sebagai hasil *Running Sum Of Forecast Error* (RSFE) dibagi MAD, seperti berikut ini:

$$Tracking\ Signal = \frac{RSFE}{MAD}$$

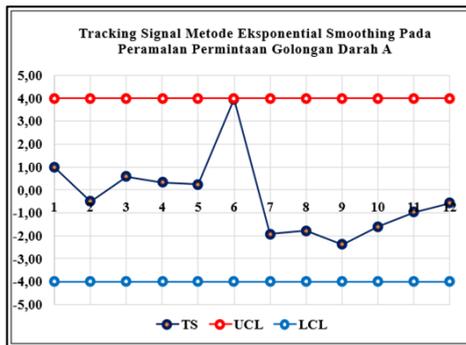
Batas *tracking signal* bisa menggunakan nilai maksimum ± 4 MAD

untuk persediaan yang mencari volume maksimum (Sudiman 2020).

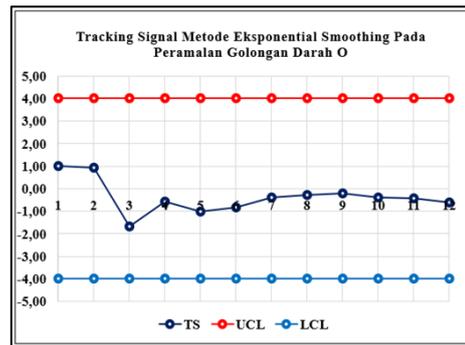
Tabel 1. Rekapitulasi Nilai *Error Terkecil*

Golongan Darah	Metode		Nilai Error		
			MAPE	MAD	MSD
A	<i>Moving Average</i>	n = 2 bulan	56,594	23,600	953,050
	<i>Eksponential Smoothing</i>	$\alpha = 0,78$	41,025	17,414	676,568
	<i>Naive</i>		41,6	17,64	750
B	<i>Moving Average</i>	n = 4 bulan	27,492	10,688	172,094
	<i>Eksponential Smoothing</i>	$\alpha = 0,12$	33,860	15,537	385,998
	<i>Naive</i>		49,4	22,18	666
O	<i>Moving Average</i>	n = 5 bulan	36,770	17,714	469,497
	<i>Eksponential Smoothing</i>	$\alpha = 0,06$	37,308	16,970	384,282
	<i>Naive</i>		44,1	34,45	858
AB	<i>Moving Average</i>	n = 5 bulan	71,2540	5,3714	39,9086
	<i>Eksponential Smoothing</i>	$\alpha = 0,2$	63,202	6,856	105,717
	<i>Naive</i>		84,9	9,27	219

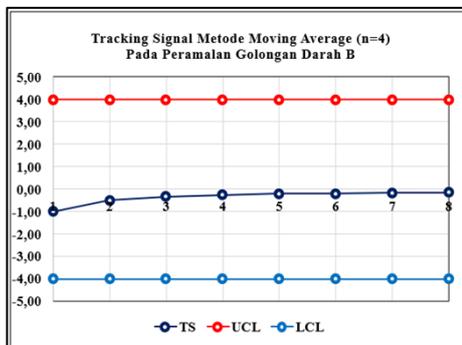
Sumber : (Penulis, 2024)



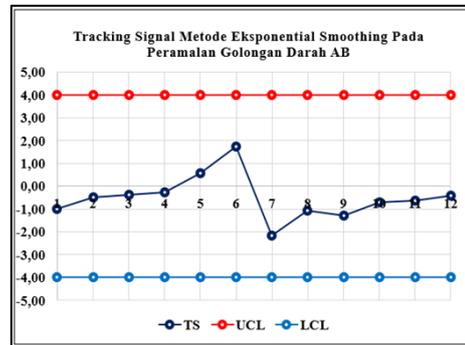
Gambar 10. *Tracking Signal* (AB)
Sumber : (Penulis, 2024)



Gambar 12. *Tracking Signal* (O)
Sumber : (Penulis, 2024)



Gambar 11. *Tracking Signal* (AB)
Sumber : (Penulis, 2024)



Gambar 13. *Tracking Signal* (AB)
Sumber : (Penulis, 2024)

Dari hasil perhitungan *tracking signal* yang dilakukan maka dapat

diketahui bahwa seluruh nilai masih dalam batas kendali +4 untuk BKA dan -4 untuk BKB. Sehingga, metode *eksponential smoothing* sudah tepat untuk digunakan pada peramalan permintaan darah dari setiap golongan darah dari komponen PRC.

Model CRS atau Sistem-Q digunakan pada analisis pengendalian stok darah dengan kondisi dimana *lead time* dan *demand* memiliki jumlah yang tidak konstan. Model ini menggunakan pendekatan dengan mengamati secara berkelanjutan jumlah permintaan darah apakah terjadi penurunan atau kenaikan pada permintaan. Jika terjadi penurunan dan jumlah permintaan sedang tinggi maka akan dilakukan pemesanan kembali (*reorder point*) (Khoiri et al. 2021).

Karena dibeberepa kasus yang terjadi pada UTD PMI Kota Bontang sering mengalami kekurangan kantong darah sehingga ketika pasien akan memesan darah perlu menunggu hingga darah tersedia maka kasus ini merupakan kasus *back order*, dimana dalam hal ini tidak terjadi kehilangan pelanggan, namun pelanggan perlu menunggu pesanan karena persediaan tidak tersedia (Ekawati 2019).

Dalam menghitung bahan baku menggunakan metode CSR atau Sistem-Q, akan ditentukan nilai ukuran lot pemesanan (q) dan jumlah titik pemesanan kembali (r), yang dapat dicari dengan cara iteratif. Diantaranya menggunakan metode *Hadley-Within* yang digunakan untuk menentukan nilai-nilai berikut (Sukanta 2017) :

1. Menghitung nilai q_1 (ukuran lot pesanan) atau q awal dengan menggunakan formula wilson, dengan persamaan sebagai berikut.

$$q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

2. Berdasarkan nilai q_1 yang telah diperoleh, selanjutnya akan dicari probabilitas kekurangan *inventory* (α) dengan persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{hq}{C_u D}$$

3. Setelah memperoleh nilai α , maka selanjutnya akan dihitung nilai r_1 (*reorder point* awal) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$r_1 = D_L + Z_\alpha S\sqrt{L}$$

4. Dengan diperolehnya nilai r_1 , maka dapat dihitung nilai q_2 (ukuran lot pemesanan akhir) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$q_2 = \sqrt{\frac{2D [A + C_u N]}{h}}$$

Sementara itu nilai ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi (N) dapat dirumuskan dengan:

$$N = S_L [f(Z_\alpha) - Z_\alpha \psi(Z_\alpha)]$$

Dari persamaan diatas nilai $f(Z_\alpha)$ dicari dengan menggunakan tabel ordinat dan $\psi(Z_\alpha)$ dapat dicari dengan tabel ekspektasi parsial.

5. Setelah mencari nilai q_2 maka hitung kembali nilai α dan nilai r_2 ,
6. Dilakukan perbandingan antara nilai r_1 dan r_2 , jika nilai r_1 relatif sama dengan nilai r_2 , maka iterasi selesai dan akan diperoleh $r_1 = r_2$ dan $q_1 = q_2$

Sehingga perhitungan untuk golongan darah A adalah sebagai berikut. Hitung nilai q_1 (ukuran lot pemesanan awal) dengan dengan persamaan.

$$q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

$$q_1 = \sqrt{\frac{2(93.600)(575)}{86.400}}$$

$$q_1 = 35,30 \approx 35$$

Berdasarkan nilai q_1 (ukuran lot pemesanan awal) yang diperoleh, maka selanjutnya dicari besar nilai N . Sebelum mencari nilai N maka akan ditentukan nilai α dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{hq_1}{hq_1 + C_u D}$$

$$\alpha = \frac{86.400 (35)}{86.400 (35) + 360.000 (575)}$$

$$\alpha = 0,0145$$

Nilai deviasi normal standar (Z_α) dengan nilai $\alpha = 0,0145$:

$$Z_\alpha = 2,15 \gg$$

$$f(Z_\alpha) = 0,0396 \gg$$

$$\psi(Z_\alpha) = 0,0056$$

Nilai N dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$N = \int_{r_1}^{\infty} (x - r_1) f(x) dx$$

$$N = S_L [f(Z\alpha) - Z\alpha \psi(Z\alpha)]$$

$$N = 23,88 \sqrt{0,10} [0,0396 - 2,15 (0,0056)]$$

$$N = 0,2081$$

Selanjutnya akan dapat dihitung nilai r_1 (*reorder point* awal) sebagai berikut.

$$r_1 = D_L + S_s$$

$$r_1 = 575 (0,10) + [2,15 \times 23,88 \sqrt{0,10}]$$

$$r_1 = 73,74 \approx 74$$

Dengan diketahui r_1 (*reorder point* awal) yang diperoleh akan dapat dihitung nilai q_2 (ukuran *lot* pemesanan akhir) dengan perhitungan sebagai berikut.

$$q_{02} = \sqrt{\frac{2D[A+C_uN]}{h}}$$

$$q_{02} = \sqrt{\frac{2 (575) [93.600 + 360.000 (0,2081)]}{93.600}}$$

$$q_2 = \sqrt{2243,07}$$

$$q_2 = 47,36 \approx 47$$

Berdasarkan nilai q_2 yang diperoleh, maka akan ditentukan kembali nilai α , dengan persamaan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{hq_2}{hq_2 + C_uD}$$

$$\alpha = \frac{86.400 (47)}{86.400 (47) + 360.000 (575)}$$

$$\alpha = 0,0194$$

Nilai $Z\alpha$, dengan nilai $\alpha = 0,0194$, adalah sebagai berikut.

$$Z\alpha = 2,05$$

Selanjutnya dihitung nilai r_2 dengan menggunakan persamaan :

$$r_2 = D_L + S_s$$

$$r_2 = 575 (0,10) + [2,05 \times 23,88 \sqrt{0,10}]$$

$$r_2 = 72,98 \approx 73$$

Setelah dilakukan perbandingan dapat dilihat bahwa nilai $r_1 = r_2$ dan $q_1 = q_2$, memiliki nilai yang relatif hampir sama, sehingga tidak dilakukan iterasi lanjutan.

Selanjutnya adalah menghitung nilai *service level* dengan menggunakan cara sebagai berikut.

$$\eta = 1 - \frac{N}{q} \times 100\%$$

$$\eta = 1 - \frac{0,2081}{47} \times 100\%$$

$$\eta = 99,56\% \approx 100\%$$

Dilakukan langkah perhitungan yang sama pada setiap golongan darah dari komponen darah PRC.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Menggunakan Sistem-Q (*Back Order*)

Hasil	Golongan Darah <i>Packed Red Cell</i>			
	A	B	O	AB
q (kantong)	47	48	40	20
r (kantong)	73	73	71	17
N	0,2081	0,0936	0,0113	0,0277
η	100%	100%	100%	100%
$Z\alpha$	2,05	2,15	2,20	1,90

Sumber : (Penulis, 2024)

Reorder Point (r) merupakan batas jumlah persediaan barang yang ada pada saat dimana pemesanan harus diadakan kembali. Titik pemesanan kembali menandakan bahwa pembelian barang harus segera dilakukan untuk menggantikan persediaan barang yang telah digunakan (Nurchayawati et al. 2023).

Berdasarkan pada hasil rekapitulasi hasil perhitungan dengan menggunakan metode CRS atau Sistem-Q dengan *back order*. Maka diperoleh nilai *reorder point*, *safety stock*, maksimum persediaan hingga ongkos total persediaan darah.

1. *Safety stock* merupakan persediaan barang tambahan yang telah diadakan dengan tujuan untuk

menjaga kemungkinan terjadinya sebuah kekurangan persediaan barang (Nurchayawati et al. 2023). *Safety stock* dihitung untuk menyiapkan persediaan selama periode *lead time*. Jumlah stok aman yang harus dipenuhi dihitung selama periode *lead time* diketahui melalui jumlah *safety stock*, dengan rumus sebagai berikut.

$$Safety\ stock\ (ss) = Z\sigma_{dlt}$$

$$Dimana, \sigma_{dlt} = \sqrt{L\sigma_d^2 + d^2\sigma_L^2}$$

Tabel 3. Nilai Rumus *Safety stock*

Notasi	Nilai		
σ_L	0,02	0,02	0,01
σ_d	23,88	11,98	1,44
L	0,08	0,10	0,11
d	47,92	54,17	58,58

Sumber : (Penulis, 2024)

Sehingga perhitungan ss pada golongan darah A adalah sebagai berikut.

$$\sigma_{dlt} = \sqrt{(0,08 \times 23,88^2) + (47,92^2 \times 2,15^2)}$$

$$\sigma_{dlt} = 103$$

$$Safety\ stock\ (ss) = 2,05 \times 103$$

$$Safety\ stock\ (ss) = 212$$

Dilakukan perhitungan yang sama dengan menggunakan rumus yang sama pada setiap jenis golongan darah dari komponen darah PRC.

Tabel 4. Nilai *Safety stock*

Golongan Darah	<i>Safety stock</i> (Kantong Darah)
A	212
B	8
O	2
AB	1

Sumber : (Penulis, 2024)

Nilai yang Tabel 4, menunjukkan bahwa jenis golongan darah A, membutuhkan cadangan terbesar karena fluktuasi permintaan yang lebih besar atau *lead time* yang mungkin lebih lama. Pada golongan darah AB dan O memiliki kebutuhan cadangan yang jauh lebih kecil, menunjukkan permintaan yang lebih stabil atau rendah. Dalam

pengelolaan persediaan darah, penting untuk memastikan *safety stock* tetap ada, karena dapat mencerminkan permintaan aktual dan fluktuasi di lapangan, sehingga permintaan tetap dapat terpenuhi.

2. Maksimum Persediaan (S) dihitung dengan menjumlahkan besarnya permintaan dengan *safety stock*, dengan rumus sebagai berikut.

$$S = q + SS$$

Sehingga perhitungan maksimum persediaan pada golongan darah A, adalah sebagai berikut.

$$S = 47 + 212$$

$$S = 259$$

Tabel 5. Nilai Maksimum Persediaan

Golongan Darah	Maksimum Persediaan (Kantong Darah)
A	259
B	56
O	42
AB	21

Sumber : (Penulis, 2024)

Dilakukan perhitungan yang sama dengan menggunakan rumus maksimum persediaan yang sama pada setiap jenis golongan darah dari komponen darah PRC.

Golongan darah A membutuhkan perhatian lebih dalam hal pengelolaan persediaan karena nilai maksimumnya yang jauh lebih tinggi dibandingkan golongan darah B, golongan darah AB dan golongan darah O. Persediaan maksimum pada setiap golongan darah akan mempengaruhi waktu penyediaan kembali setiap produk darah.

Sedangkan rumus untuk menghitung ongkos total biaya persediaan (O_t), dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut dengan nilai q merupakan hasil iterasi dari nilai q_1 dengan q_2 yang relatif sama.

$$O_t = Dp + \frac{AD}{q} + h \left(\frac{1}{2}q + r - D_L \right) + \frac{C_U D}{q} \int_{r_2}^{\infty} (x - r)f(x) dx$$

Sehingga perhitungan biaya ongkos total pada golongan darah A, adalah sebagai berikut.

$$O_t = (575 \times 360.000) + \frac{(93.600 \times 575)}{47} + 86.400 + \left(\frac{1}{2} \times 47 + 73 - 575 \times 0,10 \right) + \frac{360.000 \times 575}{47} \times 0,2081$$

$$O_t = \text{Rp } 212.429.215,00$$

Tabel 6. Nilai Ongkos Total

Golongan Darah	Besaran Ongkos Total
A	Rp 212.429.215,00
B	Rp 238.485.254,00
O	Rp 157.422.496,00
AB	Rp 59.592.451,00

Sumber : (Penulis, 2024)

Dilakukan perhitungan yang sama dengan menggunakan rumus ongkos total yang sama pada setiap jenis golongan darah lainnya dari komponen darah PRC. Ongkos total persediaan ini akan ditentukan setelah mengetahui setiap nilai persediaan. Sehingga biaya yang dikeluarkan sesuai dengan tingkat persediaan yang ideal dan tingkat pelayanan yang diharapkan.

Kesimpulan:

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka, diperoleh kesimpulan bahwa permintaan terhadap komponen darah dari setiap golongan darah bersifat flutuatif yang signifikan. Implementasi yang lebih optimal dari Sistem-Q sangat penting untuk memastikan ketersediaan darah pada waktu yang tepat, terutama untuk golongan darah dengan permintaan tinggi seperti golongan darah A.

Nilai *safety stock* yang diperoleh bervariasi untuk setiap golongan darah, dengan golongan darah A memerlukan cadangan paling besar (212 kantong darah) dan AB memiliki *safety stock* terendah (1 kantong darah). Ini menunjukkan bahwa golongan darah dengan permintaan yang lebih tidak

terduga memerlukan cadangan yang lebih besar.

Maksimum persediaan dihitung dengan menambahkan *safety stock* ke permintaan rata-rata. Golongan darah A memerlukan maksimum persediaan tertinggi, yaitu 259 kantong darah, sementara golongan darah AB hanya membutuhkan 21 kantong darah. Hal ini mencerminkan kebutuhan yang berbeda untuk setiap golongan darah berdasarkan pola permintaan historis dan fluktuasi.

Optimasi Biaya Persediaan:

Penelitian ini juga menghitung total biaya persediaan untuk setiap golongan darah. Golongan darah A memiliki total biaya persediaan tertinggi sebesar Rp 212.429.215, sedangkan AB yang memiliki permintaan paling sedikit memiliki biaya terendah sebesar Rp 59.592.451. Ini menunjukkan bahwa pengendalian persediaan yang efektif sangat penting untuk menghindari pemborosan biaya.

Penelitian ini memberikan pendekatan yang kuat dalam pengelolaan persediaan darah, yang dapat diterapkan oleh PMI di berbagai wilayah untuk mengoptimalkan ketersediaan dan efisiensi biaya

Daftar Pustaka

- Dewi, N. R., Susanti, E., Suprihatin, B., Bidarti, A., Abelia, S. E., & Masyithah, N. A. A. (2020). Implementasi Model Stokastik Pada Permasalahan Optimasi Persediaan Kelapa Pada Tingkat Distributor. *E-Jurnal Matematika*, 9(1), 90. <https://doi.org/10.24843/mtk.2020.v09.i01.p284>
- Ekawati, W. Y. (2019). Pengendalian Persediaan Menggunakan Model *Continuous Review System* (CSR) Dalam Mengoptimalkan Biaya Persediaan. S.Mat Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Fauzi, M., & Bahagia, S. N. (2019). Pengambilan Keputusan Komponen Darah Dalam Pengendalian Persediaan Dengan Menggunakan Metode Ahp Di Pmi Kota Bandung. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 5(2), 13–20.

- <https://doi.org/10.33197/jitter.vol5.isi2.2019.276>
- Dyah, H., Habsari, P., Purnamasari, I., & Yuniarti, D. (2020). *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan Peramalan Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing Dan Verifikasi Hasil Peramalan Menggunakan Grafik Pengendali Tracking Signal (Studi Kasus: Data IHK Provinsi Kalimantan Timur) Forecasting Uses Double E. 14(1)*, 13–22.
<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/arekeng/>
- Handoko, T., H. (1993). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi & Operasi*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Khoiri, H. A., Isnaini, W., & Elyuda, D. R. (2021). Perencanaan Persediaan Darah di Unit Transfusi Darah (UTD) Palang Merah Indonesia Kota Madiun. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 115–120. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.3956>
- Kumila, A., Sholihah, B., Evizia, E., Safitri, N., & Fitri, S. (2019). Perbandingan Metode Moving Average dan Metode Naïve Dalam Peramalan Data Kemiskinan. *JTAM | Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika*, 3(1), 65. <https://doi.org/10.31764/jtam.v3i1.764>
- Nurcahyawati, V., Riyondha Aprilian Brahmantyo, & Januar Wibowo. (2023). Manajemen Persediaan Menggunakan Metode *Safety stock* dan *Reorder Point*. *Jurnal Sains dan Informatika*, 9(April), 89–99. <https://doi.org/10.34128/jsi.v9i1.431>
- Pardede, M. (2005). *Dasar-Dasar Manajemen Operasi & Produksi : Teori, Model, dan Kebijakan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rayendra, R., & Sopha, B. M. (2019). Analisis Pengendalian Persediaan Produk Darah Pada Unit Pelayanan Bank Darah Rumah Sakit X Yogyakarta. *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gajah Mada*, 95–99.
- Samuel, P., Lefta, F., Indahsari, I., & Gozali, L. (2020). Penentuan Metode Peramalan Permintaan Barang Setengah Jadi Di Pt. Xyz. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(1), 7–17. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v8i1.8066>
- Sudiman, S. (2020). Peramalan Untuk Perencanaan Produksi Stop Valve Tipe Tx277S Menggunakan Metode Peramalan Deret Waktu (Time Series) Di Pt. Xyz. *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri)*, 3(1), 7. <https://doi.org/10.32493/jitmi.v3i1.y2020.p7-14>
- Sukanta, S. (2017). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Continuous Review System Di Moga Toys Home Industry. *Journal of Industrial Engineering Management*, 2(1), 25. <https://doi.org/10.33536/jiem.v2i1.110>
- Sumayang, L. (2003). *Dasar-Dasar Manajemen Produksi & Operasi*. Jakarta: Karya Salemba Empat.
- Wardah, S., & Iskandar, I. (2017). Forecasting Analysis of Packaged Banana Chips Product Sales (Case Study: Home Industry Arwana Food Tembilihan). *Industrial Engineering Journal*, 11(3), 135.