

Artikel penelitian

Perencanaan Persediaan Darah pada UDD PMI Kabupaten Berau Menggunakan Metode *Continuous Review System* (CRS)

Armeynita Nur Aulia, Willy Tambunan*, Ridzky Zul Asdi

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 11 Maret 2026
Revisi Akhir: 03 April 2026
Diterbitkan Online: 19 April 2026

KATA KUNCI

Continuous Review System
Pengendalian Persediaan
Penghematan Biaya
Permintaan Darah
Service Level

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 813-7570-5326
E-mail: willytambunan@ft.unmul.ac.id

A B S T R A K

Pengendalian persediaan darah yang tidak optimal dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara permintaan dan ketersediaan stok. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebijakan persediaan optimal *Packed Red Cell* (PRC) di Unit Donor Darah (UDD) PMI Kabupaten Berau dengan mempertimbangkan pola permintaan dan efisiensi biaya. Metode yang digunakan adalah peramalan time series yang kemudian diolah menggunakan *Continuous Review System* (CRS) untuk menentukan jumlah pemesanan optimal, titik pemesanan kembali, dan persediaan pengaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola permintaan PRC cenderung stabil hingga berfluktuasi ringan. Model peramalan terbaik untuk golongan darah A menggunakan *Weighted Moving Average* ($length = 10$) dengan MAD 0,75, MSE 0,73, dan MAPE 2,0%. Golongan darah B menggunakan *Moving Average* ($length = 11$) dengan MAD 4,36, MSE 19,04, dan MAPE 10,1%. Golongan darah AB menggunakan *Weighted Moving Average* ($length = 11$) dengan MAD 3,21, MSE 10,32, dan MAPE 15,3%. Golongan darah O menggunakan *Weighted Moving Average* ($length = 10$) dengan MAD 3,52, MSE 14,91, dan MAPE 5,8%. Penerapan metode CRS menunjukkan bahwa tidak diperlukan *safety stock* pada seluruh golongan darah dengan tingkat pelayanan di atas 99%. Selain itu, metode ini mampu menurunkan biaya persediaan sebesar 44% pada golongan darah A dan B, 42% pada golongan darah AB, serta 45% pada golongan darah O. Dengan demikian metode CRS dianggap efektif dalam meningkatkan efisiensi biaya sekaligus menjaga ketersediaan persediaan darah PRC di UDD PMI Kabupaten Berau.

PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai ketersediaan darah masih menjadi persoalan yang cukup serius dan kompleks pada skala global. Permintaan darah sangat bergantung pada kondisi kesehatan masyarakat, jumlah tindakan medis, serta kebutuhan darurat yang tidak dapat diprediksi [1]. Pentingnya peran darah dalam berbagai layanan medis membuat ketersediaannya perlu dikelola dengan pendekatan yang sistematis. Salah satu aspek penting dalam pengelolaan tersebut adalah penerapan sistem persediaan yang mampu menjamin ketersediaan darah pada waktu dan jumlah yang tepat.

Palang Merah Indonesia (PMI) merupakan lembaga yang berwenang dalam pengumpulan, pengolahan, dan pendistribusian darah untuk memenuhi kebutuhan rumah sakit di seluruh wilayah. Layanan persediaan darah dilakukan oleh Unit Transfusi Darah (UTD) atau Unit Donor Darah (UDD) PMI. Sebagai pihak penyedia darah, UTD atau UDD diharuskan untuk memenuhi kebutuhan darah di wilayah kerja masing-masing [1]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Palang Merah Indonesia Provinsi Kalimantan Timur mencatat terdapat 91.320 jumlah donor darah pada tahun 2025 dari total penduduk sebanyak 4.478,36 ribu jiwa. Berdasarkan persentase ideal kebutuhan darah di Indonesia yaitu 2,5% dari jumlah penduduk, Provinsi Kalimantan Timur hanya memenuhi 2,04% kebutuhan darah. Angka ini menunjukkan masih adanya ketimpangan antara kebutuhan ideal dengan kondisi sebenarnya.

Resipien seringkali mengalami kesulitan dalam memperoleh darah, salah satunya disebabkan oleh ketidakpastian jumlah sumbangan darah yang diterima PMI dari para pendonor. Kondisi ini semakin kompleks karena darah merupakan produk yang memiliki masa simpan terbatas (*perishable*) sehingga tidak dapat disimpan dalam jangka waktu lama. Selain itu, belum adanya regulasi yang mengatur manajemen dan perencanaan persediaan darah secara efisien turut berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kematian akibat tidak terpenuhinya kebutuhan darah [2]. Karakteristik darah yang bersifat *perishable* menuntut sistem pengendalian persediaan yang responsif terhadap perubahan permintaan.

Permintaan darah yang fluktuatif dapat menyebabkan dalam beberapa periode permintaan darah tidak dapat dipenuhi karena kekurangan persediaan (*stockout*) dan terdapat stok darah yang tidak terpakai sehingga akhirnya kedaluwarsa (*overstock*) [3]. Pada tahun 2025 di Kabupaten Berau, terdapat 115 kantong darah kedaluwarsa dari total 2.782 kantong darah didistribusikan [4]. Angka ini menunjukkan tingkat *overstock* yang terjadi di UDD PMI Kabupaten Berau masih cukup tinggi, sehingga akan menimbulkan biaya pemusnahan darah.

Permasalahan ini menunjukkan perlunya sistem perencanaan dan pengendalian persediaan darah yang lebih ilmiah dan terukur agar ketersediaan darah tetap terjaga pada tingkat yang optimal tanpa menimbulkan pemborosan. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah metode *Continuous Review System* (CRS) atau sistem pengendalian persediaan dengan peninjauan berkelanjutan. Metode *Continuous Review System* merupakan model persediaan yang menentukan permintaan darah optimal dan waktu permintaan darah untuk mendapatkan total biaya persediaan terbaik [5]. *Continuous Review System* (CRS) dinilai lebih unggul dibandingkan metode *Periodic Review System* (PRS) karena mampu melakukan pemantauan stok secara terus-menerus dan melakukan pemesanan segera ketika persediaan mencapai titik kritis, sehingga dapat meminimalkan risiko kekurangan maupun pemborosan akibat kedaluwarsa.

TINJAUAN PUSTAKA

Darah

Darah merupakan cairan biologis yang memiliki peranan sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Cairan ini bersirkulasi melalui jantung dan pembuluh darah, berfungsi mengangkut oksigen serta zat gizi ke seluruh sel tubuh, dan membawa hasil sisa metabolisme untuk dikeluarkan. Darah yang mengalir di dalam arteri dan vena merupakan bagian integral dari sistem organ tubuh manusia yang menunjang kehidupan. Secara fisiologis, volume darah pada orang dewasa berkisar sekitar 3,6 liter untuk wanita dan 4,5 liter untuk pria [6].

Packed Red Cell (PRC)

Menurut Isti dkk. (2018), *packed Red Cell* (PRC) adalah komponen darah yang mengandung sel darah merah dan dapat disimpan di bank darah selama sekitar 35 hingga 42 hari dengan penambahan larutan antikoagulan. Selama masa penyimpanan tersebut, PRC harus ditempatkan pada suhu 2°–6°C di dalam perangkat pendingin darah (*blood bank refrigerator*) [7].

Persediaan

Secara prinsip, persediaan (*inventory*) merupakan sumber daya menganggur (*idle resources*) yang keberadaannya menunggu untuk diproses lebih lanjut. Proses lanjutan yang dimaksud dapat berupa kegiatan produksi seperti pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran sebagaimana dijumpai pada sistem distribusi, maupun kegiatan konsumsi seperti yang terjadi di lingkungan rumah tangga, perkantoran, dan sektor lainnya. Dengan demikian, persediaan memiliki peran penting sebagai penghubung antara tahapan aktivitas ekonomi yang saling berkesinambungan [8].

Forecasting

Forecasting merupakan upaya memperkirakan suatu besaran tertentu, misalnya jumlah penjualan produk pada periode yang akan datang dengan menggunakan metode atau teknik tertentu agar hasilnya lebih rasional dan terukur. Semakin akurat hasil peramalan yang diperoleh, semakin besar pula pengaruh positifnya terhadap efektivitas proses pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau perusahaan [9].

Metode Peramalan

Secara umum, peramalan dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu peramalan subjektif dan peramalan objektif. Peramalan objektif menggunakan prosedur matematis dan statistik untuk menghasilkan prediksi yang lebih terukur. Peramalan objektif dibagi menjadi dua kelompok metode, yaitu metode intrinsik dan metode ekstrinsik. Metode intrinsik

memanfaatkan data historis yang dikumpulkan secara sistematis untuk memperkirakan nilai di masa mendatang. Beberapa metode intrinsik di antaranya sebagai berikut [10].

1. *Simple Moving Average (SMA)*

Metode SMA menghitung nilai peramalan berdasarkan rata-rata dari sejumlah data masa lalu. Metode ini digunakan untuk jangka waktu pendek dan menghasilkan hasil yang lebih halus seiring bertambahnya periode data yang digunakan [11].

2. *Weighted Moving Average (WMA)*

Metode ini serupa dengan metode *Simple Moving Average (SMA)*, namun metode WMA memberikan bobot lebih besar pada data terbaru karena dianggap lebih relevan terhadap kondisi saat ini [11].

3. *Single Exponential Smoothing (SES)*

Metode ini menggunakan prinsip pemulusan eksponensial dengan memperbarui hasil peramalan secara terus-menerus berdasarkan data terbaru. Metode ini cocok digunakan untuk data dengan fluktuasi tinggi dan pola yang tidak stabil [12].

Tingkat Kesalahan Peramalan

Menurut Hakim (2008), terdapat beberapa rumus yang dapat digunakan dalam menentukan tingkat kesalahan atau *standard error* pada hasil peramalan. Beberapa diantaranya antara lain sebagai berikut [13].

1. *MAD (Mean Absolute Deviation)*

Menurut Gasperz (2008), MAD menggambarkan rata-rata kesalahan mutlak selama periode pengamatan tanpa mempertimbangkan apakah nilai peramalan lebih tinggi atau lebih rendah dari nilai aktual. Dengan kata lain, MAD merupakan rata-rata dari nilai absolut selisih antara hasil peramalan dan permintaan aktual.

2. *MSE (Mean Square Error)*

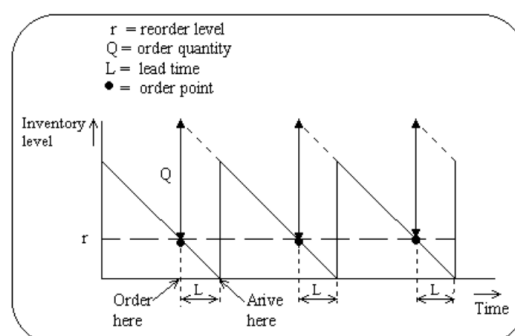
Menurut Gasperz (2008), MSE diperoleh dengan menjumlahkan kuadrat dari setiap kesalahan peramalan pada masing-masing periode, kemudian dibagi dengan jumlah periode yang diamati. Nilai MSE memberikan gambaran seberapa besar penyimpangan peramalan terhadap data aktual secara keseluruhan.

3. *MAPE (Mean Absolute Percentage Error)*

Menurut Gasperz (2008), MAPE digunakan untuk mengukur kesalahan relatif dalam bentuk persentase. Ukuran ini dinilai lebih informatif dibandingkan MAD karena menunjukkan seberapa besar kesalahan peramalan terhadap permintaan aktual dalam persentase. Dengan demikian, MAPE dapat digunakan untuk menilai apakah hasil peramalan cenderung terlalu tinggi atau terlalu rendah terhadap kondisi nyata.

Continuous Review System

Continuous Review System adalah metode persediaan yang bertujuan untuk menentukan tingkat permintaan optimal serta waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan ulang guna mendapatkan total biaya persediaan yang paling rendah [5]. *Continuous Review System (CRS)* atau Model Q merupakan pengembangan lanjutan dari sistem pengendalian persediaan probabilistik sederhana yang diterapkan pada kondisi permintaan tidak beraturan. Dalam pendekatan ini, tingkat pelayanan tidak ditentukan sejak awal, melainkan dihitung secara simultan bersamaan dengan proses optimasi biaya. Hal ini memungkinkan penentuan cadangan pengaman dilakukan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara tingkat pelayanan (*service level*) dan total biaya inventori [8].



Gambar 1. Diagram *Continuous Review System*
(Sumber: Mulyono & Ishida, 2012)

Diagram *Continuous Review System* di atas menggambarkan mekanisme pemantauan stok secara terus-menerus, di mana pemesanan dilakukan ketika persediaan mencapai *reorder point* (r), dengan jumlah pesanan tetap (Q), serta mempertimbangkan *lead time* (L) dan *safety stock* untuk menjaga ketersediaan barang [14].

Pengolahan data dilakukan dengan menerapkan model Q dengan pendekatan *back order* yang disesuaikan dengan formulasi matematis Hadley-Within. Proses perhitungan untuk memperoleh nilai optimal q_0^* dan r^* dilakukan dengan tahapan seperti di bawah ini [8].

1. Dilakukan perhitungan nilai q_1 , yaitu ukuran lot pesanan atau q awal dengan menggunakan formula Wilson. Formula Wilson dikenal juga dengan *Economic Order Quantity* (EOQ). Perhitungan q_1 dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (1)$$

dimana: q_1 = Ukuran lot pesanan awal,
 A = Ongkos setiap kali pemesanan,
 D = Permintaan rata-rata per periode, dan
 h = Biaya simpan per unit.

2. Berdasarkan pada perhitungan nilai q_1 yang telah dilakukan dengan Persamaan 1, maka selanjutnya dapat dicari besaran nilai α , yaitu besarnya kemungkinan kekurangan *inventory* dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\alpha = \frac{hq}{c_u D} \quad (2)$$

dimana: α = Kemungkinan kekurangan *inventory*,
 q = Ukuran lot pesanan,
 D = Permintaan rata-rata per periode,
 c_u = Biaya kekurangan persediaan, dan
 h = Biaya simpan per unit.

3. Setelah diketahui nilai α yang dihitung dengan Persamaan 2 di atas, maka selanjutnya dapat dihitung nilai r_1 , yaitu titik pemesanan kembali (*reorder point*) dengan menggunakan persamaan berikut.

$$r_1 = D_L + z_\alpha S\sqrt{L} \quad (3)$$

dimana: D_L = Permintaan rata-rata selama *lead time*,
 z_α = Standar deviasi normal, dan
 $S\sqrt{L}$ = Standar deviasi selama *lead time*.

4. Setelah diperoleh nilai r_1 , maka selanjutnya dapat dihitung nilai q_2 dengan menggunakan model matematis Hadley-Within pada persamaan berikut.

$$q_2 = \sqrt{\frac{2D[A + c_u N]}{h}} \quad (4)$$

dimana: q_2 = Ukuran lot pesanan baru,
 A = Ongkos setiap kali pemesanan,
 N = Ekspektasi kebutuhan yang tidak dipenuhi,
 c_u = Biaya kekurangan persediaan, dan
 h = Biaya simpan per unit.

Sementara itu nilai N atau ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$N = S_L [f(z_\alpha) - z_\alpha \Psi(z_\alpha)] \quad (5)$$

dimana: S_L = Standar deviasi permintaan rata-rata selama *lead time*,
 $f(z_\alpha)$ = Ordinal, dan
 $\Psi(z_\alpha)$ = Ekspektasi Parsial.

Nilai $f(z_\alpha)$ dan $\Psi(z_\alpha)$ pada persamaan di atas dapat diperoleh melalui tabel distribusi normal standar, dengan memanfaatkan data ordinat serta nilai ekspektasi parsial yang tercantum dalam tabel tersebut.

5. Setelah diperoleh nilai q_2 dengan Persamaan 4 di atas, selanjutnya dilakukan perhitungan ulang untuk menentukan nilai α menggunakan Persamaan 2 dan nilai r_2 dengan Persamaan 3.
6. Selanjutnya nilai r_1 dan r_2 akan dibandingkan. Jika selisih antara keduanya tidak terlalu besar atau dianggap relatif sama, maka proses iterasi dianggap konvergen dan diperoleh kondisi $r_1=r_2$ serta $q_1=q_2$. Apabila perbedaan antara r_1 dan r_2 masih signifikan, maka iterasi dilanjutkan dengan menggantikan r_1 oleh r_2 dan q_1 oleh q_2 , kemudian proses perhitungan diulang hingga hasilnya stabil.
7. Cadangan pengaman (*safety stock*) diperlukan untuk mengantisipasi ketidakpastian dalam sistem persediaan yang dapat muncul baik dari sisi permintaan pengguna (*user*) maupun dari sisi pemasok (*supplier*). Perhitungan *safety stock* (ss) dapat dilakukan dengan persamaan berikut [8].

$$ss = z_{\alpha} S\sqrt{L} \quad (6)$$

dimana: ss = *Safety stock*,
 Z_{α} = *Standar deviasi normal*, dan
 $S\sqrt{L}$ = *Standar deviasi selama lead time*.

8. Kinerja sistem inventori dapat diukur dari tingkat pelayanan (*service level*) yang diberikan oleh pengelola sistem kepada pengguna atau konsumen. Tingkat pelayanan ini menjadi indikator penting yang tidak hanya mencerminkan kuantitas stok, tetapi juga kualitas pelayanan dalam memenuhi kebutuhan pengguna. Perhitungan *service level* dilakukan dengan persamaan berikut [8].

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\% \quad (7)$$

dimana: η = *Tingkat pelayanan*,
 N = *Eskpektasi kebutuhan yang tidak dipenuhi*, dan
 q = *Ukuran lot pesanan*.

9. Total biaya persediaan (O_t) dihitung menggunakan rumus yang didasarkan pada nilai q hasil iterasi terakhir, di mana nilai q_1 dan q_2 telah mencapai kondisi relatif sama.

$$O_t = Dp + \frac{AD}{q} + h \left(\frac{1}{2}q + r - D_L \right) + c_u N \quad (8)$$

dimana: O_t = *Biaya total inventory*,
 A = *Ongkos setiap kali pemesanan*,
 p = *Harga bahan baku per unit*,
 q = *Ukuran lot pesanan*,
 D = *Permintaan rata-rata per periode*,
 c_u = *Biaya kekurangan persediaan*,
 h = *Biaya simpan per unit*,
 r = *reorder point*,
 D_L = *Permintaan rata-rata selama lead time*, dan
 N = *Eskpektasi kebutuhan yang tidak dipenuhi*.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada komponen darah *Packed Red Cell* (PRC) untuk seluruh golongan darah tanpa membedakan faktor *rhesus* pada UDD PMI Kabupaten Berau. Data yang digunakan merupakan data historis permintaan darah PRC selama periode Januari – Desember 2025 dan juga Data Pengganti Pengelolaam Darah (BPPD) yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/MENKES/504/2024 yaitu sebesar Rp490.000. Berdasarkan data BPPD sebesar Rp490.000 per kantong darah, diketahui biaya penyimpanannya sebesar 24% dan biaya pemesanan sebesar 26% [2] [4], maka 50% sisanya merupakan biaya bahan baku per kantong darah. Biaya kekurangan persediaan dalam penelitian ini ditetapkan sebesar Rp490.000 berdasarkan asumsi biaya penggantian darah melalui Biaya Pengganti Pengolahan Darah (BPPD). Biaya tersebut dianggap mewakili kerugian sistem karena ketika terjadi kekurangan stok, Unit Donor Darah (UDD) harus memenuhi kebutuhan darah melalui alternatif lain, seperti pengadaan darurat atau permintaan dari unit lain yang umumnya memerlukan biaya tambahan yang setara atau lebih tinggi dari BPPD. Selain itu, data lain yang digunakan adalah *lead time*, yaitu waktu yang dibutuhkan sejak dilakukan

proses pengambilan darah, uji laboratorium, pengolahan darah menjadi komponen tertentu, dan penyimpanan sehingga darah siap didistribusikan kepada pasien.

Tahap pengolahan data dalam penelitian ini dimulai dengan menghitung peramalan permintaan darah menggunakan metode *Simple Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Single Exponential Smoothing* (SES). Selanjutnya, hasil peramalan dievaluasi menggunakan ukuran kesalahan berupa *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Setelah itu, dilakukan perhitungan parameter persediaan yang meliputi ukuran lot pesanan awal, nilai α sebagai peluang terjadinya kekurangan persediaan, titik pemesanan kembali awal, ukuran lot pesanan baru, serta perhitungan ulang nilai α dan titik pemesanan kembali baru. Tahap berikutnya adalah menghitung *safety stock*, *service level*, dan total biaya persediaan untuk memperoleh kebijakan persediaan yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan data utama yang digunakan, berupa data permintaan darah komponen *Packed Red Cell* (PRC) pada UDD Kabupaten Berau selama periode tahun 2025.

Tabel 1. Permintaan PRC UDD Kabupaten Berau

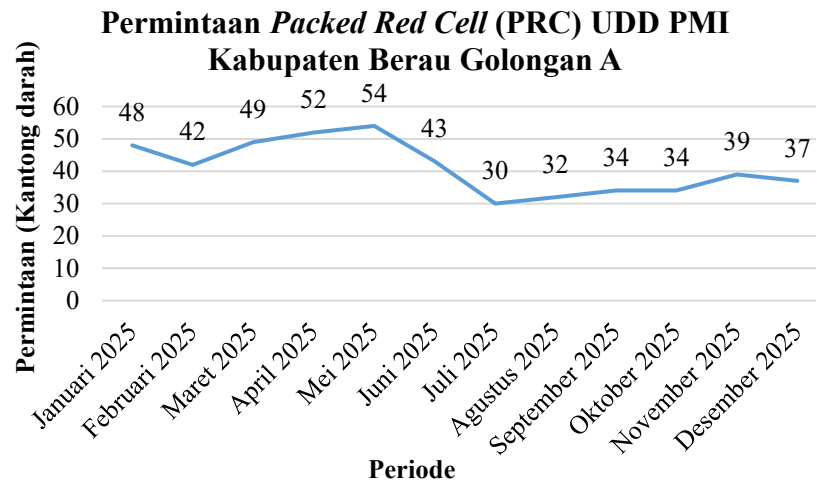
Periode	Permintaan <i>Packed Red Cell</i> (PRC)			
	A	B	AB	O
Januari 2025	48	36	30	104
Februari 2025	42	34	20	110
Maret 2025	49	38	22	106
April 2025	52	41	36	118
Mei 2025	54	49	34	66
Juni 2025	43	50	24	70
Juli 2025	30	36	18	55
Agustus 2025	32	35	20	54
September 2025	34	26	22	52
Oktober 2025	34	28	30	43
November 2025	39	52	20	67
Desember 2025	37	43	21	58

1. Analisis Pola Data Permintaan

Tahap awal pengolahan data dilakukan dengan menganalisis data historis permintaan darah *Packed Red Cell* (PRC) untuk memahami karakteristik data sebagai dasar dalam menentukan metode peramalan yang sesuai.

a. Golongan A

Berikut merupakan pola data permintaan komponen *packed red cell* untuk golongan darah A pada Unit Donor Darah (UDD) PMI Kabupaten Berau yang diperoleh dari data historis permintaan darah.

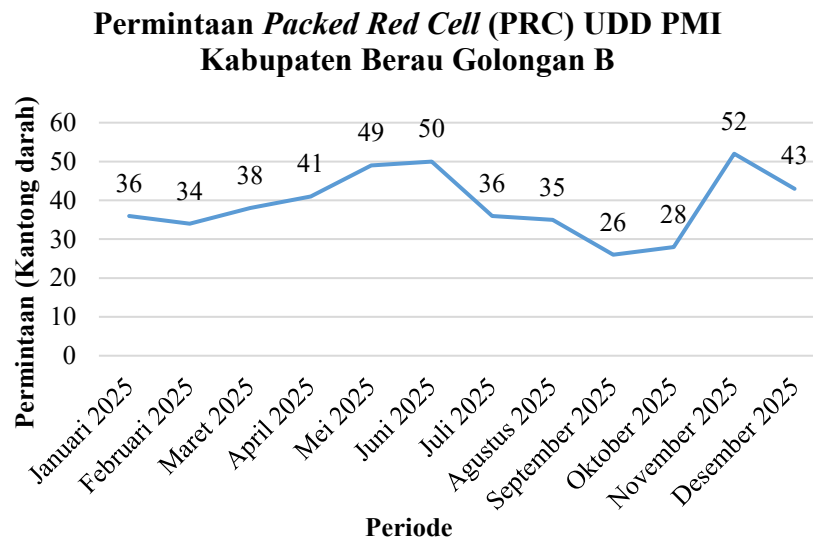


Gambar 2. Pola Permintaan PRC Golongan A

Permintaan *packed red cell* golongan A pada UDD PMI Kabupaten Berau menunjukkan pola yang cukup berubah-ubah sepanjang tahun. Pada awal tahun permintaan sempat mengalami sedikit penurunan, kemudian meningkat secara bertahap hingga mencapai titik tertinggi di sekitar pertengahan tahun. Setelah itu permintaan kembali menurun hingga sekitar bulan Juli. Memasuki paruh kedua tahun, permintaan mulai meningkat kembali secara perlahan dan cenderung stabil hingga mendekati akhir tahun, meskipun pada bulan terakhir kembali mengalami sedikit penurunan. Secara keseluruhan, pola permintaan golongan darah A menunjukkan fluktuasi yang tidak terlalu tajam.

b. Golongan B

Berikut merupakan pola data permintaan komponen *packed red cell* untuk golongan darah B pada Unit Donor Darah (UDD) PMI Kabupaten Berau yang diperoleh dari data historis permintaan darah.

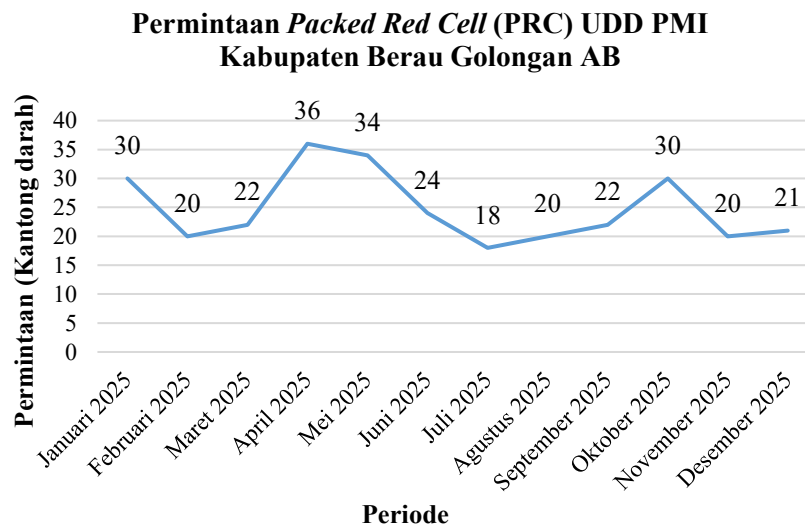


Gambar 3. Pola Permintaan PRC Golongan B

Permintaan *packed red cell* golongan B juga menunjukkan pola yang cukup berfluktuasi. Pada awal tahun permintaan sedikit menurun, kemudian meningkat secara bertahap hingga pertengahan tahun. Setelah itu permintaan kembali mengalami penurunan pada beberapa bulan berikutnya. Menjelang akhir tahun permintaan kembali meningkat cukup jelas sebelum akhirnya kembali menurun pada bulan terakhir. Pola ini menunjukkan bahwa permintaan golongan darah B mengalami perubahan yang cukup dinamis sepanjang tahun, meskipun masih berada dalam kisaran yang relatif wajar.

c. Golongan AB

Berikut merupakan pola data permintaan komponen *packed red cell* untuk golongan darah AB pada Unit Donor Darah (UDD) PMI Kabupaten Berau yang diperoleh dari data historis permintaan darah.

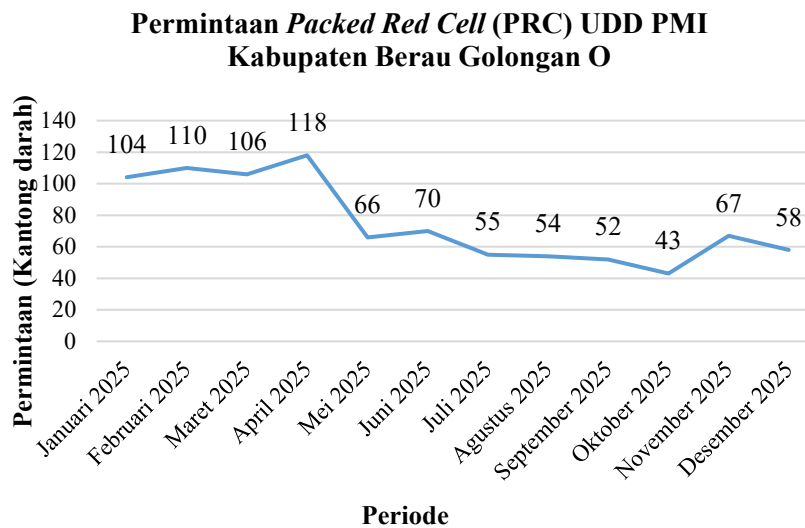


Gambar 4. Pola Permintaan PRC Golongan AB

Permintaan *packed red cell* golongan AB menunjukkan pola fluktuasi yang relatif ringan. Pada awal tahun permintaan sempat mengalami penurunan, kemudian meningkat hingga sekitar bulan April. Setelah itu permintaan kembali menurun hingga pertengahan tahun. Memasuki paruh kedua tahun, permintaan perlahan meningkat kembali hingga mencapai peningkatan pada sekitar bulan Oktober sebelum kembali menurun sedikit pada bulan berikutnya. Secara umum, perubahan permintaan golongan darah AB tidak terlalu besar sehingga pola permintaannya terlihat cukup stabil.

d. Golongan O

Berikut merupakan pola data permintaan komponen *packed red cell* untuk golongan darah O pada Unit Donor Darah (UDD) PMI Kabupaten Berau yang diperoleh dari data historis permintaan darah.



Gambar 5. Pola Permintaan PRC Golongan O

Permintaan *packed red cell* golongan O menunjukkan pola yang cukup berubah sepanjang tahun. Pada awal tahun permintaan sempat meningkat, kemudian kembali menurun sebelum meningkat lagi hingga mencapai puncaknya pada bulan April. Setelah itu permintaan mengalami penurunan pada bulan berikutnya. Pada pertengahan hingga menjelang akhir tahun permintaan cenderung menurun secara bertahap, kemudian kembali meningkat pada bulan November sebelum menurun kembali pada akhir tahun. Pola ini menunjukkan bahwa permintaan golongan darah O juga mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu sepanjang tahun.

Berikut merupakan hasil analisis pola data permintaan darah.

Tabel 2. Pola Permintaan Darah

Golongan	Pola Data
A	Berfluktuasi ringan
B	Berfluktuasi ringan
AB	Stabil
O	Berfluktuasi

Secara umum data tidak menunjukkan adanya tren yang konsisten maupun pola musiman, sehingga dapat dikategorikan memiliki pola horizontal (stasioner). Berdasarkan karakteristik tersebut, metode peramalan yang digunakan adalah *Simple Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA), dan *Single Exponential Smoothing* (SES).

2. Peramalan Permintaan

Untuk menentukan peramalan paling sesuai yang akan digunakan untuk meramalkan permintaan pada periode berikutnya maka akan dibandingkan terlebih dahulu nilai *error* setiap metode. Penentuan tingkat kesalahan menggunakan tiga kriteria, yaitu *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berikut merupakan metode peramalan yang paling cocok untuk komponen PRC pada UDD Kabupaten Berau berdasarkan tingkat kesalahan menggunakan bantuan *software* POM-QM.

Tabel 3. Metode Peramalan Berdasarkan Tingkat Kesalahan

Golongan Darah	Metode	Keterangan	MAD	MSE	MAPE
A	<i>Moving Average</i>	$length = 10$	3,35	11,53	8,9%
	<i>Weighted Moving Average</i>	$length = 10$	0,75	0,73	2,0%
	<i>Single Exponential Smoothing</i>	$a = 0,9$	4,78	40,17	12,4%
B	<i>Moving Average</i>	$length = 11$	4,36	19,04	10,1%
	<i>Weighted Moving Average</i>	$length = 11$	4,44	19,71	10,3%
	<i>Single Exponential Smoothing</i>	$a = 0,8$	6,90	90,75	17,2%
AB	<i>Moving Average</i>	$length = 11$	4,09	16,74	19,5%
	<i>Weighted Moving Average</i>	$length = 11$	3,21	10,32	15,3%
	<i>Single Exponential Smoothing</i>	$a = 0,8$	5,68	54,72	23,7%
O	<i>Moving Average</i>	$length = 10$	13,45	187,93	21,9%
	<i>Weighted Moving Average</i>	$length = 10$	3,52	14,91	5,8%
	<i>Single Exponential Smoothing</i>	$a = 0,9$	11,99	333,72	18,3%

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan untuk 12 periode berikutnya dengan menggunakan metode yang paling cocok berdasarkan tingkat kesalahan peramalan.

Tabel 4. Peramalan Permintaan Periode Berikutnya

PERIODE	GOLONGAN			
	A	B	AB	O
Januari 2026	37,5	39,3	23,5	60,2
Februari 2026	36,9	39,8	23,4	58,6
Maret 2026	36,5	39,9	23,2	57,6
April 2026	36,3	39,8	23,0	57,4
Mei 2026	36,3	39,0	22,9	57,4
Juni 2026	36,5	38,0	22,9	57,6
Juli 2026	36,6	38,2	23,0	57,8

Tabel 4. Peramalan Permintaan Periode Berikutnya (lanjutan)

PERIODE	GOLONGAN			
	A	B	AB	O
Agustus 2026	36,6	38,4	23,0	57,9
September 2026	36,6	39,6	23,0	58,0
Oktober 2026	36,6	40,6	22,9	57,9
November 2026	36,6	39,6	23,0	57,8
Desember 2026	36,6	39,3	23,0	57,8
Total	440	471	277	696
Rata-rata	37	39	23	58
Standar Deviasi	0,293	0,745	0,202	0,727

3. Perhitungan Metode *Continuous Review System* (CRS)
Berikut merupakan data yang dibutuhkan dalam pengolahan data.

Tabel 5. Pengolahan Data

Keterangan	Nilai	
Rata-rata Demand	Golongan A	37
	Golongan B	39
	Golongan AB	23
	Golongan O	58
Standar Deviasi Demand	Golongan A	0,293
	Golongan B	0,745
	Golongan AB	0,202
	Golongan O	0,727
Lead time	1 hari / 30 hari	0,0333
Biaya Simpan (h)	24% x Rp490.000	Rp117.600
Biaya Pesan (A)	26% x Rp490.000	Rp127.400
Harga Bahan Baku per Unit (p)	50% x Rp490.000	Rp245.000
Biaya Kekurangan Persediaan (Cu)	Rp490.000	

Berikut merupakan contoh perhitungan metode *continuous review system* untuk golongan darah A komponen *Packed Red Cell* (PRC).

- a. Dilakukan perhitungan nilai q_1 , yaitu ukuran lot pesanan atau q awal dengan menggunakan formula Wilson.

Perhitungan q_1 dapat dilakukan dengan Persamaan 1.

$$\begin{aligned}
 q_1 &= \sqrt{\frac{2AD}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times \text{Rp}127.400 \times 37}{\text{Rp}117.600}} \\
 &= 9 \text{ kantong}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung besaran nilai α , yaitu besarnya kemungkinan kekurangan *inventory* menggunakan Persamaan 2.

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{hq}{c_u D} \\
 &= \frac{\text{Rp}117.600 \times 9}{\text{Rp}490.000 \times 37} \\
 &= 0,0584
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel distribusi normal standar, dengan memanfaatkan data ordinat serta nilai ekspektasi parsial yang tercantum dalam tabel tersebut dengan nilai $\alpha = 0,0584$, maka diperoleh nilai $Z\alpha = 1,5685$, $f(Z\alpha) = 0,1166$, dan $\Psi(Z\alpha) = 0,0250$.

- c. Menghitung nilai r_1 , yaitu titik pemesanan kembali (*reorder point*) dengan menggunakan Persamaan 3.

$$\begin{aligned} r_1 &= D_L + z_\alpha S\sqrt{L} \\ &= (37 \times 0,0333) + 1,5685 \times 0,293 \times \sqrt{0,0333} \\ &= 1 \text{ kantong} \end{aligned}$$

- d. Menghitung nilai nilai q_2 dengan menggunakan model matematis Hadley-Within pada Persamaan 4 dengan terlebih dahulu menghitung nilai N atau ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi dengan Persamaan 5.

$$\begin{aligned} N &= S_L [f(Z\alpha) - Z\alpha\Psi(Z\alpha)] \\ &= (0,293 \times \sqrt{0,0333}) \times [0,1166 - (1,5685 \times 0,0250)] \\ &= 0,0041 \end{aligned}$$

Maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai q_2 .

$$\begin{aligned} q_2 &= \sqrt{\frac{2D[A + c_u N]}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 37 \times [\text{Rp}127.400 + (\text{Rp}490.000 \times 0,0041)]}{\text{Rp}117.600}} \\ &= 9 \text{ kantong} \end{aligned}$$

- e. Melakukan perhitungan ulang untuk menentukan nilai α menggunakan Persamaan 2 dan nilai r_2 dengan Persamaan 3.

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{hq}{c_u D} \\ &= \frac{\text{Rp}117.600 \times 9}{\text{Rp}490.000 \times 37} \\ &= 0,0584 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel distribusi normal standar, dengan memanfaatkan data ordinat serta nilai ekspektasi parsial yang tercantum dalam tabel tersebut dengan nilai $\alpha = 0,0584$, maka diperoleh nilai $Z\alpha = 1,5685$. Maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai r_2 .

$$\begin{aligned} r_2 &= D_L + z_\alpha S\sqrt{L} \\ &= (37 \times 0,0333) + 1,5685 \times 0,293 \times \sqrt{0,0333} \\ &= 1 \text{ kantong} \end{aligned}$$

- f. Selanjutnya nilai r_1 dan r_2 akan dibandingkan. Jika selisih antara keduanya tidak terlalu besar atau dianggap relatif sama, maka proses iterasi dianggap konvergen dan diperoleh kondisi $r_1=r_2$ serta $q_1=q_2$. Pada perhitungan ini, selisih antara nilai r_1 dan r_2 tidak signifikan, di mana keduanya bernilai 1 dan selisih nilai q_1 dan q_2 tidak terlalu signifikan dengan keduanya bernilai 9. Maka dari itu proses iterasi dianggap konvergen dan diperoleh kondisi $r_1=r_2$ serta $q_1=q_2$.

- g. Perhitungan *safety stock* (ss) dapat dilakukan dengan Persamaan 6.

$$\begin{aligned} ss &= z_\alpha S\sqrt{L} \\ &= 1,5685 \times 0,293 \times \sqrt{0,0333} \\ &= 0,0840 \approx 0 \text{ kantong} \end{aligned}$$

h. Melakukan perhitungan *service level* dengan Persamaan 7.

$$\begin{aligned}\eta &= 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\% \\ &= 1 - \frac{0,0041}{(37 \times 0,0333)} \times 100\% \\ &= 99,66\%\end{aligned}$$

i. Total biaya persediaan (O_t) dihitung menggunakan rumus yang didasarkan pada nilai q hasil iterasi terakhir, di mana nilai q_1 dan q_2 telah mencapai kondisi relatif sama. Perhitungan dilakukan dengan Persamaan 8.

$$\begin{aligned}O_t &= Dp + \frac{AD}{q} + h \left(\frac{1}{2}q + r - D_L \right) + c_u N \\ &= 37 \times \text{Rp}245.000 + \frac{\text{Rp}127.400 \times 37}{9} + \text{Rp}117.600 \times \left(\frac{1}{2} \times 9 + 1 - 37 \times 0,0333 \right) + \text{Rp}490.000 \times 0,0041 \\ &= \text{Rp}10.092.543,95\end{aligned}$$

Perhitungan total penghematan biaya dilakukan dengan membandingkan selisih biaya antara biaya persediaan yang dikeluarkan tanpa menggunakan metode *Continuous Review System* (CRS) dengan total biaya persediaan setelah menggunakan metode CRS. Total biaya persediaan tanpa menggunakan metode CRS dilakukan dengan mengalikan permintaan kantong darah dengan biaya pengganti pengolahan darah sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/MENKES/504/2024 yaitu sebesar Rp490.000 per kantong darah. Maka total penghematan biaya golongan darah A komponen PRC adalah sebesar 44%. Berikut ini merupakan hasil pengolahan data metode CRS untuk seluruh golongan darah komponen Packed Red Cell (PRC) pada UDD Kabupaten Berau.

Tabel 6. Hasil Perhitungan CRS

Keterangan	Golongan Darah			
	A	B	AB	O
Lot pemesanan (q)	9	9	7	11
<i>Reorder point</i> (r)	1	2	1	2
Eskpektasi kebutuhan yang tidak dipenuhi (N)	0,0041	0,0101	0,0034	0,0085
Standar deviasi normal (Z_a)	1,5685	1,5947	1,4535	1,6900
<i>Safety stock</i> (ss)	0	0	0	0
<i>Service level</i> (η)	99,66%	99,22%	99,56%	99,56%
<i>Total inventory cost</i> (TIC)	Rp10.092.543,95	Rp10.723.540,01	Rp6.494.294,27	Rp15.540.549,28
Total biaya tanpa menggunakan CRS	Rp18.130.000,00	Rp19.110.000,00	Rp11.270.000,00	Rp28.420.000,00
Penghematan	44%	44%	42%	45%

Golongan darah A memiliki lot pemesanan optimal sebesar 9 kantong dengan *reorder point* sebesar 1 kantong. Nilai *safety stock* untuk golongan ini adalah 0 kantong, yang menunjukkan bahwa tidak diperlukan persediaan pengaman tambahan. Penerapan metode *Continuous Review System* (CRS) pada golongan darah A menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar 44% dibandingkan kebijakan aktual. Golongan darah B memiliki lot pemesanan optimal sebesar 9 kantong dengan *reorder point* sebesar 2 kantong. Sama seperti golongan A, nilai *safety stock* pada golongan B adalah 0 kantong. Dengan penerapan metode CRS, biaya persediaan golongan darah B dapat dihemat sebesar 44%. Golongan darah AB memiliki lot pemesanan optimal sebesar 7 kantong dengan *reorder point* sebesar 1 kantong. Nilai *safety stock* untuk golongan darah AB juga sebesar 0 kantong. Penggunaan metode CRS pada golongan ini memberikan penghematan biaya persediaan sebesar 42%. Golongan darah O memiliki lot pemesanan optimal paling besar, yaitu 11 kantong, dengan *reorder point* sebesar 2 kantong. Nilai *safety stock* untuk golongan darah O adalah 0 kantong. Penerapan metode CRS pada golongan ini menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar 45%, yang merupakan penghematan terbesar dibandingkan golongan darah lainnya.

Nilai *safety stock* untuk keseluruhan golongan darah sebesar 0 dikarenakan permintaan relatif stabil dengan standar deviasi yang kecil, sehingga fluktuasi selama periode mendatang tidak signifikan. Selain itu, *lead time* yang sangat

singkat, yaitu 1 hari menghasilkan risiko terjadinya kekurangan stok menjadi sangat kecil. Standar deviasi *lead time* yang rendah juga mendukung kondisi sistem yang terkendali tanpa memerlukan persediaan pengaman tambahan.

Penghematan biaya sebesar yang terjadi pada seluruh golongan darah mencapai 42–45% dapat terjadi karena penurunan biaya simpan akibat berkurangnya rata-rata tingkat persediaan. Dengan adanya penentuan jumlah pemesanan dan titik pemesanan kembali yang optimal, sistem mampu menghindari kelebihan stok sehingga biaya penyimpanan dapat ditekan secara signifikan, terutama pada produk darah yang bersifat perishable. Selain itu, tingginya tingkat pelayanan yang dicapai menyebabkan kemungkinan terjadinya kekurangan stok menjadi sangat kecil, sehingga biaya kekurangan yang bernilai tinggi tidak muncul dalam sistem.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *Continuous Review System* (CRS) dalam pengelolaan persediaan komponen darah *Packed Red Cells* (PRC) di UDD PMI Kabupaten Berau mampu menghasilkan kebijakan pemesanan yang lebih optimal serta meningkatkan efisiensi biaya persediaan. Berdasarkan hasil perhitungan, metode CRS memberikan penghematan biaya persediaan sebesar sekitar 44% untuk golongan darah A dan B, 42% untuk golongan darah AB, serta 45% untuk golongan darah O dibandingkan dengan kebijakan yang diterapkan sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode CRS dapat membantu menentukan jumlah pemesanan dan titik pemesanan kembali secara lebih tepat sehingga ketersediaan darah tetap terjaga dengan tingkat pelayanan yang tinggi. Dengan tingkat ketidakpastian yang rendah dan *lead time* yang singkat, sistem persediaan tetap mampu menjaga tingkat pelayanan meskipun tanpa *safety stock*. Oleh karena itu, UDD PMI Kabupaten Berau dapat mempertimbangkan penerapan metode CRS sebagai alternatif kebijakan pengendalian persediaan komponen darah PRC guna meningkatkan efisiensi biaya sekaligus menjaga ketersediaan stok darah secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Azizah, N. Purnamaningsih, dan D. E. Danarsih, "Description of Fulfillment of Demand for Blood Products at the PMI Yogyakarta City Blood Donor Unit in 2022," *J. Kesehat.*, vol. 16, no. 3, hal. 325–333, 2023, doi: 10.23917/jk.v16i3.2206.
- [2] F. A. Yul, S. N. Meirizha, dan W. Laila, "Pengendalian Persediaan Darah Dengan Metode Continuous Review System Pada Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Pekanbaru," *Phot. J. Sain dan Kesehat.*, vol. 9, no. 2, hal. 49–57, 2019, doi: 10.37859/jp.v9i2.1119.
- [3] Ridwan Muh, W. Andriani, dan Gunawan, "Perencanaan Persediaan Darah Dengan Metode Continuous Review Sistem Pada Palang Merah Indonesia," *J. Minfo Polgan*, vol. 11, no. 2, hal. 24–29, 2022.
- [4] BPS Provinsi Kalimantan Timur, "Kalimantan Timur," 2026.
- [5] L. A. Wati, F. Rakhmawati, dan S. Harleni, "Analisis Pengendalian Persediaan Darah Pada Unit Donor Darah Palang Merah Indonesia Kota Medan Dengan Metode Continuous Review System Dan Periodic Review System," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. 3, hal. 593–599, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [6] I. M. Buliani, Dan, dan A. Mustakim, "Analisis Struktur Jumlah Sel Darah untuk Pembelajaran pada Mahasiswa Farmasi Universitas Adiwangsa Jambi, Indonesia mendeteksi anemia defisiensi besi menjelaskan bahwa segmentasi pada sel darah," *J. Cakrawala Pendidik. dan Biol.*, vol. 2, no. 1, hal. 64–73, 2025.
- [7] R. N. Aditya dan H. Yulianti, "Pengaruh Masa Simpan Darah Packed Red Cell (PRC) terhadap Kadar Hemoglobin di Bank Darah RSUD Jampangkulon Provinsi Jawa Barat Periode Maret – Mei 2022," *Pros. Semin. Kesehat. PERINTIS*, vol. 5, no. 2, hal. 82–89, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.upertis.ac.id/index.php/PSKP/article/view/1138>
- [8] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*. Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- [9] M. Hatta dan A. F. Fitri, "Sistem Prediksi Persediaan Stok Darah Dengan Metode Least Square Pada Unit Transfusi Darah Studi Kasus PMI Kota Cirebon," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, hal. 41–45, 2020, doi: 10.35329/jiik.v6i1.130.
- [10] R. A. Sukmono dan Supardi, *Buku Ajar Manajemen Operasional Dan Implementasi Dalam Industri*. 2020. doi: 10.21070/2020/978-623-6833-48-3.
- [11] R. Yudaruddin, *Forecasting Untuk Kegiatan Ekonomi dan Bisnis*. Samarinda: RV Pustaka Horizon, 2019.

- [12] J. Heizer, B. Render, dan C. Munson, *T Welf T H Edit Ion Oper At Ions*, vol. 11, no. 1. 2017. [Daring]. Tersedia pada: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [13] A. Saputro dan B. Purwanggono, "Peramalan Perencanaan Produksi Semen dengan Metode Exponential Smoothing pada PT. Semen Indonesia," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 5, no. 4, hal. 1–7, 2016.
- [14] N. B. Mulyono dan Y. Ishida, "Continuous Review Model of Mutual Support Supply System For Disaster Responses," *Proc. Seventeenth Int. Symp. Artif. Life Robot. (Arob 17Th '12)*, vol. 2012, no. January 2012, hal. 337–341, 2012.

NOMENKLATUR

- q_1 arti dari ukuran lot pesanan awal,
 α arti dari kemungkinan kekurangan *inventory*,
 r arti dari *reorder point*,
 N arti dari ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi,
 ss arti dari *safety stock*,
 η arti dari tingkat pelayanan,
 O_t arti dari biaya total *inventory*.