



Peramalan permintaan dan perencanaan produksi *packed red cell* (prc): Studi kasus palang merah Indonesia DKI Jakarta

Luyyina Mujahidah Atsaury¹, RR. Ratih Dyah Kusumastuti^{1*}

¹ Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia

*Korespondensi: ratih.dyah@ui.ac.id

Diterima: 09 Juni 2014

Direvisi: 25 Juli 2024

Disetujui: 14 Agustus 2024

ABSTRAK

Latar Belakang: Penelitian ini membahas mengenai peramalan permintaan terhadap produk Packed Red Cell (PRC) di Unit Transfusi Darah Palang Merah Indonesia DKI Jakarta untuk membuat perencanaan produksi, guna mengurangi tingkat pembuangan darah akibat jumlah produksi yang melebihi jumlah penggunaan. **Metode:** Penelitian ini berbentuk studi kasus dengan jenis kuantitatif. Dalam melakukan peramalan, digunakan data time-series penggunaan PRC bulanan selama lima tahun terakhir, yaitu tahun 2014 sampai 2018 yang dihitung menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Holt-Winter Exponential Smoothing. **Temuan:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa peramalan menggunakan metode ARIMA memberikan hasil yang lebih baik, sehingga dijadikan acuan dalam pembuatan perencanaan produksi terhadap produk PRC. **Kesimpulan:** Dari hasil pembuatan perencanaan produksi, disarankan bahwa PMI DKI Jakarta perlu mengalihkan sebagian rencana kunjungannya dalam rangka pengumpulan darah ke PMI lain di sekitar Jakarta serta dapat pula mengalurkan jumlah produksi darah yang berlebih tersebut ke Bank Darah Rumah Sakit (BDRS) ataupun PMI lain yang masih mengalami kekurangan pasokan darah.

KATA KUNCI: *packed red cell*; Palang Merah Indonesia; permintaan; perencanaan.

ABSTRACT

Background: This study discusses the demand forecasting for Packed Red Cell (PRC) products at DKI Jakarta's Indonesian Red Cross Blood Transfusion Unit to determine the production planning to reduce the amount of blood disposal due to higher production than demand. **Method:** This research is a case study with quantitative type. For forecasting, time-series data of monthly PRC usage for the last five years, from 2014 to 2018, was used and calculated using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Holt-Winter Exponential Smoothing methods. **Findings:** The results show that forecasting using the ARIMA method provides better results, so it is used as a reference in making production planning for PRC products. **Conclusion:** From the results of production planning, it is suggested that PMI DKI Jakarta needs to divert some of its planned visits in order to collect blood to other PMIs around Jakarta and can also channel the excess amount of blood production to the Hospital Blood Bank (BDRS) or other PMIs that are still experiencing a shortage of blood supply.

KEYWORDS: *packed red cell*; Indonesian Red Cross; demand; planning.

1. Pendahuluan

Mendorong arah merupakan materi biologis yang hidup dan belum dapat diproduksi di luar tubuh manusia (Berita dan Informasi, 2016). Sehingga menjadikan darah komoditas yang tidak biasa (Beliën & Forcé, 2012). Di banyak negara, darah dianggap sebagai sumber

Cara Pengutipan:

Atsaury, L. M., & Kusumastuti, RR. R. D., (2024). Peramalan permintaan dan perencanaan produksi *packed red cell* (PRC): studi kasus Palang Merah Indonesia DKI Jakarta. *Journal of Entrepreneurial Economic*, 1(2), 86-101. <https://doi.org/10.61511/jane.v1i2.2024.1105>

Copyright: © 2024 dari Penulis. Dikirim untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan dari the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



daya yang sangat langka karena hanya sebagian kecil dari populasi yang memenuhi syarat yang benar-benar menyumbangkan darah (Osorio, Brailsford, Smith, Forero-Matiz, & Camacho-Rodríguez, 2017). Pada tahun 2016, darah yang dihasilkan oleh seluruh Unit Transfusi Darah (UTD) di Indonesia sudah mencapai 4.201.578 kantong darah lengkap (whole blood). Dari jumlah tersebut, 92% berasal dari UTD PMI dan 8% berasal dari UTD Pemerintah/Pemerintah Daerah (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Jumlah darah yang dihasilkan pada tahun 2016 merupakan jumlah yang cukup tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Walau begitu, jumlah tersebut masih belum dapat memenuhi panduan jumlah minimal kebutuhan darah yang ditetapkan oleh WHO sebesar 2% dari jumlah penduduk. Dengan panduan WHO tersebut, secara nasional, Indonesia dengan jumlah penduduk pada tahun 2016 sebanyak 258.704.986 membutuhkan darah sebanyak 5.174.100 (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Hal ini berarti, di tahun 2016 Indonesia masih kekurangan kantong darah sebanyak 972.522 atau sekitar 18,8% kantong darah. Dari 34 provinsi yang ada di Indonesia, sebagian besar provinsi mengalami kekurangan produksi darah. Hanya terdapat lima provinsi di tahun 2016 yang produksi darahnya memenuhi kebutuhan darah sesuai standar 2% dari jumlah penduduk, salah satu yang terbesar yaitu DKI Jakarta yaitu dengan persentase 302,7% yang berasal hanya dari satu UTD yang ada di DKI Jakarta (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Pada kondisi tertentu, persediaan darah menjadi sangat sulit ditemui, yaitu pada periode bulan puasa, terutama satu minggu terakhir bulan puasa dan satu minggu pertama setelah Hari Raya Idul Fitri. (Putri, 2017). Di sisi lain, hal sebaliknya juga terjadi, yaitu pembuangan terhadap persediaan darah kadaluarsa dengan jumlah yang tidak sedikit. Seperti yang terjadi di Unit Transfusi Darah (UTD) yang merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan donor darah, penyediaan darah, dan pendistribusian darah PMI Kota Garut pada Oktober 2017 lalu, ratusan kantong darah dibuang karena telah kadaluarsa (Supriyadin, 2017).

Dari fakta di atas, terlihat bahwa terdapat ketidakefektifan dalam sistem inventori dan rantai pasokan darah di Indonesia. Hal ini salah satunya karena dalam rantai pasokan darah, replenishment bank darah tidak sepenuhnya dikendalikan oleh pengambil keputusan (Bank Darah) melainkan dilakukan oleh pendonor darah (Hosseini & Abbasi, 2018).

Di Indonesia, pelayanan darah dilakukan oleh UTD yang diselenggarakan Pemerintah, Pemerintah Daerah, atau PMI (Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, 2015). Maka dari itu, akan dilakukan penelitian terhadap salah satu UTD, yaitu UTD PMI DKI Jakarta yang memiliki keunikan dikarenakan persentase terpenuhinya kebutuhan darah sangat tinggi, hingga mencapai 307% di tahun 2016 dengan total pengumpulan kantong darah perharinya mencapai 1000 hingga 1500 kantong darah (detikHealth, 2018). Dalam penelitian ini, akan dilakukan peramalan terhadap permintaan produk darah, perencanaan produksi, serta menyarankan strategi yang dapat digunakan untuk rantai pasokan di UTD PMI DKI Jakarta yang dapat mengurangi jumlah pembuangan terhadap produk darah. Peramalan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan dua macam metode time-series, yaitu Holt-Winter exponential smoothing dan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) yang akan dibandingkan untuk mengambil metode dengan hasil peramalan terbaik.

1.1 Manajemen rantai pasokan

Coyle, Bardi, dan Langley (1996) mendefinisikan Manajemen Rantai Pasokan (SCM) sebagai manajemen informasi dan aliran fisik bahan baku dan barang jadi - mekanisme yang memungkinkan rantai pasokan berbagai entitas untuk dikelola sebagai satu perusahaan yang memaksimalkan laba (Schotzko & Hinson, 2000).

1.2 Rantai pasokan darah

Tujuan dari rantai pasokan darah adalah memasok darah yang cukup aman ke rumah sakit. Sangatlah penting bahwa darah tersedia di rumah sakit untuk keperluan transfusi karena kekurangan dapat membahayakan kehidupan pasien (Hosseinfard & Abbasi, 2018). Menurut Katsaliaki & Brailsford (2007), dalam memproduksi produk darah, setidaknya terdapat empat tahap, yaitu: collection, processing, testing and storage, dan delivery. Dalam mengukur performa rantai pasokan darah, key performance index (KPI) yang dapat digunakan adalah outdate rates, shortage rates, dan average age of issues (Hosseinfard & Abbasi, 2018). Selain itu, untuk dapat mencapai performa perencanaan produksi yang optimal, indeks yang dapat diukur adalah: stockouts, outdates, number of donors, dan production cost (Osorio et al., 2017).

1.3 Darah

Darah adalah cairan di dalam tubuh yang berfungsi untuk mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Produk darah terdiri dari beberapa jenis, salah satu diantaranya yaitu Packed Red Cell (PRC) atau sel darah merah. Satu kantong PRC terdiri dari 150-220 mL sel darah merah tanpa adanya plasma darah sama sekali. Transfusi PRC terutama diperlukan untuk pasien anemia, orang-orang yang baru pulih dari operasi tertentu, korban kecelakaan, dan yang memiliki kelainan darah seperti thalassemia dan leukemia (Mangkuliguna, 2018).

1.4 Forecasting

Forecasting merupakan awal dari perencanaan (Arnold, Chapman, & Clive, 2008). Sebelum membuat rencana, harus dibuat perkiraan kondisi apa yang akan ada selama beberapa periode mendatang. Dalam melakukan forecasting terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Pertama, metode Kualitatif, metode kualitatif adalah metode yang dilakukan dengan penilaian oleh manusia (human judgement) (Blocher et al., 2004). Kedua, metode kuantitatif, analisis kuantitatif biasanya melibatkan dua pendekatan: model kausal dan metode deret waktu (time-series) (Blocher et al., 2004). Analisis deret waktu melibatkan melihat permintaan historis atas suatu produk untuk meramalkan permintaan di masa depan.

1.5 Time-series forecasting

Time-series forecasting adalah proses menggunakan model untuk menghasilkan prediksi untuk acara mendatang berdasarkan peristiwa masa lalu (Patel, 2018). Analisis dan time-series forecasting mengeksplorasi perilaku masa lalu dari serangkaian peristiwa atau pengukuran untuk menghasilkan prediksi di masa depan (Pereira, 2004). Analisis time-series mengasumsikan bahwa pengamatan mengikuti pola sistematis dari waktu ke waktu, sering terkontaminasi oleh random noise yang membuat pola tersembunyi sulit untuk diidentifikasi. Setelah pola diidentifikasi, maka dapat diproyeksikan ke masa depan, sehingga memungkinkan mengetahui peramalan/forecast dari yang belum diketahui dari sebuah pengamatan.

1.6 Akurasi peramalan

Tingkat akurasi peramalan dapat dilihat dari seberapa besar error yang terjadi dari hasil peramalan. Tingkat error tersebut dapat dilihat dari nilai mean error (ME), mean absolute deviation (MAD), mean squared error (MSE), dan mean absolute percentage error (MAPE).

1.7 Perencanaan produksi

Perencanaan produksi menurut Arnold (2008) terdiri dari tiga strategi sebagai berikut.

- a. Strategi Level
Pada strategi ini, produksi terus-menerus menghasilkan jumlah yang sama sejumlah permintaan rata-rata.
- b. Strategi Chase
Strategi chase berarti menghasilkan jumlah yang diminta pada waktu tertentu. Tingkat persediaan tetap stabil sementara produksi bervariasi untuk memenuhi permintaan.
- c. Subkontrak
Subkontrak berarti selalu memproduksi pada tingkat permintaan minimum dan memenuhi permintaan tambahan apa pun melalui subkontrak.

1.8 Penelitian sebelumnya

Dalam melakukan peramalan terhadap permintaan darah, Drackley et.al. (2012) melakukan peramalan terhadap jumlah donasi sebagai pasokan darah dan transfusi sebagai permintaan darah berdasarkan pada pertumbuhan populasi dan proyeksi pertumbuhan penduduk Ontario berdasarkan usia pada tahun 2008-2036. Dengan proyeksi tersebut, didapatkan pula proyeksi terhadap permintaan dan pasokan darah untuk tahun 2008-2036 berdasarkan kelompok usia. Proyeksi berdasarkan kelompok usia dihitung secara sederhana berdasarkan jumlah atau persentase yang terjadi di tahun 2008.

Pereira (2004) dalam penelitiannya melakukan peramalan terhadap permintaan darah bulanan dengan menggunakan tiga metode *time-series* dan membandingkan hasil dari ketiganya untuk peramalan dalam jangka waktu satu tahun dan dua tahun. Peramalan dilakukan untuk melihat tingkat pemenuhan permintaan (*coverage rate*) dan tingkat kadaluarsa (*outdated rate*) dari produk darah PRC. Dari ketiga metode *time-series* yang digunakan, metode ARIMA lebih baik dalam memberikan peramalan permintaan untuk menurunkan tingkat kadaluarsa, sedangkan metode *Holt-Winter Exponential Smoothing* lebih baik dalam memberikan peramalan permintaan untuk meningkatkan tingkat pemenuhan permintaan.

Sedangkan Frankfurter, Kendall, & Pegels (2008) melakukan peramalan terhadap permintaan darah secara harian yang terjadi di rumah sakit. Peramalan terhadap permintaan dilakukan berdasarkan data mengenai jumlah transfusi darah yang terjadi dengan menggunakan metode *exponential smoothing*.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan membandingkan hasil dari dua metode *time-series forecasting*: Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Holt-Winters Exponential Smoothing. Kedua metode ini digunakan karena kedua metode tersebut dapat merekam tren dan siklus musiman (*seasonal*) dari data historis yang ada, mengikuti pola antar waktu dari data sebelumnya. Selain itu, kedua metode ini juga dipilih karena berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pereira (2004), dari ketiga metode yang digunakan: ARIMA, Holt-Winters Exponential Smoothing dan, *neutral-network-based*, ARIMA dan Holt-Winters Exponential Smoothing mampu memberikan hasil yang cukup baik dalam menggambarkan peramalan untuk produk darah, sedangkan *neutral-network-based* tidak memberikan hasil sebaik dua metode lainnya.

Dalam melakukan penelitian ini, beberapa langkah penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

2.1 Menentukan tujuan forecasting

Forecasting atau peramalan yang akan dilakukan bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai jumlah penggunaan darah di tahun 2019 untuk dapat dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan perencanaan produksi.

2.2 Menentukan rentang waktu forecasting.

Rentang waktu forecasting yang akan dilakukan adalah selama satu tahun, yaitu untuk tahun 2019.

2.3 Memilih metode yang digunakan untuk melakukan forecasting

Pada penelitian ini, forecasting yang dilakukan adalah dengan menggunakan dua metode time-series, yaitu: Autoregression Integrated Moving Average (ARIMA) dan Holt-Winters Exponential Smoothing. Kedua metode ini dipilih berdasarkan rekomendasi penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pereira (2004). Dari ketiga metode yang digunakan, dua metode tersebut menghasilkan peramalan yang signifikan dibanding satu metode lainnya.

2.3 Mengumpulkan dan menyesuaikan data

Data yang dikumpulkan untuk melakukan peramalan permintaan adalah data historis permintaan/penggunaan produk-produk komponen darah di PMI DKI Jakarta pada lima tahun terakhir, yaitu tahun 2014 hingga 2018 sehingga menghasilkan 60 titik data yang dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan peramalan ke depan.

2.4 Melakukan peramalan

Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode ARIMA dan Holt-Winters Exponential Smoothing. Penghitungan dengan metode ARIMA menggunakan program EViews 10 sedangkan Holt-Winter Exponential Smoothing menggunakan program Microsoft Excel.

Dengan metode ARIMA, diasumsikan bahwa pengamatan berdasarkan pada pengamatan sebelumnya melalui proses Autoregressive (AR) dan/atau Moving Average (MA) (Pereira, 2004). Proses AR dapat diringkas dengan formula sebagai berikut:

$$X_t = \zeta + \theta_1 X_{t-1} + \theta_2 X_{t-2} + \dots + \theta_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Yang berarti setiap pengamatan terdiri dari fungsi linear p pengamatan masa lalu yang ditambah random shock (ε) yang terjadi pada waktu t. Sedangkan proses MA menggunakan formula berikut:

$$X_t = \mu + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Sehingga setiap pengamatan terdiri dari random shock ditambah fungsi linear dari q random shock sebelumnya. Untuk deret waktu tertentu, angka p dan q dari lagged observation yang dimasukkan ke dalam persamaan harus ditebak, biasanya dengan bantuan fungsi autokorelasi (ACF) dan ACF parsial (PACF) dari X_n elemen yang membentuk deret waktu.

Untuk perhitungan dengan metode Holt-Winter exponential smoothing, pada permulaan penghitungan peramalan perlu terlebih dahulu dihitung initial value. Beberapa hal yang perlu menjadi initial value sebagai berikut.

- Menentukan jumlah M, yaitu jumlah periode dalam satu tahun atau satu siklus. M dapat berupa quarter, sehingga M=4, dapat pula berupa bulanan dalam satu siklus selama setahun sehingga M=12, ataupun lainnya.
- Nilai musiman (seasonality) untuk setiap periode pada tahun/siklus pertama. Nilai musiman dihitung dengan rumus

$$S_t = \frac{Y_t}{\text{Rata-rata } Y_1 \text{ sampai } Y_M} \quad (3)$$

Dimana

S_t = nilai musiman pada periode t

Y_t = jumlah permintaan (real) pada periode t

- c. Level pada periode pertama di tahun/siklus selanjutnya (L_{M+1})

$$L_{M+1} = Y_{M+1}/S_1 \quad (4)$$

Dimana

L_{M+1} = Level di periode pertama di tahun/siklus kedua

Y_{M+1} = Jumlah permintaan (real) pada periode pertama di tahun/siklus kedua

S_1 = nilai musiman pada periode pertama

- d. Tren pada periode pertama di tahun selanjutnya (T_{M+1})

$$T_{M+1} = L_{M+1} - \frac{Y_M}{S_M} = \frac{Y_{M+1}}{S_1} - \frac{Y_M}{S_M} \quad (5)$$

Setelah menentukan initial value, dilanjutkan dengan menghitung Level (L), Trend (T), Seasonal (S), dan Forecast (F) untuk setiap periode. Perhitungan tersebut menggunakan formula sebagai berikut.

- e. Level

$$L_t = \alpha \left(\frac{Y_t}{S_{t-M}} \right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (6)$$

Dimana

L_t = level pada periode t

L_{t-1} = level pada periode sebelum t

α = smoothing factor untuk level

S_{t-M} = nilai musiman pada M periode sebelum t

T_{t-1} = tren pada periode sebelum t

- f. Tren

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

Dimana

T_t = tren pada periode t

β = smoothing factor untuk tren

- g. Seasonal

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-M} \quad (8)$$

Dimana

S_t = nilai musiman pada periode t

γ = smoothing factor untuk nilai musiman

- h. Forecast

$$F_{t+k} = (L_t + k \times T_t)S_{t-M+k} \quad (9)$$

Dimana

F_{t+k} = peramalan pada k periode setelah t

L_t = level pada periode t

k = jumlah langkah dari periode t

T_t = tren pada periode t

S_{t-M+k} = nilai musiman pada $M+k$ sebelum t

i. Melakukan uji akurasi

Hasil peramalan yang telah dilakukan dengan menggunakan dua metode kemudian dihitung akurasinya dengan menghitung nilai eror berupa ME, MAD, MSE, dan MAPE dengan formula:

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad (10)$$

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |E_i| \quad (11)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_t^2 \quad (12)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{E_i}{D_i} \right| \times 100 \quad (13)$$

Semakin kecil nilai eror yang ditunjukkan, semakin baik dan semakin akurat hasil peramalan.

j. Membuat perencanaan produksi

Perencanaan strategi menggunakan *chase strategy*, yaitu perencanaan *zero Inventory* tanpa *backorder* dengan jumlah produksi berubah-ubah menyesuaikan dengan jumlah permintaan. Sehingga, dalam memenuhi permintaan, akan ada perubahan *workforce*. *Workforce* yang dimaksud dalam hal ini adalah jumlah kunjungan yang dilakukan oleh mobil unit sebagai sumber daya beberapa asumsi lain yang diperhitungkan adalah potensi tidak lolosnya uji reaktif sehingga target pengumpulan dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$C_t = F_t \times \frac{100}{\% \text{ accepted}} \quad (14)$$

C_t = target pengumpulan untuk periode ke- t

F_t = peramalan permintaan pada periode ke- t

$\% \text{ accepted}$ = persentase darah yang diterima pada periode ke- t

Pada $\% \text{ accepted}$, jumlah persentase tersebut berdasarkan persentase rata-rata jumlah darah yang diterima atau lolos uji reaktif selama satu tahun terakhir.

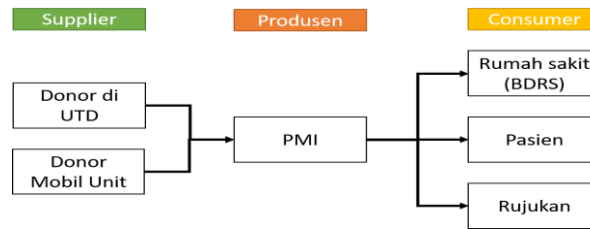
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Palang merah indonesia

Palang Merah Indonesia (PMI) merupakan sebuah organisasi perhimpunan nasional di Indonesia yang bergerak dalam bidang sosial dan kemanusiaan. PMI juga merupakan anggota dari *International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies* sehingga memiliki delapan tujuan strategis dalam menjalankan fungsinya, salah satunya adalah meningkatkan pelayanan darah yang memadai, aman, dan berkualitas di seluruh Indonesia.

3.2 Aktivitas rantai pasokan darah pmi dki jakarta

Dalam rantai pasokan darah, Palang Merah Indonesia berperan sebagai produsen sekaligus distributor, pemasok/*supplier* berasal dari pendonor melalui kegiatan donor darah yang bertempat di UTD maupun melalui mobil unit. Gambar 4.1 menggambarkan hubungan antar seluruh entitas yang terlibat pada rantai pasokan serta perannya.



Gambar 1. Rantai Pasokan Darah PMI

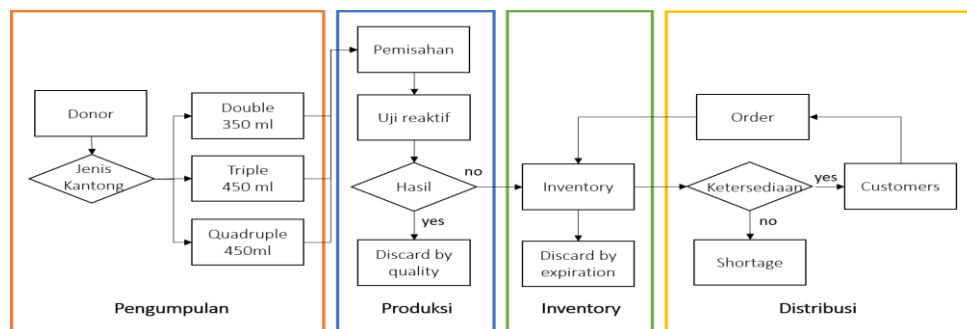
3.2 Aktivitas operasional PMI DKI Jakarta

Dalam melakukan kegiatan operasionalnya terkait penyediaan darah, PMI melakukan berbagai aktivitas mulai dari mengumpulkan, memproduksi, menyimpan, hingga mendistribusikan darah. Adapun tahapannya secara lebih rinci adalah sebagai berikut:

- a. Tahap pengumpulan. Pengumpulan darah dapat berasal dari dua sumber, yaitu berasal dari donor ataupun dari UTD daerah lain.
- b. Tahap produksi/pengolahan. Pada tahap ini, proses yang terjadi adalah pemisahan, yaitu mengolah *whole blood* (WB) menjadi berbagai produk sesuai dengan jenis kantong yang digunakan pada saat pengambilan darah. Pada tahap ini juga dilakukan uji reaktif sampel darah terhadap hepatitis B, hepatitis C, sifilis, dan HIV/AIDS. Produk hasil pengolahan darah yang dinyatakan lolos uji reaktif (tidak terinfeksi hepatitis B, hepatitis C, sifilis, dan HIV/AIDS) akan dimasukkan ke dalam ruangan penyimpanan untuk menjadi inventory, sedangkan produk darah yang reaktif kemudian dimusnahkan dengan menggunakan alat pembakaran khusus agar tidak terjadi pencemaran.
- c. Tahap penyimpanan. Pada tahap ini, produk-produk darah disimpan pada ruangan/lemari berbeda sesuai dengan jenisnya. Hal ini dikarenakan setiap jenis produk darah memiliki kebutuhan suhu serta masa simpan yang berbeda, yaitu:
 1. *Whole Blood* (WB) dan *Packed Red Cell* (PRC) membutuhkan tempat penyimpanan dengan suhu 2 hingga 8 derajat celsius dan dapat disimpan hingga 30 hari.
 2. *Thrombocyte Concentrate* (TC) membutuhkan alat penyimpanan dengan suhu 22 hingga 24 derajat celsius dan dapat disimpan selama 5 hari. Namun jika ditempatkan pada suhu ruangan, TC hanya dapat bertahan selama 3 hari.
 3. *Fresh Frozen Plasma* (FFP) membutuhkan tempat dengan suhu -40 hingga -20 derajat celsius dan dapat disimpan hingga 2 tahun.

Oleh karena itu, pada tahap ini sistem penggunaan persediaan darah adalah FIFO.

- d. Tahap *delivery*/distribusi. Pada tahap ini, produk darah dikirimkan kepada customer sesuai dengan permintaannya. Darah yang dikirimkan terlebih dahulu adalah darah yang diproduksi lebih dulu (sistem FIFO).



Gambar 2 Flow Diagram Rantai Pasokan Darah PMI

3.3 Pasokan darah PMI DKI Jakarta

Pasokan darah di PMI DKI Jakarta berasal dari pendonor yang melakukan donor darah dari dua kanal pengumpulan berbeda, yaitu melalui donor langsung di UTD PMI DKI Jakarta dan melalui mobil unit. Secara detail, jumlah donor berdasarkan lokasi pengambilan dan status pendonor (pendonor lama/baru) ditampilkan pada Tabel 4.1 sedangkan rincian jumlah kunjungan berdasarkan asal mobil unit ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 1 Donor berdasarkan lokasi pengambilan dan status pendonor

Tempat	Donor		Jumlah	%
	Pendonor Lama	Pendonor Baru		
UTD	103.001	15.684	118.685	37%
Mobil unit	145.762	52.074	197.836	63%
Jumlah	248.763	67.758	316.521	100%

Tabel 2 jumlah kunjungan mobil unit pmi DKI Jakarta tahun 2018

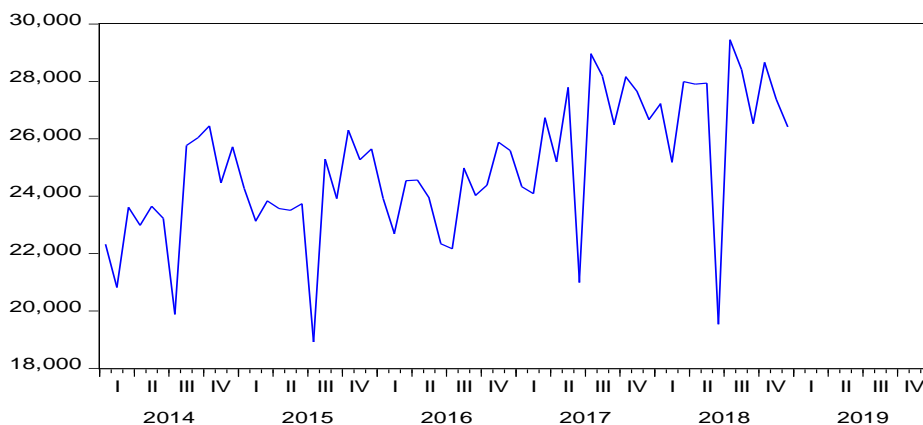
No	Asal Mobil Unit	Jumlah Kunjungan
1.	PMI DKI Jakarta	2.510
2.	PMI Jakarta Utara	211
3.	PMI Jakarta Timur	226
4.	PMI Jakarta Selatan	154
Jumlah		3.101

3.4 Produksi packed red cell (PRC)

Packed Red Cell (PRC) diproduksi dari WB yang dipisahkan dari sel plasma darah. Sehingga dari satu kantong darah utuh (WB) dapat diolah menjadi PRC dan FFP atau *liquid plasma* (LP). Dari seluruh PRC yang diproduksi, tidak semua PRC dapat digunakan karena sebelum didistribusikan, seluruh darah akan terlebih dahulu dilakukan pengujian sebagaimana yang telah dibahas sebelumnya. Maka dari itu, jumlah PRC yang dikeluarkan/didistribusikan adalah jumlah PRC yang diproduksi dikurangi dengan jumlah PRC yang terinfeksi (reaktif). Jumlah PRC yang dikeluarkan (telah lulus uji reaktif) per bulan pada tahun 2018 secara rata-rata adalah sebesar 98% dari total darah yang berhasil dikumpulkan dan diproduksi. Jumlah tersebutlah yang dapat didistribusikan untuk menjadi darah yang siap pakai.

3.5 Permintaan/penggunaan packed red cell (PRC)

Permintaan darah adalah permintaan yang diajukan kepada tiga loket yang terdapat di PMI DKI Jakarta. Dari data historis yang didapat, permintaan PRC tahun 2014-2018 PMI DKI Jakarta adalah sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 4.3 berikut.

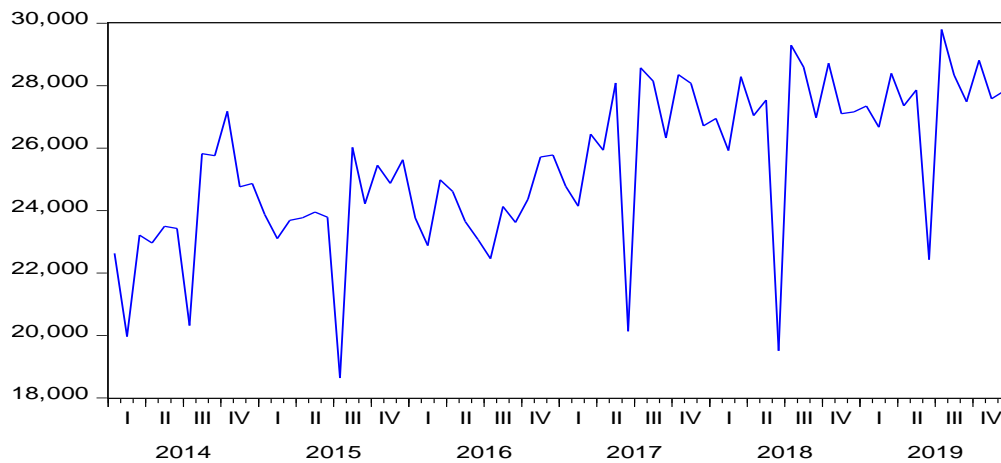


Gambar 3 Permintaan produk PRC tahun 2014-2018

Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar di atas, terdapat lonjakan turun secara drastis pada beberapa titik. Hal tersebut menjadi landasan yang kuat bahwa dalam permintaan produk PRC terdapat pola musiman. Selain itu, dari grafik fluktuatif yang terbentuk, nampak grafik fluktuatif dari tahun ke tahun semakin meningkat. Hal tersebut menunjukkan pula adanya tren pada permintaan produk PRC.

3.6 Peramalan permintaan PRC – metode ARIMA

Gambar 4.4 merupakan grafik permintaan dan peramalan permintaan produk PRC yang dihitung menggunakan metode ARIMA dengan menggunakan program EViews.



Gambar 4 Hasil peramalan dengan metode ARIMA

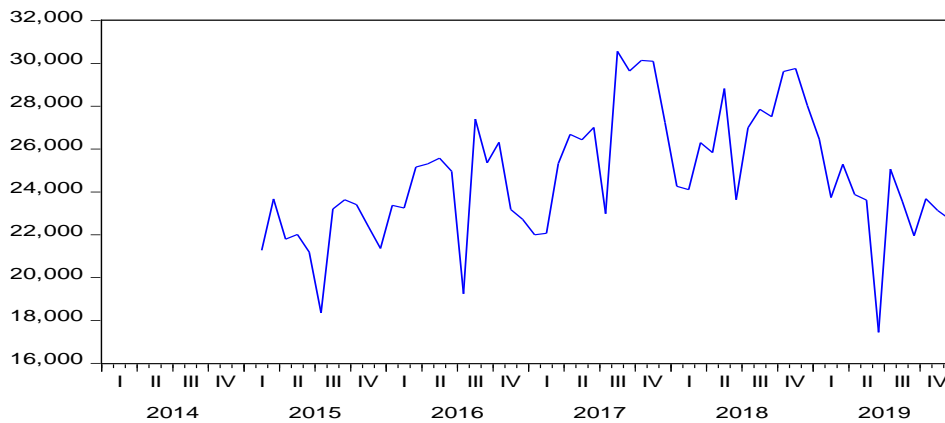
Perhitungan dengan ARIMA menghasilkan peramalan permintaan sebagaimana Tabel 4.3 berikut.

Tabel 3 Peramalan Permintaan PRC Tahun 2019 dengan ARIMA

Bulan	Forecast
Januari	27.350
Februari	26.669
Maret	27.350
April	23.882
Mei	27.352
Juni	22.431
Juli	29.795
Agustus	28.339
September	27.487
Oktober	28.813
November	27.578
Desember	27.825

3.7 Peramalan permintaan PRC – metode holt-winter exponential smoothing

Gambar 4.5 merupakan grafik peramalan permintaan yang dihitung dengan metode HWES menggunakan Microsoft Excel. Penentuan alpha, beta, dan gamma optimum untuk mencapai RMSE (root mean square error) minimum menggunakan program solver sehingga didapatkan nilai alpha, beta dan gamma sebesar: Alpha (α) = 0,4357; Beta (β) = 0,1857; Gamma (γ) = 1. Dari hasil peramalan menggunakan metode *Holt-Winter Exponential Smoothing* dapat membaca pola musiman dari permintaan PRC, namun kurang baik dalam membaca trennya, terutama untuk melakukan peramalan di tahun 2019.



Gambar 5 Hasil peramalan dengan metode holt-winter exponential smoothing

Hal tersebut disebabkan oleh nilai negatif yang cukup besar, yaitu -289,93 pada indeks tren bulan terakhir 2018 yang dijadikan sebagai acuan tren untuk peramalan tahun 2019 adalah seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4 Peramalan permintaan PRC Tahun 2019 dengan HWES

Bulan	Forecast
Januari	26.463
Februari	23.739
Maret	25.294
April	23.882
Mei	23.615
Juni	17.445
Juli	25.064
Agustus	23.568
September	21.949
Oktober	23.681
November	23.128
Desember	22.730

3.8 Perbandingan hasil peramalan

Perbandingan nilai eror kedua metode yang digunakan diperbandingkan, nilai eror dari hasil perhitungan kedua metode terdapat pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 5 Perbandingan nilai eror metode ARIMA dan HWES

Eror	ARIMA	Holt-Winters Exponential Smoothing
ME	-1	273
MAD	345	2.015
MSE	186.851	5.674.389
MAPE	1,40%	8,06%

Dari nilai eror tersebut, terlihat bahwa hasil peramalan permintaan dengan menggunakan metode ARIMA memberikan nilai eror yang lebih kecil dibandingkan dengan yang nilai eror yang diberikan oleh hasil peramalan dengan metode *Holt-Winter Exponential Smoothing*. Maka dari itu, hasil peramalan permintaan dengan metode ARIMA kemudian digunakan sebagai acuan dalam membuat rencana produksi.

3.9 Perencanaan produksi PRC

Jumlah produk PRC yang direncanakan untuk diproduksi adalah berdasarkan peramalan jumlah permintaan produk PRC di tahun 2019. Perhitungan tersebut ditampilkan pada Tabel 4.6. berikut:

Tabel 6 Perencanaan produksi PRC dan keseluruhan tahun 2019

Bulan	Peramalan Permintaan PRC	Rencana Penyediaan PRC	Rencana Produksi PRC	Rencana Produksi PMI
			100/98	100/99,4
Januari	27.350	27.350	27.908	28.077
Februari	26.669	26.669	27.213	27.378
Maret	28.390	28.390	28.969	29.144
April	27.352	27.352	27.910	28.079
Mei	27.564	27.564	28.127	28.296
Juni	22.431	22.431	22.889	23.027
Juli	29.795	29.795	30.403	30.587
Agustus	28.339	28.339	28.917	29.092
September	27.487	27.487	28.048	28.217
Oktober	28.813	28.813	29.401	29.578
November	27.578	27.578	28.141	28.311
Desember	27.825	27.825	28.393	28.564
Total		329.593	336.319	338.349

Berdasarkan perhitungan dari data historis, dari keseluruhan produk darah yang diproduksi, sebesar 98% dari produk tersebut lolos uji reaktif dan dapat didistribusikan untuk dapat digunakan. Lalu dari keseluruhan kantong darah utuh yang dikumpulkan PMI, berdasarkan perhitungan data historis, 99,4% diolah untuk menghasilkan produk PRC sehingga untuk dapat menentukan rencana produksi darah yang harus dilakukan PMI yang juga menjadi dasar rencana pengumpulan darah, jumlah PRC yang harus diproduksi terlebih dahulu dikalikan dengan 100/99,4.

Dengan perencanaan produksi sejumlah tersebut, maka dilakukan pula perencanaan terhadap pengumpulan darah yang dilakukan melalui dua kanal, yaitu donor darah di UTD dan melalui mobil unit. Persentase pengumpulan darah melalui dua jenis kanal sebagaimana yang telah dijelaskan pada Tabel 4.1 adalah selama satu tahun, rata-rata sebesar 37% melalui UTD dan 63% melalui mobil unit. Namun untuk kondisi tertentu seperti pada saat bulan puasa, pengumpulan darah melalui kanal UTD mengalami penurunan drastis dan menjadikan pengumpulan darah pada bulan tersebut hampir seluruhnya melalui mobil unit, sehingga diasumsikan bahwa pada bulan puasa yang mana pada tahun 2019 bertepatan dengan Bulan Mei pengumpulan melalui UTD dan mobil unit masing-masing adalah sebanyak 5% dan 95%. Asumsi tersebut berdasarkan pada hasil pengamatan dan hasil wawancara yang telah dilakukan. Sedangkan di bulan Juni, pengumpulan melalui UTD dan mobil unit sebesar rata-rata tahunan, yaitu sebesar 37% dan 63% dikarenakan pada awal bulan Juni bertepatan dengan Hari Raya Idul Fitri. Sehingga, untuk bulan-bulan lainnya dilakukan penyesuaian untuk menjadikan rata-rata tahunan sebesar 37% dan 63% untuk pengumpulan dari UTD dan mobil unit. Untuk jumlah darah yang dapat dikumpulkan melalui satu kunjungan, berdasarkan perhitungan data historis PMI, rata-rata satu unit mobil dapat mengumpulkan sebanyak 70 kantong darah pada satu kali kunjungan.

Tabel 7 Rencana pengumpulan darah PMI Tahun 2019

Bulan	Rencana Produksi PMI	Rencana Pengumpulan		Kunjungan Mobil Unit
		UTD	Mobil Unit	
Januari	28.077	11.231	16.846	241
Februari	27.378	10.951	16.427	235
Maret	29.144	11.658	17.487	250

April	28.079	11.231	16.847	241
Mei	28.296	1.415	26.881	384
Juni	23.027	8.520	14.507	207
Juli	30.587	12.235	18.352	262
Agustus	29.092	11.637	17.455	249
September	28.217	11.287	16.930	242
Oktober	29.578	11.831	17.747	254
November	28.311	11.324	16.986	243
Desember	28.564	11.426	17.139	245
Total	338.349	124.745	213.604	3.051

3.10 Analisis biaya

Diasumsikan bahwa rencana saat ini adalah melakukan jumlah kunjungan sejumlah jumlah kunjungan di tahun 2018, maka perbandingan antara rencana saat ini (*current plan*) dan rencana yang disarankan berdasarkan peramalan dan perencanaan produksi, makan hasilnya adalah sebagaimana yang ditampilkan pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 8 Perbandingan Current dan Suggested Plan 2019

	Pengumpulan mobil unit	Pengumpulan total	Produksi PRC	Pengeluaran PRC (98%)
Current plan	217.070	344.556	342.488	335.638
Suggested plan	212.189	338.349	336.319	329.593
Gap	4.881	6.206	6.169	6.045

Dengan melakukan perencanaan produksi, PMI DKI Jakarta dengan biaya pengolahan darah seharga 360.000 rupiah per kantong dapat melakukan penghematan sebesar 2.176.200.000 rupiah dalam satu tahun untuk produk PRC.

4. Kesimpulan

Dalam melakukan peramalan, digunakan dua metode untuk diperbandingkan dan digunakan hasil dari metode dengan akurasi terbaik. Kedua metode yang digunakan adalah Autoregressive integrated Moving Average (ARIMA) dan Holt-Winter Exponential Smoothing. Dari kedua metode tersebut, yang memberikan hasil peramalan lebih baik adalah metode ARIMA dengan nilai ME sebesar -1, MAD sebesar 345, MSE sebesar 186.851, dan MAPE sebesar 1,4%. Perencanaan produksi yang dilakukan berdasarkan pada hasil peramalan dengan metode ARIMA menjadikan jumlah kunjungan yang sebaiknya dilakukan oleh mobil-mobil unit PMI berkurang menjadi 3.051 kunjungan pada tahun 2019 dan mampu meningkatkan penghematan terhadap biaya sebesar 2.176.200.000 rupiah. Selanjutnya, untuk dapat mengurangi jumlah pembuangan darah, PMI DKI Jakarta dapat melakukan beberapa strategi berikut. (1) Mengalihkan jadwal kunjungan ke PMI lain yang lokasinya paling dekat dengan lokasi acara donor darah. (2) Menambah jumlah kerjasama dengan BDRS yang berada di sekitar Jabodetabek, Jawa Barat, dan Banten. (3) Menyalurkan produk darah berlebih ke PMI lain yang masih mengalami kekurangan pasokan darah.

Kontribusi Penulis

Penulis berkontribusi penuh dalam penelitian.

Pendanaan

Penelitian ini tidak mendapat sumber dana dari manapun.

Pernyataan Dewan Peninjau Etis

Tidak berlaku.

Pernyataan *Informed Consent*

Tidak berlaku.

Pernyataan Ketersediaan Data

Tidak berlaku.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Akses Terbuka

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Daftar Pustaka

- Arnold, J. R. T., Chapman, S. N., & Clive, L. M. (2008). *Introduction to Materials Management (Sixth Edit)*. New Jersey: Pearson Education. <https://doi.org/10.1017/mdh.2014.75>
- Beliën, J., & Forcé, H. (2012). Supply chain management of blood products: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 217(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2015.06.034>
- Berita dan Informasi. (2016, Juni 2). *Diambil kembali dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*: <http://www.depkes.go.id/article/print/16060300001/ketersediaan-darah-ditentukan-partisipasi-masyarakat-menjadi-donor.html>
- Blocher, J. D., Mabert, V. A., Venkataramanan, M. A., & Soni, A. K. (2004). Forecasting Including an Introduction to Forecasting using the SAP R/3 System, (February).
- Caulfield, J. (2013). Blood supply management: experience and recommendations from Australia. *ISBT Science Series*, 8(1), 41–45. <https://doi.org/10.1111/voxs.12012>
- Frankfurter, G. M., Kendall, K. E., & Pegels, C. C. (2008). Management Control of Blood Through a Short-Term Supply-Demand Forecast System. *Management Science*, 21(4), 444–452. <https://doi.org/10.1287/mnsc.21.4.444>
- Goodwin, P. (2014). The Holt-Winters Approach to Exponential Smoothing : 50 Years Old and Going Strong, (June).
- Hosseinfard, Z., & Abbasi, B. (2018). The inventory centralization impacts on sustainability of the blood supply chain. *Computers and Operations Research*, 89, 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.08.014>
- Jia, J., & Hu, Q. (2011). Dynamic ordering and pricing for a perishable goods supply chain q. *Computers & Industrial Engineering*, 60(2), 302–309. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.11.013>

- Katsaliaki, K., & Brailsford, S. C. (2007). Using simulation to improve the blood supply chain. *Journal of the Operational Research Society*, 58(2), 219–227. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602195>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018, Juni 10). Diambil kembali dari www.depkes.go.id: <http://www.depkes.go.id/article/view/15061200001/donor-darah-penuhi-kebutuhan-darah-bagi-ibu-melahirkan.html>
- Kementerian Kesehatan RI. (2018, Juni 14). InfoDatin Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. *Pusdatin*, hal. 1-11.
- Linh, D. N. K., & Wood, L. C. (2014). Simulation to Improve Management of Perishable and Substitutable Inventory. *Encyclopedia of Information Science and Technology, Third Edition*, (January), 915–922. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-5888-2.ch087>
- Macleod, A. J. M., Nichols, D. M., & Franklin, D. (1998). Pulmonary embolism in Klippel-Trenaunay syndrome of the upper limb. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 91. <https://doi.org/10.1177/014107689809101016>
- Mangkuliguna, G. (2018, Februari 6). Hidup Sehat. Retrieved from helloSEHAT: <https://hellosehat.com/hidup-sehat/fakta-unik/syarat-terima-transfusi-darah/>
- Osorio, A. F., Brailsford, S. C., Smith, H. K., Forero-Matiz, S. P., & Camacho-Rodríguez, B. A. (2017). Simulation-optimization model for production planning in the blood supply chain. *Health Care Management Science*, 20(4), 548–564. <https://doi.org/10.1007/s10729-016-9370-6>
- Patel, Y. (2018). Forecasting data by using Time series data mining in WEKA Summer 2018 Term Paper Title : Forecasting data by using Time series data mining in WEKA . Patel , Yash, (August). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20480.07681>
- Pereira, A. (2004). Performance of time-series methods in forecasting the demand for red blood cell transfusion. *Transfusion*, 44(5), 739–746. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2004.03363.x>
- Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. (2015, Maret 13). Situasi Pelayanan Darah Di Indonesia. InfoDatin Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, hal. 1-8.
- Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. (2015, Maret 13). Situasi Pelayanan Darah Di Indonesia. InfoDatin Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI, hal. 1-8.
- Putri, A. W. (2017, Juli 3). Tirto.id. Diambil kembali dari Tirto.id: <https://tirto.id/bisnis-calo-pendonor-darah-saat-pmi-minim-stok-darah-crSl>
- Schindler, P. S., & Cooper, D. R. (2014). *Business Reseach Methods (twelfth)*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Schotzko, R. T., & Hinson, R. a. (2000). Supply Chain Management in Perishables : A Produce Application. *Journal of Food Distribution Research*, 31(2), 17–25.
- Supriyadin, J. (2017, Oktober 26). Regional. Diambil kembali dari Liputan 6: <https://www.liputan6.com/regional/read/3141109/ratusan-kantong-darah-terbuang-pmi-garut-rugi-puluhan-juta>

Biographies of Author(s)

Luyyina Mujahidah Atsaury, Sarjana Program Studi Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia.

- Email: luyyinama@gmail.com
- ORCID: N/A
- Web of Science ResearcherID: N/A
- Scopus Author ID: N/A
- Homepage: N/A

RR. Ratih Dyah Kusumastuti, Dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Indonesia.

- Email: ratih.dyah@ui.ac.id
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9827-7718>
- Web of Science ResearcherID: N/A
- Scopus Author ID: 8215391500
- Homepage: <https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/5981324>